549(075.8)
თ-82

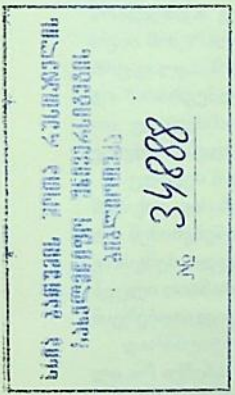
მინერალოგია

ბიძინა თოთხოშვილი

ივანე ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის სახელმწიფო
უნივერსიტეტი

ბეჟან თუთბერიძე

მინერალოგია


№ 34888

თბილისის
უნივერსიტეტის
გამომცემლობა

549(075.8)
თ-82

სახელმძღვანელოში დეტალურადაა აღწერილი ბუნებაში ფართოდ გავრცელებული და პრაქტიკულად ფასეული მინერალები; მოცემულია მათი მორფოლოგიური, ფიზიკური, ქიმიური თვისებებისა და მინერალწარმომქმნელი პროცესების დახასიათება, ძირითადი საბადოები და პრაქტიკული გამოყენების სფეროები.

სახელმძღვანელო განკუთვნილია უმაღლესი სასწავლებლების გეოლოგიური სპეციალობის სტუდენტებისათვის; მას ასევე გამოიყენებენ გეოგრაფიის, ქიმიის სპეციალობის სტუდენტები, გეოფიზიკოსები, ნიადაგმცოდნეები, გეოლოგიური დანესებულებების თანამშრომლები, კოლექციონერები, საშუალო სკოლის მასწავლებლები და, საერთოდ, მინერალებით დაინტერესებული პირები.

რედაქტორი პროფ. ვ. ქოიავა

რეცენზენტები: პროფ. გ. მაღალაშვილი
პროფ. ნ. ფოფორაძე

© თბილისის უნივერსიტეტის გამომცემლობა, 2010

ISBN 978-9941-13-029-8

წინათქმა

წინამდებარე ნაშრომი ქართულ ენაზე მინერალოგიის თანამედროვე სტანდარტების შესაბამისი სახელმძღვანელოს შექმნის პირველი ცდაა. დღემდე ივანე ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტში სტუდენტებს მინერალოგიის კურსი ეკითხება ა.ბეტეხტინის 1957 წელს გამოცემული სახელმძღვანელოს ქართულ ენაზე თარგმანის მიხედვით. ეს სახელმძღვანელო დღეს ბიბლიოგრაფიულ იშვიათობას წარმოადგენს და, ამასთან, სრულად ვერ მოდის შესაბამისობაში ძლიერ ტრანსფორმირებული კურსის სასწავლო პროგრამასთან, ამდენად, ახალი სახელმძღვანელოს შექმნა დიდი ხნის მოთხოვნას წარმოადგენდა. გეოლოგიური სპეციალობის სტუდენტებისათვის მინერალოგიის კურსის კითხვის მრავალწლიანმა გამოცდილებამ და ყოფილი მინერალოგია-პეტროგრაფიისა და სასარგებლო წიაღისეულის კათედრის თანამშრომელთა უდიდესმა თანადგომამ გამაბედვინა ახალი სახელმძღვანელოს შედგენა.

უდიდეს მადლიერებას გამოვხატავ პროფესორ ვლადიმერ ქოიავას მიმართ ხელნაწერის ღრმა ანალიზის, ფასეული შენიშვნებისა და რჩევებისათვის. ასევე მადლობას მოვახსენებ ილუსტრაციებისა და ტექსტის გაფორმებაში გაწეული დახმარებისათვის გეოლოგიურ-მინერალოგიურ მეცნიერებათა დოქტორ მარიამ ახალკაციშვილს.

დარწმუნებული ვარ, რომ სახელმძღვანელო დაზღვეული არ იქნება შენიშვნებისაგან, რომლებიც მეტად წაადგება მის შემდგომ სრულყოფას. სიამოვნებით გავიზიარებთ ნებისმიერ კრიტიკულ შენიშვნასა თუ წინადადებას. გთხოვთ დაგვიკავშირდეთ: თბილისი, ი.ჭავჭავაძის გამზირი 1. ივანე ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი, ზუსტ და საბუნებისმეტყველო მეცნიერებათა ფაკულტეტის გეოლოგიის მიმართულება, ან E -mail: bezhan_tutberidze @ hotmail.com.

ნაწილი I. თეორიული საფუძვლები

1
მინერალოგიის საგანი და ისტორია

მინერალოგია არის მოძღვრება ბუნებრივი ქიმიური პროცესების პროდუქტის – მინერალის შესახებ. ის სწავლობს მინერალის ქიმიურ შედგენილობას, სტრუქტურას, ფიზიკურ თვისებებს, წარმოშობის გეოლოგიურ და თერმოდინამიკურ პირობებს, ბუნებრივ ასოციაციებს, გარდაქმნის პროცესებს, კვლევის მეთოდებს, კლასიფიკაციის საფუძვლებს და ა. შ.

მინერალის განსაზღვრა

ტერმინი ''მინერალი'' 1636 წელს იქნა შემოთავაზებული იტალიელი მეცნიერის ბერნანდ ცეზიუმის მიერ. ძველი ლათინური სიტყვა ''მინერა''—მადნის შტუფს, მადნის ნატეხს, მაღაროს მადნიან ძარღვს ნიშნავს.

მინერალი არის შედარებით ჰომოგენური (ერთგვაროვანი) მყარი სხეული, აგებული ქიმიური ელემენტით (Au, Pt, C) ან ელემენტთა ჯგუფით ($CuFeS_2$, $CaWO_4$ და სხვ.); წარმოადგენს მიწის ქერქში ან მის ზედაპირზე მიმდინარე ფიზიკურ-ქიმიური პროცესების ბუნებრივ პროდუქტს; ფლობს განსაზღვრულ, თუმცა არცთუ მუდმივ ქიმიურ შედგენილობას, კრისტალურ სტრუქ-

ტურას, ფიზიკურ თვისებებს და მდგრადია განსაზღვრულ თერმოდინამიკურ საზღვრებში. მინერალები ჩნდებიან კოსმოსურ სივრცეშიც; მონაწილეობენ მთვარის, რკინაქვის მეტეორიტების, პლანეტებისა და მათი თანამგზავრების აგებულებაში; წარმოიქმნებიან დიდი ზომის კოსმოსური სხეულების (მეტეორიტების) დედამიწაზე დაცემის ადგილებშიც.

როგორც მინერალის ტრადიციული განმარტებიდან ჩანს, მთავარი ყურადღება ეთმობა მინერალის ბუნებრივ წარმოშობას, რაც, თავის მხრივ, გამორიცხავს ხელოვნურად (ლაბორატორიული წესით) მიღებული ქიმიური ელემენტის ან ელემენტთა ნაერთების მინერალთან მიკუთვნების საკითხს.

ამა თუ იმ მინერალზე გაზრდილი მოთხოვნილება მრეწველობის კონკრეტულ დარგში დღის წესრიგში აყენებს ლაბორატორიულ პირობებში მათი გამოზრდის აუცილებლობას – დეფიციტის შევსების მიზნით. ხელოვნური გზით მიიღებიან ისეთი მინერალები, რომელთაც გააჩნიათ მსგავსი ქიმიური შედგენილობისა და ფიზიკური თვისებების მატარებელი ბუნებრივი ანალოგები. ლაბორატორიული გზით არის მიღებული ალმასის (C), კორუნდის (Al_2O_3), კვარცის (SiO_2), ზურმუხტის ($Be_3Al_2[Si_6O_{18}]$) საკმაოდ დიდი ზომისა და წონის კრისტალები.

კამათის საგნად რჩება ასევე ტექნოგენური ნაერთების მინერალებისადმი მიკუთვნებულობის საკითხიც. ამ ტიპის ნაერთები ჩნდებიან ბუნებრივი პროცესების შედეგად – წყალგაყვანილობის მილების, სამთო გამონამუშევრებში კუთხოვანისა და ჭაბურღილების საყრდენი ძელების კედლებზე და სხვ. მკვლევართა დიდი უმრავლესობა ტექნოგენური წარმოშობის ნაერთებს სამართლიანად განიხილავს მინერალების რიცხვში, რადგან მიიჩნევს, რომ მათ წარმო-

შობაში ადამიანის ჩარევის ფაქტორი არის სრულიად შემთხვევითი.

თუ ნივთიერების სიმყარის მომენტს მივიჩნევთ ქიმიური ელემენტის ან ელემენტთა ნაერთის მინერალად აღიარების ერთ-ერთ მთავარ კრიტერიუმად, მაშინ გაზურ და თხევად მდგომარეობაში მყოფი ქიმიური ნაერთები მინერალების შემადგენლობიდან გამოირიცხებიან. მაგალითად, წყალი (H_2O), როგორც ყინული, მიეკუთვნება მინერალს, მაგრამ, როგორც წყალი, არ არის მინერალი. მსგავსი მაგალითის მოტანა შეიძლება თხევადი ვერცხლისწყლის შემთხვევაშიც. მკვლევართა დიდი ნაწილი სიმყარის მომენტს ნაერთთა მინერალებად მიჩნევის ერთ-ერთ კრიტერიუმად არ განიხილავს და წყალიც და ბუნებრივი თხევადი ვერცხლისწყალიც, მათი აზრით, მინერალოგიის შესწავლის ობიექტებს წარმოადგენს.

ტრადიციულად, ქიმიური ელემენტების ან მათი ნაერთების მინერალთა რიცხვში გაერთიანების ერთ-ერთ პირობად ითვლება არაორგანული წარმოშობა. მკვლევართა დიდი უმეტესობა ასეთ შეზღუდვებსაც არ მიიჩნევს მტკიცებულებად, რადგან ბუნებაში არის ზოგიერთი ისეთი ორგანული წარმოშობის ნაერთი, რომელიც სრულიად აკმაყოფილებს მინერალის ცნების მოთხოვნებს. ერთ-ერთ მაგალითად გამოდგება მოლუსკების ნიჟარებში სადაფის შიდა შრის არაგონიტით აგებული თხელი ფირფიტების არსებობა. არაგონიტით არის აგებული ნიჟარის შიგნით მოხვედრილი ქვიშის ნატეხების გარშემო შემოზრდილი ორგანული ნივთიერების შემცველი შრეებიც, რომლებიც ქიმიური შედგენილობით და ფიზიკური თვისებებით არაორგანული არაგონიტის სრული ანალოგია.

მინერალოგიის კვლევის სფეროში არ ექცევა ამორფული (არაკრისტალური) მყარი სხეულები (ვულკანური მინა, მეტამიქტური მინერალები და სხვა), რომლებშიც მატე-

რიალური ნაწილაკები (იონები, ატომები, მოლეკულები) უწესრიგოდ არის განლაგებული. ასეთ ნაერთებს მინერალოიდებს უწოდებენ. გამონაკლისის სახით მინერალოგიის კვლევის ობიექტად მაინც რჩება ამორფული ნივთიერებების ძალიან მცირე რიცხვი – ოპალი და ალოფანი. ამის მიზეზად ბუნებაში ფართოდ გავრცელებულ კრისტალურ ნივთიერებებთან მათ მჭიდრო გენეტურ კავშირს ასახელებენ.

სადღეისოდ ცნობილია დაახლოებით 3000-ზე მეტი მინერალური სახეობა და ამდენივე ნაირსახეობა. ყოველწლიურად მინერალების რიცხვი რამდენიმე ათეულით იზრდება.

მინერალოგიის ისტორია

მინერალოგია დედამიწის (ლითოსფეროს) ნივთიერების შედგენილობის შემსწავლელ გეოლოგიურ დისციპლინებს შორის ერთ-ერთი უძველესი დარგია. მინერალოგიის, როგორც დამოუკიდებელი მეცნიერების, განვითარების საწყისი ეტაპი ფაქტობრივად დაიწყო მაშინ, როდესაც ქანები და მინერალები მოექცნენ უძველესი დროის ადამიანების პრაქტიკული ინტერესებისა და ყოველდღიური საქმიანობის სფეროში. ეს ის პერიოდია, როდესაც უძველესი დროის ადამიანმა გააცნობიერა და დაიწყო მინერალებისა და ქანების შერჩევა მისთვის მისაღები ფორმის, მასისა და სიმაგრის ნიშნების მიხედვით. ის დაეუფლა ქანებიდან და მინერალებიდან მათთვის მჭრელი და საბრძოლო იარაღების ფორმების მიცემის ტექნიკას (ნაჯახები, დანები, შუბები, ჩაქუჩები და სხვ.) და შეუდგა მათ გამოყენებას როგორც შრომის, ისე საბრძოლო საშუალებებად. უძველესი დროის ჰომინოიდებმა ე.წ ''გამოქვაბულის მოხატვის ხელოსნებმა'' დაიწყეს შავი და წითელი ბუნებრივი პიგმენტების გამოყენება (წითელი ჰემატიტი, შავი პიროლუზიტი და სხვ.)

გამოქვაბულების კედლების მოსახატავად, რიტუალებისა და საყოფაცხოვრებო კოსმეტიკისათვის. შემდგომ უძველესმა ადამიანმა დაიწყო ზოგიერთი მინერალის გამოყენება საკვებად და სამკურნალო სასწაულმოქმედ საშუალებებად.

პირველყოფილ საზოგადოებაში მინერალებისა და ქანების პრაქტიკული სფეროს გაფართოებამ ფაქტობრივად საფუძველი ჩაუყარა მათი წარმოშობის, ძებნის, გამოცნობისა და გამოყენების ტექნიკის ელემენტების ჩასახვას. არქეოლოგიური გათხრები ადასტურებს, რომ პრეისტორიული ეპოქის დასასრულს უძველესი ადამიანის პრაქტიკული მოღვაწეობის სფეროში შედიოდა დაახლოებით 50-60 სხვადასხვა დასახელების მინერალი და ქანი (ობსიდიანი, გრანიტი, კვარცი, კვარციტები, ქვიშაქვები, ქალცედონი, კერამიკული თიხა, ბაზალტი, ბუნებრივი მინერალური საღებავები, ქვამარილი და მრავალი სხვა).

ქვის ხანა, ანუ როგორც მას ქვის საუკუნესაც უწოდებენ, არის ხანგრძლივი კულტურულ-ისტორიული პერიოდი დაწყებული ქვის პირველი ნაკეთობის დამზადებიდან, სპილენძისა და ბრინჯაოს პირველი ნაკეთობის დამზადებამდე. ქვის დამუშავების ხარისხის მიხედვით ქვის ხანას ყოფენ: ძველ ქვის ხანად (პალეოლითი), ახალ ქვის ხანად (ნეოლითი) და მათ შორის გარდამავალ ხანად (მეზოლითი). არქეოლოგიურ გათხრებში მოპოვებული მინერალებიდან და ქანებიდან დამზადებული ნაკეთობების მიხედვით ვარაუდობენ, რომ პალეოლითში უძველესი ადამიანისათვის ცნობილი იყო დაახლოებით 20 მინერალი, რომელთა რიცხვი ნეოლითში 40-მდე გაიზარდა.

შორეულ წარსულში, ჩვენს წელთაღრიცხვამდე მინერალების შესახებ ცნობები ნაკლებად მოიპოვება, თუმცა ერთ-ერთი ვერსიის მიხედვით მესამე ათასწლეულის პირველ ნახევარში ფასეულია შუმერებში ტაძრებთან არსებული სკოლები ბიჭებისათვის, სადაც წერა-კითხვის გარდა

მოსწავლეები მესოპოტამიის ფლორას, ფაუნას და მინერალებს სწავლობდნენ.

მეცნიერული მინერალოგიის საწყისების შექმნაში განსაკუთრებული როლი ითამაშა ძველი დროის ჩინეთში ხელნაწერის სახით შექმნილმა კოლექტიურმა შრომამ ''სან-ხეი-დინამ'' (ძველი თხრობანი ქანებისა და ხალხის შესახებ), რომელიც ჩვენს წელთაღრიცხვამდე 500 წლით არის დათარიღებული. მეცნიერთა ვარაუდით ,,სან-ხეი-დინა'' შეიძლება იყოს პირველი წერილობითი ძეგლი, რომელშიაც აღწერილია იმ დროისათვის ცნობილი დაახლოებით 17 მინერალი (აღსანიშნავია, რომ მათი უმრავლესობა ხალასი ელემენტების ჯგუფის მინერალებს წარმოადგენდნენ), მათი საბადოებისა და ერთმანეთისაგან განმასხვავებელი ზოგიერთი ფიზიკური თვისებების მითითებით.

მინერალის შესახებ დღემდე არსებული ტრაქტატებიდან ყველაზე ადრეული და ფასეული ინფორმაცია მოცემულია ბერძენი ბუნებისმეტყველისა და ფილოსოფოსის, არისტოტელეს (384-322 წწ.ჩ.წა.) ცნობილ შრომაში ,,მეტეოროლოგია''. მასში ავტორი ცდილობს შეიმუშაოს არაორგანული ბუნებრივი სხეულების საკლასიფიკაციო სქემა, ახსნას სამყაროს აგებულება და მეტალებისა და მადნების წარმოშობა მიწის სიღრმიდან ამომავალი გაზურ მდგომარეობაში მყოფი ქროლადი კომპონენტების ხარჯზე. არისტოტელემ მთის ბროლს უწოდა ,,ყინული'' (ყინულთან მისი კრისტალების გარეგნული იერით მსგავსების გამო) და თვლიდა, რომ წყალი განსაზღვრულ პირობებში იძენს მყარ სხეულად გარდაქმნის უნარს.

მომდევნო მნიშვნელოვანი ნაბიჯი მინერალოგიის განვითარების ისტორიაში ეკუთვნის არისტოტელეს მოწაფეს თეოფრასტეს (371-286 წწ. ჩ.წა.). მისი ტრაქტატი ,,ქვების შესახებ'' ითვლება მინერალების შესწავლისადმი მიძღვნილ პირველ სპეციალურ შრომად. მასში ავტორი იძ-

ლევა დააბლოებით 16 მინერალის (ძირითადად ძვირფასი ქვების) აღწერას და ახდენს მათ კლასიფიკაციას ქვებად და მადნებად. მან პირველმა მიუთითა კვარცის გამჭვირვალობასა და სიმაგრეზე.

მინერალოგიის, როგორც დამოუკიდებელი მეცნიერების ჩამოყალიბებაში მნიშვნელოვანი წვლილი შეიტანა რომის ბუნების მკვლევარმა, მწერალმა და ისტორიკოსმა გაი პლინიუს სეკუნდ უფროსმა (23—79 წწ.ჩ.წა), რომელიც ვულკან ვეზუვის ამოფრქვევის დროს დაიღუპა პომპეიში. თავის ენციკლოპედიური ხასიათის ოთხ ტრაქტატში პლინიუს უფროსმა მოგვცა იმ დროისათვის ცნობილი თითქმის ყველა მინერალის (კვარცი, ბერილი, თაბაშირი, ქვამარილი, ალმასი, ოქრო და სხვ.) ფიზიკური თვისებების, წარმოშობის პირობებისა და გამოყენების სფეროების მოკლე დახასიათება. პლინიუს უფროსის შრომები გამოირჩევა უამრავი ფანტასტიკური წარმოდგენებით მინერალის თვისებებთან დაკავშირებით. მაგალითად, მისი აზრით, სინგურის (HgS) მუქი წითელი ფერი გამოწვეული უნდა იყოს მასში ურჩხულისა და სპილოს ბრძოლის დროს გამონადენი სისხლის შერევით, ან მინერალს მძინარე ურჩხულის ტვინიდან ამონაჭრელად მიიჩნევდა. პლინიუს უფროსი მიუთითებდა ,,ორსული ქვების'' არსებობაზეც, რომლებიც მის მსგავს ქვებს ბადებს და ა.შ.

მინერალოგიური ხასიათის კვლევებით თავი გამოიჩინა ხორეზმის (უზბეკეთი) მკვიდრმა, იმ დროისათვის ცნობილმა მეცნიერმა აბუ-რეიხან-მუხამედ-იბნ-ახმედ ალბირუნიმ (972–1048 წწ). შრომაში ''კრეპსითი ცნობები ძვირფასეულობის გაცნობისათვის'', მან, პირველმა მინერალოგიის ისტორიაში, მინერალების დიაგნოსტიკისათვის გამოიყენა ზუსტი ფიზიკური მახასიათებლები (გამჭვირვალობის ხარისხი, ფერი, ხვედრითი წონა, ელვარება, სიმაგ-

რე, ტკეჩვადობა). ალ-ბირუნი ორგანული და ხელოვნური წარმოშობის ნაერთებს მინერალებს აკუთვნებს.

ყურადღებას იმსახურებს ხორეზმსა და ირანში მცხოვრები პოეტის, გეოლოგის, მათემატიკოსის, ფილოსოფოსის და ექიმის აბულ-ალი-იბნ-სინას (ავიცენა, 980—1037 წწ) გეოლოგიური ხასიათის კვლევები. თავის ნაშრომში ,,განკურნების წიგნი'', ავიცენა იძლევა იმ დროისათვის ცნობილ თითქმის ყველა მინერალის დახასიათებას და მათ ოთხ ჯგუფად ყოფს: 1. ქვებად და მიწებად, 2. გოგირდოვან ნაერთებად, 3. მარილებად და 4. მეტალებად. ავიცენას მიერ შემოთავაზებულმა მინერალთა კლასიფიკაციის სქემამ ზოგიერთი ცვლილებების გათვალისწინებით თავისი მნიშვნელობა მე-18 საუკუნის თითქმის შუა ნახევრამდე შეინარჩუნა.

საბუნებისმეტყველო მეცნიერებების (მათ შორის მინერალოგიის) აშკარა აღმავლობა და ბუნების შესწავლისადმი ინტერესი დაიწყო აღორძინების ეპოქიდან. ეს ის პერიოდია, როდესაც სავაჭრო ურთიერთობების, მშენებლობისა და მრეწველობის განვითარების დაჩქარებულმა ტემპებმა დღის წესრიგში დააყენა ბუნებრივი მინერალური რესურსების ძებნისა და დამუშავების გაფართოების აუცილებლობის საკითხი. ამ პერიოდში მნიშვნელოვნად იხვეწება და ფართოვდება ცნობები მინერალებისა და ქანების შესახებ. პროგრესი გეოლოგიურ-მინერალოგიური ცოდნისა და სამთამადნო საქმის განვითარების სფეროში დაკავშირებულია ჩეხოსლოვაკელი ფიზიკოსის, მკურნალის, მეტალურგისა და სამთო საქმის მრჩევლის გ. აგრიკოლას (1491-1555 წწ) სახელთან. გ.აგრიკოლას შრომებში "De Nature Fossilium'' (''ნამარხების ბუნების შესახებ'', 1546წ), ''De Metalica'' (''მეტალების მადნების შესახებ'', 1554წ), მოცემულია მადნეული საბადოების (ტყვიის, ვერცხლისა და სხვ.) დამუშავება-მოპოვების შედეგად დაგროვილი მი-

ნერალოგიური ცოდნის ანალიზი. მან პირველმა აღნიშნა მკვეთრი საზღვარი მინერალებსა და ქანებს შორის; დიდი ყურადღება დაუთმო მინერალებიდან მეტალების მიღების მეთოდების შემუშავების აუცილებლობას. გ.აგრიკოლას მიხედვით მინერალები წარმოადგენენ ჰომოგენურ ნარევებს, ქანები – ჰეტეროგენულს.

გ.აგრიკოლა მინერალთა კლასიფიკაციის საფუძვლად იყენებს ფიზიკურ თვისებებს (გამჭვირვალობა, გემო, ელვარება, მსხვრევადობა, ტკეცვადობა, სუნი და სხვ.) და მორფოლოგიურ ნიშნებს. ის მინერალებს ყოფს: 1. მიწებად, 2. მარილებად, 3. საწვავ ნამარხებად, 4. ძვირფას ქვებად, 5 .მეტალებად და 6. სხვა მინერალებად. გ.აგრიკოლა თავის შრომებში მნიშვნელოვან ადგილს უთმობს მადნეული საბადოების წარმოშობის საკითხსაც. ის ყოველთვის ცდილობს დაინახოს არსებითი განსხვავება ქანებს, მადნებს და საკუთრივ მინერალებს შორის, თუმცა ამას ხშირად ვერ ახერხებს. გ.აგრიკოლას მთავარი დამსახურება მდგომარეობს იმაში, რომ მან თავისი კვლევებით ფაქტობრივად პირველმა უარყო ,,ალქიმია'', რადგან იგი მეტალების მიღების შესაძლებლობას მხოლოდ მადნებიდან მიიჩნევდა. ა.ვერნერი და ბევრი სხვა მკვლევარი გ.აგრიკოლას ,,მინერალოგიის მამას'' უწოდებდნენ.

გ.აგრიკოლას მიერ შემუშავებულმა მინერალთა კლასიფიკაციის პრინციპებმა, ზოგიერთი ცვლილებების გათვალისწინებით მე-19 საუკუნის დასასრულამდე–კერძოდ ფრაიბერგის სამთო აკადემიის პროფესორის და მისი დამაარსებლის აბრამ გოტბლიბ ვერნერის (1750-1817 წწ) მიერ მინერალთა ახალი საკლასიფიკაციო სქემის შემუშავებამდე იარსება. ა.ვერნერის მიერ შემოთავაზებული მინერალთა საკლასიფიკაციო სქემა შედგენილ იქნა დაახლოებით 300 მინერალის ფიზიკური თვისებებისა და მორფოლოგიური თავისებურებების შესწავლის მონაცემებით. მან

პირველმა საფუძველი ჩაუყარა მინერალოგიაში სრულიად ახალი მიმართულების – აღწერითი მინერალოგიის განვითარებას. ის ყოველთვის ცდილობდა როგორმე დაემყარებინა კავშირი მინერალის ფიზიკურ თვისებებს, წარმოშობის პირობებსა და კრისტალის ზრდის პროცესს შორის. ა.ვერნერი მინერალოგიას განიხილავდა როგორც ზოგად მეცნიერებას წიაღისეულის შესახებ და მისგან გამოყოფდა გეოლოგიას, კრისტალოგრაფიას, პალეონტოლოგიასა და პეტროგრაფიას.

XVI–XVII საუკუნეებში აშკარად შეიმჩნევა მინერალოგიის განვითარების ტემპების ზრდის ტენდენცია. სამთო მრეწველობის განვითარებამ და მინერალურ რესურსებზე მოთხოვნილებათა ზრდამ კიდევ უფრო დააჩქარა ბუნებრივი სიმდიდრეების აღმოჩენის, ათვისებისა და შესწავლის პროცესი. რუსეთში წიაღისეულთა გამოვლენისა და ათვისების საქმის ფუძემდებლად და ქვეყანაში მინერალოგიის განვითარების მეცნიერ-ორგანიზატორად სამართლიანად ითვლება არხანგელსკის გუბერნიის უბრალო გლეხის შვილი, კადემიკოსი მიხეილ ლომონოსოვი (1711-1765 წწ).

მ.ლომონოსოვი მიეკუთვნება იმ გამოჩენილ მეცნიერთა რიცხვს, რომლებიც არისტოტელესა და ლეონარდო და ვინჩის მსგავსად ფლობდნენ თავისი დროის მეცნიერებათა თითქმის ყველა დარგს: იგი იყო პოეტი, მეტეოროლოგი, ასტრონომი, ისტორიკოსი, ფიზიკოსი, გეოლოგი, გეოგრაფი, მეტალურგი (მისი ინიციატივითა და პროექტით 1755 წელს დაარსდა მოსკოვის სახელმწიფო უნივერსიტეტი). შრომაში ''Первые основания металлургии или рудных дел'' მ.ლომონოსოვი იძლევა მინერალების დახასიათებას. ის მეტალებს ,,ნათელ'' სხეულებად მოიხსენიებს და მათ ჭედადობის თვისების მატარებლად განიხილავს. მინერალების ამ ჯგუფს აკუთვნებს ოქროს, ვერცხლს, სპილენძს, კალას, რკინას, ტყვიას; იძლევა ნახევრად მეტალების, ბისმუ-

ტის, დარიშხანის, თუთიის, ვერცხლისწყლის აღწერას; გვაწვდის ცნობებს ე.წ. ''ცხიმოვანი'' მინერალების შესახებ და მათ ცეცხლში წვად ნივთიერებებს აკუთვნებს (საწვავი გოგირდი, ქვანახშირი, ქარვა, ნავთობი და სხვ.).

თხზულებაში ''О слоях земных'' ვ. ლომონოსოვი იძლევა ძვირფასი ქვების – ალმასის, ტოპაზის, ქრიზოლიტის, ზურმუხტის და ამეთვისტოს ზოგად დახასიათებას. მის მიერ შემოთავაზებული მინერალთა საკლასიფიკაციო სქემა დაფუძნებულია არა მხოლოდ მინერალის ფიზიკურ თვისებებზე, არამედ მასში გათვალისწინებულია ქიმიური შედგენილობაც. მ. ლომონოსოვი მინერალებს 8 კლასში აერთიანებს: 1. მეტალები, 2. ნახევრად მეტალები, 3. ცხიმოვანი (საწვავი) მინერალები, 4. მარილები, 5. ქვები, 6. მადნები, 7. ძვირფასი და 8. სამკურნალო ქვები.

რუსეთში მინერალოგიური ცოდნის განვითარებაზე უდიდესი გავლენა იქონია რუსმა ქიმიკოსმა და მინერალოგმა, აკადემიკოსმა ვ.სევერგინმა (1765-1826). ის არის რუსეთში მინერალოგიური საზოგადოების დამფუძნებელი და რუსეთის მინერალოგიური ცნობარის ავტორი. ვ.სევერგინი მინერალთა დახასიათებას ახდენს არა მხოლოდ ფიზიკური და მორფოლოგიური ნიშნების მიხედვით, არამედ განსაკუთრებულ ყურადღებას უთმობს მინერალის ქიმიურ შედგენილობას. მსგავს პირობებში წარმოშობილი მინერალებისათვის მან პირველმა შემოიტანა ცნება ''მომიჯნე'', რომელიც შემდგომ ა.ბრეიტჰაუპტის მიერ მინერალოგიურ მეცნიერებაში „პარაგენეზისის'' სახელით დამკვიდრდა.

მე-18 საუკუნის ბოლოს და მე-19 საუკუნის დასაწყისში მსოფლიო სამრეწველო კაპიტალის განვითარებამ კიდევ უფრო დააჩქარა სამთო მრეწველობისა და შესაბამისად მინერალური ნედლეულის მოპოვებისა და გამოყენების ტემპები. ამ დროისათვის მსოფლიოში უკვე დაგროვდა

მდიდარი მასალა მინერალების ფიზიკური, ქიმიური, კრისტალოქიმიური თვისებებისა და გენეზისის შესახებ. ამ დროისათვის მინერალოგია საბოლოოდ ჩამოყალიბდა, როგორც დამოუკიდებელი მეცნიერება და თავისი განვითარების სრულიად ახალ ფაზაში შევიდა.

საქართველოში მინერალოგიის განვითარების შესახებ ცნობები მრავალ ქართულ ხელნაწერშია შემონახული. მათგან ყველაზე ძველი X საუკუნით თარიღდება, თუმცა შესაძლებელია ცნობები მინერალების შესახებ უფრო ადრეულ ქართულ სამეცნიერო-ლიტერატურულ წყაროებშიც არსებობდეს. საქართველოში პალეოლითური, ნეოლითური და ენეოლითური ხანის არქეოლოგიური ძეგლებიდან ამოღებული სარდიონის, აქატის, მთის ბროლის, ქალცედონის, კაჟის, ონიქსისა და სხვათა მძივები აშკარად მიუთითებს, რომ პირველყოფილმა ადამიანმა მინერალების გამოყენება ჯერ კიდევ შორეულ წარსულში დაიწყო სანახელაო და ძვირფასი ქვების სახით. ერთ-ერთ მაგალითად შეიძლება მოვიტანოთ თრიალეთისა და ახალგორის სამარხებში (შესაბამისად, XV და VI-V საუკუნე ჩ.წა.) აღმოჩენილი უძველესი საიუველირო ნაკეთობანი — საყურეები, თვლიანი ბეჭდები, სამაჯურები—აქატით, სერდოლიკით, ფირუზებით, ლაზურიტით. ადასტურებენ, რომ საქართველოში ძვირფასი ქვებიდან საფირონის მასიური გამოყენება ბრინჯაოს ხანიდან იწყება. ამავე ხანაში იწყება კვარცის ჯგუფის სხვა მინერალების—აქატის, მთის ბროლის და კაჟის გამოყენებაც (ზოგიერთის ვარაუდით აქატი შესაძლებელია ახალციხის საბადოდან იყოს). მცხეთის არქეოლოგიური გათხრებიდან მოპოვებული მდიდარი მასალა ადასტურებს, რომ საქართველოში ამეთვისტოს გამოყენება ანტიკურ ხანაში იწყება.

ძვირფასი და სანახელაო ქვების შესახებ არსებობს მრავალი ხელნაწერი წერილობითი ძეგლი (ხელნაწერები და-

№ _____

ცულია საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის კეკელიძის სახელობის ხელნაწერთა ინსტიტუტში, საქართველოს ცენტრალურ სახელმწიფო ისტორიულ არქივში და ხელნაწერთა ფონდებში), რომელთაგან ერთ-ერთი უმნიშვნელოვანესი წერილობითი ძეგლია „კალმასობა“. მასში მინერალი დახასიათებულია ფიზიკური თვისებების (ფერი, ელვარება, გამჭვირვალობა, სიმაგრე) მიხედვით, რომელიც შემდეგ მინერალთა კლასიფიკაციის მცდელობას ედება საფუძვლად. ხელნაწერი გვაწვდის მოკრძალებულ ინფორმაციას მინერალების წარმოშობისა და მათი ბუნებაში არსებობის ფორმების შესახებ. როგორც ძველი ქართული ხელნაწერებიდან დასტურდება, შუა საუკუნეებში საქართველოში დაახლოებით 100-მდე მინერალი იყო ცნობილი.

განსაკუთრებით აღსანიშნავია აკად. ალექსანდრე თვალჭრელიძის დამსახურება საქართველოში მინერალოგიის განვითარებასა და ქვეყნის წიაღის სიმდიდრეთა გამოვლინების, შესწავლისა და ათვისების საქმეში. აკად. ალ. თვალჭრელიძის და მისი მოწაფეების მიერ საქართველოს მთელ ტერიტორიაზე ჩატარებულ იქნა სამუშაოები აჯამეთის ქალცედონის, ანალციმიანი ქვიშაქვების, კვარცის ქვიშების, ბარიტის, ცეოლითების, კერამიკული ნედლეულის, ტყვიის, ტალკის, დარიშხანის, სერპენტინიტისა და სხვათა საბადოების ძებნა-მოპოვებისა და საწარმოში დანერგვის მიზნით.

ბენტონიტური თიხების მსოფლიო მნიშვნელობის საბადოების (გუმბრა და ასკანა) აღმოჩენით აკად. ალ.თვალჭრელიძემ საფუძველი ჩაუყარა გამოყენებითი მინერალოგიის განვითარებას საქართველოში. 1922 წელს მისი ინიციატივითა და ხელმძღვანელობით თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის მინერალოგია-პეტროგრაფიის კა-

თედრასთან შეიქმნა თიხების შემსწავლელი ლაბორატორია, რომელიც 1929 წელს კავკასიის მინერალური ნედლეულის ინსტიტუტად გადაკეთდა. მინერალოგიის განვითარების ისტორიაში მნიშვნელოვანი ადგილი უჭირავს სამეცნიერო და სასწავლო კვლევით დაწესებულებებს: კავკასიის ალ.თვალჭრელიძის სახელობის მინერალური ნედლეულისა და ალ. ჯანელიძის სახელობის გეოლოგიის ინსტიტუტებს, ივანე ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტისა და საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის გეოლოგიურ კათედრებს.

მინერალოგიის პრაქტიკული მნიშვნელობა

მინერალოგიის, როგორც საბუნებისმეტყველო დარგის, შექმნა და მისი შემდგომი განვითარება განაპირობა მისმა პრაქტიკულმა გამოყენებამ და ბუნებრივი რესურსების ძიებისა და დაზვერვის მიმართ გაზრდილმა მოთხოვნილებამ.

მინერალოგიის მნიშვნელობა შეიძლება განვიხილოთ ეკონომიკურ, ესთეტიკურ, პოლიტიკურ და სამეცნიერო ჭრილში.

მინერალოგიის მნიშვნელობის ეკონომიკურ მხარეს საფუძველი ჩაეყარა ჯერ კიდევ პრეისტორიულ დროში, როდესაც პირველყოფილმა ადამიანმა დაიწყო მინერალების გამოყენება, როგორც შრომის, დაცვის, თავდასხმისა და სამკურნალო საშუალებებად, ბუნებრივ საღებავად და სხვ. ძნელია დაასახელო მრეწველობის და სოფლის მეურნეობის ისეთი დარგი, რომელიც არ იყენებდეს სასარგებლო წიაღისეულს უშუალოდ ისე, როგორც ის ბუნებაში მოიპოვება, ან მისი გადამუშავებული პროდუქტის სახით.

მინერალოგიის პოლიტიკური მხარე. ქვეყნებს შორის მინერალები და მინერალური რესურსები ძალიან ხშირად საერთაშორისო კონფლიქტების მიზეზი ხდება ორი მთავარი გარემოების გამო: 1. მინერალური რესურსების დიდი ნაწილი არ არის აღდგენითი ხასიათის და 2. ბუნებრივი რესურსები მიწის წიაღში განაწილებულია შემთხვევით და არათანაბრად.

მინერალოგიის ესთეტიკური მხარე ძირითადად განივთებულია ძვირფას ქვებში და საიუველირო ნაკეთობებში, რომლებიც წარმოადგენს როგორც ცალკეული ადამიანების პირად საკუთრებას, ასევე განთავსებულია ნაციონალურ და რეგიონულ მუზეუმებში, სადაც ისინი დიდ ესთეტიკურ სიამოვნებას ანიჭებენ მილიონობით დამთვალიერებლებს.

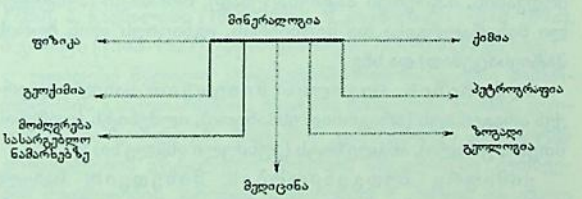
მინერალოგიის მუზეუმები არ არის მარტო მინერალთა უბრალო თავმოყრის ადგილი; მათ გარკვეული შემეცნებითი მნიშვნელობა აქვს და მომავალი თაობებისათვის მინერალის შემონახვის ფუნქციასაც ასრულებს.

მინერალოგიის სამეცნიერო მნიშვნელობა. დიდია მინერალოგიის როლი სასარგებლო ნამარხების ძებნის მეცნიერულად დასაბუთებისა და წარმოშობის გეოლოგიური პროცესების ახსნის საქმეში. მინერალთა ფიზიკური და ქიმიური თვისებების, მორფოლოგიური თავისებურებების, წარმოშობის, გავრცელების, შეცვლის პროდუქტების, პარაგენეტული ასოციაციებისა და ტიპომორფული ნიშნების ცოდნა წარმატებით გამოიყენება სასარგებლო წიაღისეულის და მინერალების ძებნის გეოლოგიურ-სადაზვერვო სამუშაოების წარმართვის კრიტერიუმების შესამუშავებლად და სხვ.

მინერალოგიის კავშირი სხვა დარგის მეცნიერებებთან

მინერალოგია, როგორც მეცნიერების ნებისმიერი სხვა დარგი, თავისი ძირითადი ამოცანის კვლევის პროცესში წარმატებით იყენებს მონათესავე და მომიჯნავე მეცნიერების დარგში მოპოვებულ მეთოდურ და თეორიულ მიღწევებს. პირველ რიგში მინერალოგია საზიარო პრობლემების კომპლექსური კვლევების გამო, მჭიდროდ არის დაკავშირებული გეოლოგიურ დისციპლინებთან: პეტროგრაფიასთან, ლითოლოგიასთან, გეოქიმიასთან, ზოგად გეოლოგიასთან, სასარგებლო ნამარხთა საბადოების გეოლოგიასთან. ეს დისციპლინები სხვადასხვა ასპექტში სწავლობენ დედამიწის არაორგანული სხეულის (ლითოსფეროს) ცალკეულ ნაწილებს. თანამედროვე მინერალოგიის თეორიულ და მეთოდოლოგიურ მიღწევებს ფართოდ იყენებენ ფუნდამენტური საბუნებისმეტყველო დარგები: ფიზიკა, ქიმია, მედიცინა, მათემატიკა (განსაკუთრებით გეომეტრია).

მინერალოგიის კავშირი გეოლოგიურ და საბუნებისმეტყველო დარგის სხვა მეცნიერებებთან სქემის სახით შეიძლება შემდეგნაირად გამოვხატოთ:



მინერალოგიური კვლევის მონაცემები დიდ ინტერესს წარმოადგენს მეტალურგებისათვის, აგრონომებისათვის, მედიკებისათვის, კერამიკოსებისათვის და სხვ.

მინერალის სახელწოდება

მინერალის სახელის დარქმევისას რაიმე შეზღუდვები და გარკვეულ ჩარჩოში მოქცეული სისტემა არ არსებობს. არსებობს ზოგიერთი რეკომენდაცია, რომლის მიხედვით მინერალს სახელი შეიძლება დაერქვას რომელიმე ფიზიკური თვისების, ქიმიური შედგენილობის, აღმოჩენის ადგილის მიხედვით ან მინერალთა კოლექციონერების, გამოჩენილი მეცნიერების, ოფიციალური ან საზოგადო მოღვაწეების, მაღაროს მეპატრონეების პატივსაცემად და სხვ.

ფიზიკური თვისებების მიხედვით მინერალის სახელის დარქმევის მაგალითებად გამოდგება: ალბიტი (თეთრი ფერის გამო), ბარიტი (დიდი ხვედრითი წონის გამო), მაგნეტიტი (მაგნიტური თვისებების გამო), სფენი (სოლისებრი ფორმის კრისტალების გამო) და სხვ.

მინერალთა კოლექციონერების, გამოჩენილი მეცნიერების ან საზოგადო მოღვაწეების, მაღაროს მეპატრონეების პატივსაცემად მინერალების სახელის დარქმევის მაგალითებად გამოდგება: ბიოტიტი (ფრანგი ფიზიკოსის, ჟან ბატისტ ბიოს პატივსაცემად), გოეთიტი (გამოჩენილი მწერლისა და საზოგადო მოღვაწის, ი.გოეთეს პატივსაცემად), ბორნიტი (ავსტრიელი მინერალოგისა და მეცნიერის, იგნაციუს ფონ ბორის პატივსაცემად) და სხვ.

აღმოჩენის ადგილის მიხედვით სახელი დაერქვა არაგონიტს (არაგონია, ესპანეთი), ილმენიტს (ილმენის მთები, ურალი), ანგლეზიტს (კუნძული ანგლეზი) და სხვ.

ქიმიური შედგენილობის მიხედვით სახელი დაერქვა კუპრიტს (სპილენძის შემცველობის გამო), ცირკონს (ცირკონის შემცველობის გამო), ქრომიტს (ქრომის შემცველობის გამო) და სხვ.

განსაკუთრებული სიძნელეები იქმნება მაშინ, როდესაც ერთი და იგივე მინერალი სხვადასხვა ქვეყანაში სხვადას-

ხვა სახელით მოიხსენიება. მოცემულ შემთხვევაში პრიორიტეტის წესით მინერალს უნდა შეუნარჩუნდეს ის სახელი, რომელიც მას პირველად ეწოდა.

მინერალთა სახელებად ჩვეულებრივ გამოიყენება ბერძნული ან ლათინური ტერმინები, რომელთა დიდი უმრავლესობა ''იტ''-ით მთავრდება (ქართულად მას ემატება ''ი'', მაგალითად პირიტ-ი, მარკაზიტ-ი, არსენოპირიტ-ი და სხვ.). ზოგიერთი მინერალის სახელი ინარმოება საინფორმაციო სუფიქსების —''კლაზ'', ''ფილონ'' და სხვათა დახმარებით. მაგალითად, ორთოკლაზი (ბერძ. ''კლაზის'' მონატეხს ნიშნავს), პიროფილიტი (ბერძნ. ''ფილონ'' ფურცელს ნიშნავს) და სხვ.

კვლევის ძირითადი მიმართულებები მინერალოგიაში

კრისტალომორფოლოგიური მიმართულება სწავლობს კრისტალთა გეომეტრიულ ფორმებს. მას საფუძველი ჯერ კიდევ აღორძინების ეპოქაში ჩაეყარა. მისი, როგორც დამოუკიდებელი, მიმართულების ჩამოყალიბებაში დიდი როლი მიუძღვით: რ.ჰაიუის (1743-1824), ი.კეპლერს (1571-1690), ნ.სტენოს (1638-1687), რომე დე-ლილს (1736-1780), ა. გადოლინს (1828-1892), ნ.კოკშაროვს (1818-1892), პ.გროტს (1843-1927), ე.ფიოდოროვს (1893-1919) და სხვ.

უდიდესი წვლილი კრისტალომორფოლოგიური მიმართულების განვითარებაში შეიტანა დანიელმა ექიმმა, გეოლოგმა და ზოოლოგმა ნ.სტენომ კვარცისა და ჰემატიტის კრისტალების დეტალური აღწერის მაგალითზე კუთხეების მუდმივობის კანონის აღმოჩენით – ''ერთი და იგივე ნივთიერების ყველა კრისტალში წახნაგებს შორის კუთხეები მსგავსი ტემპერატურისა და წნევის პირობებში მუდმივია კრისტალების ფორმის, ზომის, წარმოშობისა და აღების ადგილის მიუხედავად.'' ნ.სტენომდე თოვლის ფიფქის

სხივებს შორის 60° კუთხის მუდმივობაზე მიუთითებდა ი.კეპლერიც 1615 წელს. შემდგომ კუთხეების მუდმივობის კანონი დადასტურებულ იქნა ფრანგი მეცნიერის, რომე დე-ლილის (სხვადასხვა კრისტალების მაგალითზე), მ ლომონოსოვის (გვარჯილის, ალმასის და პირიტის მაგალითზე), ლევენჰუკის (თაბაშირის კრისტალების მაგალითზე), ე.ბარტოლინის (კალციტის კრისტალის მაგალითზე) და სხვათა მიერ. კუთხეების მუდმივობის კანონის აღმოჩენით საფუძველი ჩაეყარა გეომეტრიული კრისტალოგრაფიის განვითარებას.

რ.ჰაიუმ რომე დე-ლილთან ერთად კრისტალური აგებულების თეორიის შემუშავებით საფუძველი ჩაუყარა გეომეტრიული კრისტალოგრაფიის ერთ-ერთ ძირითად ნიშანს—პარამეტრების რაციონალური შეფარდების კანონს (მთელი რიცხვების კანონი):''კრისტალის ორი წახნაგის პარამეტრის ორმაგი შეფარდება სამი მთელი და მცირე რიცხვების შეფარდებით გამოიხატება''. ამ კანონის აღმოჩენამ მნიშვნელოვნად დააჩქარა მინერალოგიიდან კრისტალოგრაფიის, როგორც დამოუკიდებელ მეცნიერებად, გამოყოფის აუცილებლობა.

კრისტალომორფოლოგიური მიმართულების განვითარებას დიდად შეუწყო ხელი კუთხემზომი ტექნიკის გამოგონებამ. პირველი, შედარებით მარტივი გონიომეტრი (''გონიო'' კუთხეს ნიშნავს) შექმნილ იქნა კორანჟოს მიერ 1772 წელს. მას მოჰყვა ნ. ვოლასტონის მიერ 1809 წელს შედარებით გაუმჯობესებული ე.წ. ერთღერძიანი ამრეკლავი გონიომეტრის შექმნაც. აღნიშნული მიმართულების განვითარებაზე დიდი ზეგავლენა მოახდინა: ჰესის (გამყო სიმეტრიის 32 სახე), გადოლინის (შექმნა კრისტალოგრაფიის მათემატიკური საფუძვლები), ე.ფიოდოროვის (გამოიგონა უნივერსალური მაგიდა), გ. ვულფის (გამოიგონა სტერეოგრაფიული ბადე) და სხვათა შრომებმა.

ფიზიკური მიმართულების განვითარებას მინერალოგიაში დიდი ბიძგი მისცა მინერალთა ფიზიკური თვისებების შესწავლის სფეროში დაგროვილმა მდიდარმა ცოდნამ. ამ მიმართულების შექმნის საწყისები დაკავშირებულია ფრაიბერგის სამთო აკადემიის დამაარსებლისა და მისი პროფესორის, ა.ვერნერის (1750-1817) სახელთან. მის ფუძემდებლურ შრომებში მოცემულია მინერალების ფიზიკური თვისებების დეტალური აღწერა, რომელიც შემდგომ მანვე მინერალთა საკლასიფიკაციო სქემის შემუშავების საფუძვლად გამოიყენა.

მინერალთა ფიზიკური თვისებების შესახებ არსებული მდიდარი ფაქტიური მასალის საფუძველზე, ა.ვერნერის მოწაფის, ფ.მოოსის მიერ 1824 წელს შემოთავაზებულ იქნა სიმაგრის რაოდენობრივი შეფასების 10-ბალიანი სკალა (მოოსის სკალა), რომელიც დღესაც წარმატებით გამოიყენება მინერალოგიურ პრაქტიკაში. მინერალთა ფიზიკური თვისებების კვლევის განვითარებაში ფაქტობრივად ახალი ეტაპი დაიწყო ინგლისელი მეცნიერის ჰ.სორბის (1826-1904) მოღვაწეობის პერიოდიდან, კერძოდ, მის მიერ 1858 წელს პოლარიზაციული მიკროსკოპის გამოგონების შემდეგ. ამ გამოგონებით დიდად დაჩქარდა მინერალოგიიდან პეტროგრაფიის დამოუკიდებელ მეცნიერებად გამოყოფის პროცესი. ჰ.სორბი სამართლიანად ითვლება ,,ოპტიკური პეტროგრაფიის მამად''.

ქიმიურ მიმართულებას მინერალოგიაში საფუძველი ჯერ კიდევ შუა საუკუნეებში ჩაეყარა, მაგრამ მისი მკვეთრი აღმავლობა მე-XVIII—XIX საუკუნის მიჯნაზე ქიმიის მძლავრი აღმავლობის პერიოდში შეიმჩნევა. მინერალოგიაში ამ მიმართულების სწრაფი ტემპით განვითარება დაკავშირებულია შვედი ქიმიკოსის, იოჰან იაკობ ბერცელიუსის (1779-1849) და მისი მოწაფის, ეილჰარდ მიტჩერლიხის (1794-1869) გამოკვლევებთან. ი.ბერცელიუსი მინერალოგიას განიხილავდა ქიმიის ნაწილად და მას მიწის ქერქის ქიმიას უწოდებდა. მის მიერ 1826 წელს შემოთავაზებულ იქნა მინერალთა საკლასიფიკაციო სქემა, რომლის

მიხედვით იმ დროისათვის ცნობილი მინერალთა სამყარო დაყოფილია: ჟანგეულებად, სილიკატებად, სულფატებად, ჰალოიდებად, კარბონატებად და სხვა ტიპის ნაერთებად. თანამედროვე მინერალოგიის განვითარებაში ი.ბერცელიუსის მინერალთა საკლასიფიკაციო სქემამ დიდი ზეგავლენა მოახდინა და ზოგიერთი დამატებებისა და დაზუსტებების გათვალისწინებით მან დღემდე შეინარჩუნა თავისი მნიშვნელობა.

ი.ბერცელიუსის იდეებმა შემდგომ განვითარება პოვა მისი მოწაფის – ე. მიტჩერლიხის გამოკვლევებში. მის სახელთან არის დაკავშირებული 1819 წელს იზომორფიზმისა და 1822 წელს პოლიმორფიზმის მოვლენების აღმოჩენა. განსაკუთრებული დამსახურება ქიმიური მიმართულების განვითარებაში მიუძღვით: ამერიკელ ქიმიკოს ფ.კლარკს (1847-1931), რომელმაც პირველმა შეისწავლა მიწის ქერქში ქიმიური ელემენტების რაოდენობრივი გავრცელება; ამერიკელ გეოლოგსა და მინერალოგ ჯ. დენას (1813-1895), შეიმუშავა მინერალთა კლასიფიკაციის პრინციპები, რომლებიც დიდი პოპულარობით სარგებლობს დღესაც; გერმანელ მეცნიერ პ.გროტს (1843-1927), რომელმაც დაადგინა კავშირი კრისტალის მორფოლოგიასა და ქიმიურ შედგენილობას შორის; გ.ჩერმაკს (1836-1927); ნ.კოკშაროვს (1818-1892) და სხვ.

გენეტური მიმართულების ამოცანა არის მინერალებისა და მინერალური პარაგენეზისების წარმოშობის პირობებისა და ქიმიურ პროცესთა განზოგადოება. მინერალოგიაში ამ მიმართულების განვითარების საწყისები დაკავშირებულია ცნობილი რუსი მინერალოგებისა და გეოქიმიკოსების, აკადემიკოსების—ვ.ვერნადსკისა (1863-1945) და ა.ფერსმანის (1883-1945) სახელებთან.

ვ.ვერნადსკი გეოლოგიურ-მინერალოგიური მეცნიერების სხვა წარმომადგენლებთან ერთად გვევლინება როგორც მინერალოგიის რეფორმატორი. მან საფუძველი ჩაუყარა მინერალოგიის განვითარების სრულიად ახალ ეტაპს—მინერალებისა და სილიკატების ქიმიური აგებუ-

ლების თეორიას. ვ.ვერნადსკი მინერალოგიას თვლიდა მიწის ქერქის ქიმიად, ხოლო მინერალებს, როგორც ბუნებრივი რეაქციის პროდუქტს — წარმოშობილს განსაზღვრულ თერმოდინამიკურ პირობებში. ის დაჟინებით მოითხოვდა, რომ მინერალების ჯგუფში განეხილათ არა მხოლოდ მყარი სხეულები, არამედ თხევადი და გაზური წარმოშობის ბუნებრივი ნაერთებიც.

გენეტური მინერალოგიის ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი განყოფილებაა ონტოგენია. ონტოგენიის საწყისები და მისი შემდგომი განვითარება დაკავშირებულია ი.შაფრანოვსკის, დ.გრიგორიევის, ა.ჟაბინის, დ.რუნდკვისტის და სხვათა სახელებთან. ონტოგენიის მთავარი ამოცანაა მინერალებისა და მინერალური აგრეგატების ჩასახვის, ზრდის, არსებობისა და შეცვლის პროცესების შესახებ ინფორმაციის მოწოდება. ონტოგენია იკვლევს კრისტალური ნივთიერების წარმოშობის მექანიზმს და მთლიანად აკონტროლებს მისი არსებობის შემდგომ ისტორიას.

კრისტალოქიმიური მიმართულების ჩამოყალიბებასა და მის შემდგომ განვითარებაში დიდი როლი ითამაშა ე.ფედოროვის მიერ მინერალის ქიმიურ შედგენილობასა და მის სტრუქტურას შორის არსებული კანონზომიერებისადმი მიძღვნილმა ფუნდამენტური ხასიათის გამოკვლევებმა. რუსეთში ე. ფეოდოროვი სამართლიანად ითვლება კრისტალოქიმიის პრინციპის ფუძემდებლად.

სტრუქტურული მიმართულების განვითარებასა და სრულყოფაში უდიდესი როლი ითამაშა ნ.ბელოვისა და მისი მოწაფეების მიერ მინერალთა კრისტალური სტრუქტურის შესწავლისადმი მიძღვნილმა ფუნდამენტური ხასიათის შრომებმა. რუსეთში, მინერალოგიაში სტრუქტურული მიმართულების ფუძემდებლად ითვლება აკადემიკოსი ნ.ბელოვი, თუმცა ამ მიმართულების შემდგომ განვითარებაში დიდი წვლილი შეიტანეს ვ.ფრანც-კამენეცკიმ, მ.სმირნოვმა, ბ.ბოკიმ და სხვებმა.

სისტემური მიმართულების გამოყოფას საფუძვლად დაედო მინერალოგიური კვლევის თანამედროვე მე-

თოდების გამოყენებით მოპოვებული კონკრეტული ინფორმაციები მინერალის წარმოშობის, შედგენილობის, ფორმის, სტრუქტურის, ტიპომორფიზმის, პარაგენეზისა და სხვათა შესახებ.

საძიებო და ტექნოლოგიური მიმართულების მთავარი ამოცანაა მინერალოგიურ-ტექნოლოგიური კვლევების თანამედროვე მეთოდების გამოყენებით დახურულ ტერიტორიაზე დაზვერვითი და საძიებო სამუშაოების განახლება და მინერალური ნედლეულის ბაზის გაფართოება. ამ მიმართულების განვითარებაში დიდი დამსახურება აქვთ რუს მეცნიერებს: ფ. ჩუხროვს, მ. გინზბურგს, ვ. კუზმინს და სხვებს.

ექსპერიმენტული მიმართულება სწავლობს მინერალის ხელოვნურად გამოზრდის ტექნიკას ლაბორატორიულ პირობებში. მისი მიზანია მრეწველობისათვის დეფიციტური ბუნებრივი მინერალური ნედლეულის ხელოვნური მინერალებით უზრუნველყოფა. ამ მიმართულების შექმნასა და მის შემდგომ განვითარებაში დიდი დამსახურება მიუძღვით რუს მეცნიერებს: კ.ბრუშჩოვს, დ.ბელიანკინს, ნ.კურნაკოვს, ა.ცვეტკოვს და სხვებს.

გემოლოგია. სხვაგვარად გემოლოგიას უწოდებენ მოძღვრებას ძვირფასი ქვების შესახებ. ამ მიმართულების მინერალოგიიდან გამოყოფის აუცილებლობა განაპირობა იმ დიდმა ინტერესმა, რომელიც ამჟამად მსოფლიოში ძვირფასი ქვების მიმართ არსებობს. გემოლოგია სწავლობს ძვირფასი ქვების წარმოშობის პირობებს, ფერის ბუნებას, სტრუქტურულ თავისებურებებს, კრისტალთა მორფოლოგიას, ჩანართებს. გემოლოგიის მთავარი ამოცანაა, ასევე, ბუნებრივი ძვირფასი ქვების მათი სინთეტიკური ანალოგებისაგან გარჩევა.

2
კრისტალოქიმია

კრისტალური სტრუქტურა და ქიმიური შედგენილობა

მე-19 საუკუნის დასაწყისში საფუძველი ჩაეყარა მინერალოგიის ერთ-ერთი მიმართულების – მინერალოგიური ქიმიის განვითარებას. მისი განვითარება მიზეზობრივ კავშირშია ნივთიერების შედგენილობის კანონის აღმოჩენასთან, ნივთიერების აგებულების ატომური თეორიის შექმნასა და მინერალოგიაში ზუსტი რაოდენობრივი ქიმიური ანალიზების მეთოდების დანერგვასთან. წარმოდგენები მინერალოგიური ქიმიის შესახებ ვითარდებოდა და იცვლებოდა პეტროგრაფიის დარგში მოპოვებული ცოდნის ზრდის პარალელურად, რაც შემდგომ გეოლოგიური მეცნიერებიდან მისი ერთ-ერთი წამყვანი დარგის – გეოქიმიის დამოუკიდებელ მეცნიერებად შექმნის საფუძველი გახდა.

ცხადია, კრისტალური სხეულის ბევრი თვისება განპირობებულია ქიმიური შედგენილობით, მაგრამ არანაკლები მნიშვნელობა აქვს მასში შემავალი მატერიალური ნაწილაკების – ატომების, იონებისა და მოლეკულების გეომეტრიულად სწორ განლაგებას სივრცეში – სტრუქტურას. კრისტალურ სტრუქტურას გააჩნია მკაცრად და კანონზომი-

ერად განსაზღვრული შინაგანი აგებულება. მე-18 საუკუნეში პირველად იქნა აღმოჩენილი კავშირი მინერალის ქიმიურ შედგენილობასა და სტრუქტურას შორის, რომელიც კიდევ უფრო დაზუსტდა რენტგენის სხივების აღმოჩენის შემდეგ. ამერიკელი მეცნიერი ა.ვინჩელი მინერალების რენტგენის სხივებით კვლევის მნიშვნელობის შესახებ წერდა: ''თუ კრისტალოგრაფები ეცნობიან მინერალს ისე, როგორც შესაძლოა შევისწავლოთ შენობა მისი დათვალიერებით; თუ ქიმიკოსები ცდილობენ შეისწავლონ ეს შენობა მისი დაშლით და მის შედგენილობაში შემავალი ცალკეული მასალის შესწავლით, რენტგენოსტრუქტურული ანალიზი პირველი იძლევა საშუალებას შევიდეთ შენობაში და დავათვალიეროთ მისი შინაგანი განლაგება და წყობა''.

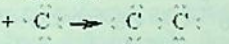
ამგვარად, მინერალის კომპლექსური დახასიათებისათვის აუცილებელია მისი ქიმიური შედგენილობისა და კრისტალური სტრუქტურის ერთობლივი შესწავლა. კრისტალოგრაფებისა და ქიმიკოსების ამ მიმართულებით კვლევის ინტერესების დამთხვევამ საფუძველი ჩაუყარა კრისტალოგრაფიასა და მინერალოგიას შორის მომიჯნავე მიმართულების – კრისტალოქიმიის განვითარებას, რომლის, როგორც მეცნიერების, მიზანია დაადგინოს კავშირი კრისტალურ ნივთიერებებში ქიმიურ შედგენილობას, შინაგან სტრუქტურასა და ფიზიკურ თვისებებს შორის.

ქიმიური ბმის ძალები მინერალებში

ყოველ მინერალს აქვს თავისი ინდივიდუალური (საკუთარი) ,,კონსტიტუცია'' – ქიმიური შედგენილობა და კრისტალური სტრუქტურა. სტრუქტურა არის კრისტალის შემადგენელი ელემენტარული ნაწილაკების (ატომები, იონები, მოლეკულები) ან ანიონური ჯგუფების სივრცეში მოწესრიგებული განლაგება. მინერალებში ელემენტარული ნაწილაკების დამაკავშირებელი ძალები თავისი ბუნებით

ელექტრონულია. ქიმიურ ბმის ტიპებს შორის გამოყოფენ: იონურ, კოვალენტურ, მეტალურ და ვან-დერ-ვაალსის ტიპის კავშირებს.

კ ო ვ ა ლ ე ნ ტ უ რ ი ბ მ ი ს (კოვალენტური გაერთიანებულს ნიშნავს) შემთხვევაში ატომებს შორის კავშირი ხორციელდება ელექტრონების გაწყვილების ხარჯზე. სხვაგვარად, ამ ტიპის ბმას შეიძლება ეწოდოს ელექტრონული წყვილებით განხორციელებული ბმა, მაგალითად, ქლორის ყოველ ატომს აქვს სამი გაწყვილებული და ერთი (მეშვიდე) გაუწყვილებელი ელექტრონი. ამ დროს მდგრადი რვაელექტრონიანი კონფიგურაციის მიღწევა და შესაბამისად ქიმიური ბმის წარმოქმნა შესაძლებელი ხდება ყოველი ატომის გაუწყვილებელი ელექტრონების გაწყვილებით (საერთო ელექტრონული წყვილი).



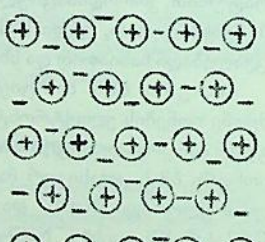
კოვალენტური ტიპის ბმები ძირითადად დამახასიათებელია ორგანული ნაერთებისათვის, ნაკლებად – მინერალებისათვის. ამ ტიპის ბმების მქონე მინერალები გამოირჩევა მდგრადობით, დუღილისა და ლღობის მაღალი ტემპერატურით, კოორდინაციული რიცხვის სიმცირით, მჟავეებში უხსნადობით, დიდი სიმაგრით, ელექტროგამტარობის ცვალებადი ხასიათით და სხვ.

ი ო ნ უ რ ი ბ მ ა ხორციელდება განსხვავებული ნიშნის მქონე იონების ელექტროსტატიკური მიზიდულობით. ზოგჯერ მას კოვალენტური ბმის ნაირსახეობად განიხილავენ. იონური ბმის კლასიკურ მაგალითად გამოდგება: ნატრიუმის ქლორიდი (NaCl) და მისი მსგავსი ნაერთები: KCl, CsCl, LiF, KF და სხვ. NaCl-ის (ქვამარილი) კრისტალში Na ყოველი იონი გარშემოცმულია Cl-ის 6 იონით. ნატრიუმისა და ქლორის ატომების ურთიერთზემოქმედებისას, ნატრიუმის ატომებს უფრო ადვილად შეუძლიათ ყოველი მიმართულებით გასცენ ერთი ელექტრონი, ვიდრე შეიერთოს

7. ქლორის ატომებს – პირიქით: ადვილად შეუძლიათ ერთი ელექტრონის მიერთება, ვიდრე 7 ელექტრონის გაცემა. შედეგად Na იძენს კეთილშობილი გაზის, ნეონის (Ne) ელექტრონულ კონფიგურაციას, ხოლო Cl–არგონისას (Ar).

იონური ბმა ძირითადად არაორგანული ნაერთებისათვის არის დამახასიათებელი. აღნიშნული ბმები ხალასი ელემენტებისა და სულფიდების გარდა თითქმის ყველა ჯგუფის მინერალებში ხორციელდება. იონური ბმის მქონე მინერალებისათვის დამახასიათებელია: ელექტრობისა და სითბოს ცუდი გამტარობა (ტემპერატურის ზრდის შემთხვევაში ელექტროგამტარობა შეიძლება გაიზარდოს), ლღობისა და დუღილის ტემპერატურის მაღალი წერტილები, კოორდინაციული რიცხვის სიდიდე, ხსნადობის მაღალი ხარისხი და სხვ.

მ ე ტ ა ლ უ რ ი ბ მ ა განიხილება როგორც ერთმანეთთან მჭიდროდ დაკავშირებულ დადებითად დამუხტული იონების ერთობლიობა, რომელთა შორის თავისუფლად მოძრაობენ სავალენტო ელექტრონები ე.წ. ,,ელექტრონული გაზის'' სახით. სქემატურად მეტალური ბმა შემდეგნაირად გამოისახება (სურ. 1)



სურ. 1. მეტალური ბმის ტიპი

როგორც ჩანს, მეტალური ბმისათვის დამახასიათებელია ატომების განლაგების სიმჭიდროვე. აქ თითოეული ატომი ცდილობს გარს შემოიკრიბოს მეზობელი ატომების რაც შეიძლება მეტი რაოდენობა. ამ ტიპის ბმები ძირითადად გავრცელებულია მეტალებში (ხალასი მეტალების სტრუქტურული ტიპი), იშვიათად ზოგიერთ

სულფიდებსა და არსენიდებში. მეტალური ბმის მქონე მინერალები გამოირჩევა: პლასტიურობის მაღალი ხარისხით, ღუნვადობით, ჭედადობით კოორდინაციული რიცხვის მაქსიმალური რაოდენობით (8, 12), დაბალი სიმაგრით, ელექტრობის და სითბოს საუკეთესო გამტარობით, ლღობისა და დუღილის მაღალი ტემპერატურით და სხვ.

ვან-დერ-ვაალსის, ანუ ნარჩენი ბმის არსებობა პირველად დადგენილ იქნა 1873 წელს ჰოლანდიელი ფიზიკოსის, ვან-დერ-ვაალსის მიერ. ამ ტიპის ბმა დანარჩენ ტიპის ბმებთან შედარებით ყველაზე სუსტია. მასში მოლეკულებს შორის მოქმედი ძალები წარმოიშობიან ატომების მიერ ელექტრონების გაცემის გარეშე. კავშირი ფაქტობრივად ხორციელდება ნეიტრალურ მოლეკულებს შორის, თუმცა მოლეკულების (მაგალითად Cl) ბოლოებზე არ გამორიცხავენ დადებითი და უარყოფითი მუხტების მცირე კონცენტრაციას. მოცემულ შემთხვევაში მოლეკულების დამუხტვის ხარისხი იმდენად მცირეა, რომ მათ შორის ელექტროსტატიკური მიზიდულობის ძალები დიდად ჩამორჩება იონური და კოვალენტური კავშირებისათვის დამახასიათებელ ძალების სიდიდეებს. მოლეკულებს შორის მანძილის ზრდის შესაბამისად ძალები მნიშვნელოვნად მცირდება. ვან-დერ-ვაალსის ტიპის კავშირები ძირითადად ორგანული ნაერთებისათვის არის დამახასიათებელი. არაორგანული ნაერთებიდან განვითარებულია ხალას ელემენტებში (S, Se,Te), სილიკატებში (ფენობრივი ანიონური მოტივით) და ზოგიერთ ჟანგეულებში. ვან-დერ-ვაალსის ტიპის კავშირის მქონე მინერალები გამოირჩევიან კოორდინაციული რიცხვის სიმცირით, დაბალი სიმაგრით, იდეალური ტკეჩვადობით, ლღობის დაბალი ტემპერატურით, მაღალი დიალექტრიკული თვისებებით და სხვ.

მინერალების სტრუქტურებში მატერიალურ ნაწილაკებს შორის მოქმედი ბმის ძალების ბუნების მიხედვით გა-

მოყოფენ: ჰომო- და ჰეტეროდესმურ მინერალებს და შესაბამისად – სტრუქტურებს.

ჰომოდესმური ანუ იზოდესმური (ბერძ. ''ჰომოს'' ერთნაირს, ''დესმოს'' კავშირი) მინერალების სტრუქტურაში მატერიალურ ნაწილაკებს შორის მხოლოდ ერთი ტიპის კავშირი მოქმედებს (ან მარტო იონური, ან მარტო კოვალენტური და ა.შ.). ამ ტიპის კავშირის მქონე მინერალების ჯგუფს მიეკუთვნება: ჟანგეულები, ჰიდროჟანგეულები, მარტივი ჰალოგენიდები, ზოგიერთი სულფიდი და ხალასი ელემენტი.

ჰეტეროდესმური ანუ ანიზოდესმური (ბერძ. ''ჰეტეროს'' განსხვავებულს ნიშნავს) მინერალების სტრუქტურაში, მის სხვადასხვა ნაწილებში, სხვადასხვა მიმართულებით მატერიალურ ნაწილაკებს შორის კავშირი არ არის ერთნაირი. კერძოდ, ატომების ერთი ჯგუფის ფარგლებში კავშირი ხორციელდება ერთი ტიპის კავშირით, ხოლო ჯგუფებს შორის – სხვა ტიპის კავშირების მეშვეობით; ასე რომ, ჰეტეროდესმურ სტრუქტურაში მოქმედებს სხვადასხვა ტიპის ბმები: კოვალენტური + ვან-დერ-ვაალსის, ან კოვალენტური + იონური და ა.შ. ჰეტეროდესმური სტრუქტურის მინერალებს მიეკუთვნება: ზოგიერთი სილიკატი, ხალასი ელემენტი, სულფიდები, კარბონატები, სულფატები და სხვ.

ატომთა და იონთა რადიუსის ზომები მინერალებში

იონის უმნიშვნელოვანესი მახასიათებელია რადიუსი, რომლის ზომები განპირობებულია შესაბამისი იონების რაოდენობით, მუხტის ნიშნით და მისი სიდიდით. ყოველი იონის გარშემო არსებობს გარკვეული მოქმედების არე, რომლის შიგნით სხვა იონი ვერ აღწევს. მოქმედების ამ არეს იონის სფეროს უწოდებენ, ხოლო რადიუსს–იონურს. იონ-

ური რადიუსის ქვეშ იგულისხმება ის მინიმალური მანძილი, რომლითაც მოცემული იონის სფეროს ცენტრი უახლოვდება მეზობელი იონის სფეროს ზედაპირს. ელემენტთა იონური რადიუსის ზომების ცვალებადობა დამოკიდებულია ელემენტთა პერიოდულ სისტემაში მათი განლაგების ადგილზე. კერძოდ, პერიოდული სისტემის ვერტიკალურ და ჰორიზონტალურ რიგებში ატომებისა და იონების რადიუსის ზომების ცვალებადობის კანონზომიერება ასეთია: ჰორიზონტალურ რიგში იონური რადიუსის ზომები მარცხნიდან მარჯვნივ ვალენტობის ზრდის შესაბამისად მცირდება: Na^{+} (0.98 Å), Mg^{2+} (0.74 Å), Al^{3+} (0.57 Å) , Si^{4+} (0.39 Å) და ა.შ. პერიოდული სისტემის ცალკეულ ჯგუფებში ზევიდან ქვევით (ვერტიკალური მიმართულებით) ელემენტთა ატომური წონის ზრდის შესაბამისად იზრდება იონური რადიუსის ზომებიც: Li^{+} (0.68 Å), Na^{+} (0.98 Å), K^{+}(1.33 Å), Rb^{+}(1.49 Å), Cs^{+}(1.69 Å) და ა.შ.

აღნიშნული კანონზომიერება არ ვრცელდება ლანთანოიდებისა და აქტინოიდების ჯგუფის ელემენტებზე. კერძოდ, ამ ჯგუფში ელემენტთა რიგითი ნომრის ზრდას თან ახლავს იონური რადიუსების ზომების მნიშვნელოვნად შემცირება: $^{57}La^{3+}$ 1.04Å- დან $^{71}Lu^{3+}$ 0.80 Å -მდე, $^{89}As^{3+}$ 1.11 Å -დან $^{95}Am^{3+}$ 0.85 Å-მდე. ამ მოვლენას ქიმიკოსები ლანთანოიდურ და აქტინოიდურ შეკუმშვას უწოდებენ. ელემენტთა იონური რადიუსების ზომების ცვალებადობის კანონზომიერების დადგენა ე.წ. ''მენდელეევ-ფერსმანის დიაგონალური რიგების წესის'' აღმოჩენის საფუძველი გახდა. ამ წესის თანახმად ელემენტთა პერიოდულ სისტემაში ზემოდან ქვემოთ დიაგონალური მიმართულებით მარჯვნივ განლაგებული ელემენტები მსგავსი იონური რადიუსების ზომებით ხასიათდებიან: Li^{+} (0.68 Å), Mg^{2+} (0.74 Å); Na^{+} 0.98 Å), Ca^{2+} (1.04 Å); K^{+} (1.33 Å), $S\,r^{2+}$ (1.20 Å), Rb^{+} (1.38 Å), Ba^{2+} (1.43 Å); Al^{3+} (0.57 Å), Ti^{4+} (0.64 Å) და სხვ.

საინტერესო მოვლენა შეიმჩნევა ცვალებადი ვალენტობის მქონე ელემენტებში. მათში ადგილი აქვს იონური რადიუსის ზომების შემცირებას დადებითი მუხტის ზრდის ფონზე: Mn^{2+} 0.96 Å, Mn^{3+} 0.58 Å, Mn^{4+} 0.39 Å, Mn^{6+} 0.26 Å. დადგენილია იონური რადიუსის ზომების ცვალებადობა სხვადასხვა კოორდინაციაში მყოფი ერთი და იგივე ელემენტებისათვის. კერძოდ, კოორდინაციული რიცხვის ზრდის შესაბამისად იონური რადიუსის ზომები იზრდება. მაგალითად, ტყვიის (Pb^{2+}) იონური რიდიუსის ზომების მნიშვნელობა ოთხი კოორდინაციული რიცხვისათვის ტოლია 1.02 Å, თორმეტისათვის –1.57 Å; ალუმინის (Al^{3+}) ოთხი კოორდინაციული რიცხვისათვის – 0.39 Å, ხუთისათვის – 0.48 Å, ექვსისათვის – 0.53 Å.

კოორდინაციული რიცხვის პრინციპი

კრისტალურ ნაერთთა სტრუქტურაში თითოეული იონი ცდილობს თავის გარშემო შემოიკრიბოს საწინააღმდეგოდ დამუხტული იონების მაქსიმალური რაოდენობა. კოორდინაციულ რიცხვს უწოდებენ იონების უახლოეს გარემოცვაში მყოფი საწინააღმდეგო ნიშნის იონთა რაოდენობას. კოორდინაციული რიცხვის სიდიდე დამოკიდებულია რადიუს-კათიონისა და რადიუს-ანიონის შეფარდებათა სიდიდეზე, მინერალის შედგენილობასა და სტრუქტურაზე, ქიმიური ბმის ტიპზე, მინერალწარმომქმნელი გარემოს თერმოდინამიკურ პირობებზე (P,T,C).

კოორდინაციული რიცხვის მნიშვნელობები რადიუს-კათიონებისა და რადიუს-ანიონების შეფარდებათა მნიშვნელობებთან დამოკიდებულებაში მოცემულია ცხრილის სახით (ცხრილი 1).

ცხრილი 1

	იონური რადიუსების თანაფარდობა Rk : Ra	კოორდინაციული რიცხვი
სამკუთხედი	0.15 – 0.22	3
ტეტრაედრი	0.22 – 0.41	4
ოქტაედრი	0.41 – 0.73	6
კუბი	0.73 – 1	8
კუბოოქტაედრი ან მისი ტრიგონული ანალოგი	>1	12

კოორდინაციული რიცხვის სიდიდეს მნიშვნელოვნად განსაზღვრავს ქიმიური ბმის ტიპები. მაგალითად, იონური ბმის ტიპის სტრუქტურებში (NaCl, CaF_2 და სხვ.) კოორდინაციული რიცხვებია 6 და 8. კოვალენტური ბმის სტრუქტურებში (C, ალმასი, გრაფიტი) 3 და 4, მეტალური ბმის სტრუქტურებში (Au, Ag, Cu) 8 და 12. და ა.შ. როგორც ვხედავთ, კოორდინაციული რიცხვის მნიშვნელობები ფართო საზღვრებში ცვალებადობს (2-დან–12-მდე), მათგან ბუნებაში ფართო გავრცელება აქვს 4, 6, 8, 12 და შედარებით ნაკლებ 2, 5, 7, 9 კოორდინაციულ რიცხვებს.

კოორდინაციული რიცხვის სიდიდე დიდად არის დამოკიდებული მინერალწარმომშობი გარემოს თერმოდინამიკურ პირობებზე. დადგენილია, რომ წნევის (P) ზრდის და ტემპერატურის (T) შემცირების პირობებში კოორდინაციული რიცხვის რაოდენობა იზრდება. ნათქვამის საილუსტრაციოდ გამოდგება Al, რომლის კოორდინაციული რიცხვი მინდვრის შპატებში (შედარებით მაღალი ტემპერატურის პირობებში) 4-ის ტოლია, ხოლო კაოლინიტში (დაბალი ტემპერატურის პირობებში) – 6. საყურადღებოა აღინიშნოს, რომ ერთი და იგივე ქიმიური ელემენტი გან-

სხვავებული სტრუქტურისა და შედგენილობის ნაერთებში სხვადასხვა კოორდინაციული რიცხვის სიდიდით ხასიათდება. მაგალითად, კალციტში ($CaCO_3$) Ca-ის კოორდინაციული რიცხვია 6, არაგონიტში ($CaCO_3$)–9, ანორთიტში ($Ca[Al_2Si_2O_8]$) – 8, პეროვსკიტში ($CaTiO_3$)—12 და ა.შ.

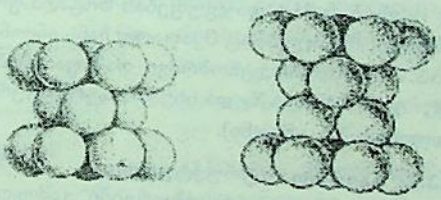
ატომებისა და იონების უმჭიდროესი წყობის პრინციპი

კრისტალურ ნივთიერებათა სტრუქტურაში ატომებისა და იონების განლაგების მოდელირებისა და სტრუქტურის ბუნების დადგენის მიზნით გამოიყენება ე.წ. სფეროების უმჭიდროესი წყობის პრინციპი. პრინციპის არსი მდგომარეობს თანაბარი ზომის სფეროებით სივრცის მაქსიმალურ შევსებაში იმგვარად, რომ სიცარიელეთა რაოდენობა იყოს რაც შეიძლება მინიმალური. სფეროების უმჭიდროესი წყობის პრინციპი კრისტალოგრაფიაში მისი ერთ-ერთი ძირითადი მიმართულების სტრუქტურული კრისტალოგრაფიის შექმნის საფუძველი გახდა.

განვიხილოთ თანაბარი ზომის სფეროების ერთმანეთზე განლაგების რამდენიმე ვარიანტი. დავაწყოთ სფეროების პირველი შრე, მასზე დავაწყოთ მეორე, მესამე, მეოთხე და ა.შ. ისეთნაირად, რომ სფეროებს შორის სიცარიელეების წილად დარჩეს რაც შეიძლება მინიმალური სივრცე. პირველი შრე აღვნიშნოთ A, მეორე B, მესამე C-თი და ა.შ. C შრე პირველ შემთხვევაში A შრეზე შეიძლება დავაწყოთ ისე, რომ მან გაიმეოროს A შრეში დაწყობილი სფეროების განლაგება, ხოლო მეორე შემთხვევაში ისეთნაირად, რომ არ გაიმეოროს რომელიმე შრეში დაწყობილი ბირთვების წყობის პოზიცია და მხოლოდ მეოთხე შრიდან დავიწყოთ განმეორება. სფეროების დაწყობის ორივე შემთხვევა უმჭიდროესი წყობაა იმ განსხვავებით, რომ პირველ შემთხვევაში გამეორებადი შრეები გამოყოფილია ერთშრიანი

შუალედით, ხოლო მეორე შემთხვევაში—ორშრიანი შუალედით. პირველ შემთხვევაში საქმე გვაქვს ორშრიან უმჭიდროეს წყობასთან, ანუ სხვაგვარად მას ჰექსაგონურ უმჭიდროეს წყობასაც უწოდებენ (სურ. 2ა). წყობის ზოგადი ფორმულა ასეთია: AB, AB, AB, AB და ა.შ. მეორე შემთხვევაში მიიღება სამშრიანი უმჭიდროესი წყობა, რომელსაც სხვაგვარად კუბურ უმჭიდროეს წყობასაც უწოდებენ (სურ. 2ბ). წყობის ზოგადი ფორმულა ასეთია: ABC, ABC, ABC, ABC და ა შ.

ნებისმიერი უმჭიდროესი წყობის შემთხვევაში სფეროები მთლიანი სივრცის მხოლოდ 74% ავსებენ, დანარჩენი 26% სფეროებს შორის არსებულ სიცარიელეებზე მოდის. გამოყოფენ ორი ტიპის სიცარიელეებს. პირველი მათგანი შედარებით მცირე ზომისაა და მოქცეულია ოთხ სფეროს შორის (მათგან სამი ერთი შრისაა, ხოლო მეოთხე ზევიდან ან ქვევიდან მიდგმული უახლოესი შრის). ამ ტიპის სიცარიელეებს ტეტრაედრულს უწოდებენ – კოორდინაციული რიცხვით 4. მეორე ტიპის სიცარიელე შედარებით დიდი ზომით გამოირჩევა და გარემოცულია ექვსი სფეროთი (მათგან სამი ერთი შრისაა, დანარჩენი სამიც – მოს-



ა ბ

სურ. 2. ა – ორშრიანი (ჰექსაგონური) და ბ – სამშრიანი (კუბური) სფეროების უმჭიდროესი წყობები

აზღვრე შრის). მათ ოქტაედრულ სიცარიელეებს უწოდებენ – კოორდინაციული რიცხვით 6. უმჭიდროესი წყობის ყოველი სფერო შემოსაზღვრულია 6 ოქტაედრული და 8 ტეტრაედრული სიცარიელით.

ტეტრაედრულ სიცარიელეებში თითოეული სიცარიელიდან ერთ სფეროზე მოდის $\frac{1}{4}$; ($\frac{1}{4}$ x 8)—ე.ი. ორი ტეტრაედრული სიცარიელე. ოქტაედრულ სიცარიელეებში თითოეული სიცარიელიდან ერთ სფეროზე მოდის $\frac{1}{6}$; ($\frac{1}{6}$ x 6) – ე.ი. ერთი ოქტაედრული სიცარიელე. როგორც ჩანს, ტეტრაედრული სიცარიელეების რიცხვი ორჯერ აღემატება უმჭიდროეს წყობაში მონაწილე სფეროების რიცხვს, ხოლო ოქტაედრული სიცარიელეების რიცხვი წყობაში მონაწილე სფეროების რიცხვის ტოლია.

ამგვარად, უმჭიდროეს წყობებში ერთ სფეროზე მოდის ორი ტეტრაედრული და ერთი ოქტაედრული სიცარიელე.

სტრუქტურის ტიპები

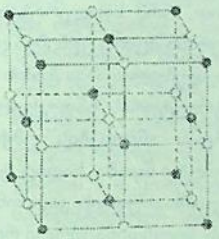
მინერალთა სტრუქტურების კლასიფიკაციის ერთ-ერთ მეთოდად იყენებენ მათ დაჯგუფებას ზოგადი ფორმულების დახმარებით, რომლებშიც მკაფიოდ ჩანს ანიონებსა და კათიონებს შორის რაოდენობრივი თანაფარდობა. გამოყოფენ AX, A_2X_3 A_3X, AX_2 და სხვათა სტრუქტურულ ტიპებს (A–კათიონია , X– ანიონი).

AX ტიპის ნაერთთა სტრუქტურები

ამ ტიპის ნაერთთა სტრუქტურებში გამოყოფენ ქვამარილის, ცეზიუმქლორის, სფალერიტის და სხვათა სტრუქტურულ ტიპებს.

ქ ვ ა მ ა რ ი ლ ი ს (NaCl), ანუ ჰალიტის სტრუქტურულ ტიპში ქლორისა და ნატრიუმის იონები ერთმანეთისაგან

დამოუკიდებლად განლაგებული არიან წახნაგცენტრირებული კუბური მესრის კვანძებში. უმჭიდროეს კუბურ წყობას ქმნის Cl ანიონები; Na კათიონები ავსებს ყველა ოქტაედრულ სიცარიელეებს. შეუვსებელი მხოლოდ ტეტრაედრული სიცარიელეები რჩება (სურ. 3).

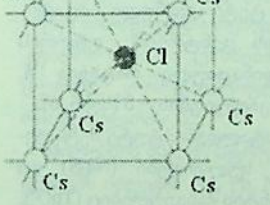


სურ. 3. ქვამარილის სტრუქტურა

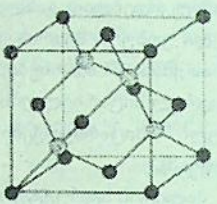
ჰალიტის სტრუქტურაში ორივე იონის კოორდინაციული რიცხვი 6-ია, ანიონებისა და კათიონების რიცხვი ტოლი. ქვამარილის მსგავს სტრუქტურებს იძლევა: ლითიუმის, ვერცხლის, კალიუმის ჰალოგენიდები, MgO, PbS, NiO და სხვა ნაერთები.

ცეზიუმის ქლორიდის (CsCl) სტრუქტურულ ტიპში Cs ატომები პრიმიტიული უჯრედის კუბური მესრის კვანძებშია განლაგებული, ხოლო Cl-ის ერთადერთი ატომი ელემენტარული უჯრედის ცენტრალურ ნაწილში (სურ. 4)

როგორც სურათიდან ჩანს, ერთ ელემენტარულ უჯრედს ეკუთვნის ორივე ელემენტის თითო ატომი. კოორდინაციული რიცხვი ორივე სტრუქტურული ნაწილაკისათვის ტოლია 8-ის. ცეზიუმქლორის სტრუქტურულ ტიპში კრისტალდებიან ცეზიუმის ყველა დანარჩენი ჰალოგენიდები (გარდა CsF), ტალიუმის ჰალოგენიდები (გარდა ტალიუმის ფტორიდისა) და რიგი შენადნობები (AgCd, AgMg, AlFe და სხვ).



სურ. 4. ცეზიუმის სტრუქტურა

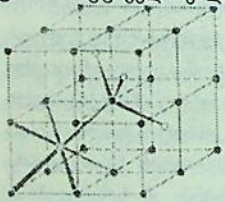


სურ. 5. სფალერიტის სტრუქტურა

სფალერიტის (ZnS) სტრუქტურული ტიპი. ამ ტიპის სტრუქტურა ძალიან მიაგავს ალმასის სტრუქტურას იმ განსხვავებით, რომ სფალერიტის სტრუქტურაში მცირე კუბების ცენტრები დაკავებულია სხვა ტიპის იონებით. სტრუქტურის საფუძველია გოგირდის ანიონების უმჭიდროესი კუბური წყობა, სადაც ტეტრაედრული სიცარიელეების ნახევარს თუთიის კათიონები ავსებს. გოგირდისა და თუთიის კოორდინაციული რიცხვია 4 (სურ. 5).

AX_2 ტიპის ნაერთთა სტრუქტურები

ფლუორიტის (CaF_2) სტრუქტურული ტიპი. ამ ტიპის ნაერთთა სტრუქტურებში ანიონების რიცხვი ორჯერ აღემატება კათიონებისას. ფლუორიტის სტრუქტურული ტიპის საფუძველს კალციუმის კათიონების უმჭიდროესი კუბური წყობა წარმოადგენს, სადაც Ca კათიონები სივრცობრივად წახნაგცენტრირებული კუბური მესრის კვანძებშია განლაგებული, ხოლო F ანიონები ყველა ტეტრაედრული სიცარიელეების ცენტრებში. ფტორის კოორდინაციული რიცხვია 4, ხოლო კალციუმის – 8 (სურ. 6).

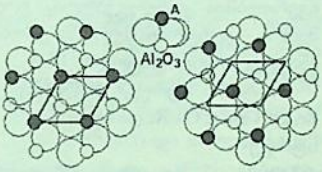


სურ. 6. ფლუორიტის სტრუქტურა

ფლუორიტის სტრუქტურაში კრისტალდება: ტუტე მეტალების ჟანგეულები (Li_2O, Na_2O), სულფიდები (Na_2S) და ზოგიერთი რადიოაქტიური ელემენტის ჟანგეულებიც (ThO_2).

A_2X_3 ტიპის ნაერთთა სტრუქტურები

ამ ტიპის ნაერთთა სტრუქტურებიდან ფართო გავრცელება აქვს კორუნდის (Al_2O_3) სტრუქტურულ ტიპს, რომელიც წარმოადგენს ჟანგბადის იონების უმჭიდროეს ჰექსაგონურ წყობას, სადაც ალუმინის კათიონები ოქტაედრული სიცარიელეების მხოლოდ 2/3 ავსებს (სურ. 7). ალუმინის კოორდინაციული რიცხვია 6, ჟანგბადის – 4. კორუნდის სტრუქტურულ ტიპში კრისტალდება: Cr_2O_3, Fe_2O_3 და სხვ.



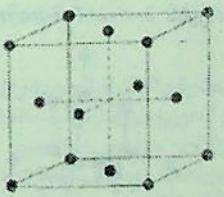
სურ.7. კორუნდის სტრუქტურა

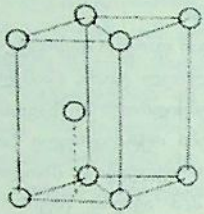
ზოგიერთ მარტივ ნივთიერებათა სტრუქტურები

უმჭიდროესი წყობების პრინციპების საფუძველზე აგებულ მარტივ ნივთიერებათა სტრუქტურებში განიხილავენ სპილენძის, მეტალური მაგნიუმის, გრაფიტის, ალმასის და სხვა სტრუქტურულ ტიპებს.

სპილენძის (Cu) სტრუქტურის საფუძველია თანაბარი ზომის ბირთვების უმჭიდროესი კუბური წყობა. ამ ტიპის სტრუქტურაში მეტალთა იონები განლაგებულნი არიან წახნაგცენტრირებული კუბური მესრის კვანძებში. (სურ.8). კოორდინაციული რიცხვი უდრის 12.

სპილენძის მსგავს სტრუქტურებს იძლევა: Ag, Pb, Ni, Co, Sr, Au და სხვ.


სურ. 8. სპილენძის სტრუქტურა

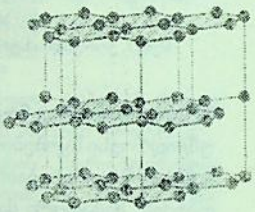


სურ.9. მაგნიუმის სტრუქტურა

მაგნიუმის (Mg) სტრუქტურული ტიპი უმჭიდროესი ჰექსაგონური წყობის ტიპური მაგალითია. ყოველ ელემენტარულ უჯრედზე მოდის მაგნიუმის 2 ატომი, რომელთაგან ერთი ტრიგონული პრიზმის წვეროებშია განლაგებული, ხოლო მეორე – ცენტრში (სურ. 9). კოორდინაციული რიცხვი ტოლია 12.

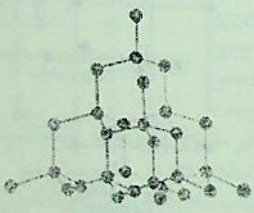
ამ ტიპის სტრუქტურებს იძლევა: Zr, La, Cr, Zn, Os, Re და სხვ.

გრაფიტის (C) სტრუქტურულ ტიპში ნახშირბადის იონები განლაგებულნი არიან პარალელურ შრეებად და ქმნიან წესიერი ექვსკუთხოვანი კვეთის ბადეებს. ბადეში ნახშირბადის ატომები განლაგებულნი არიან წესიერი ექვსკუთხედის წვეროებში, ხოლო ექვსკუთხედის ცენტრები ცარიელი რჩება (სურ. 10).



სურ. 10. გრაფიტის სტრუქტურა

როგორც სურათიდან ჩანს, ერთი შრის ფარგლებში ნახშირბადის ატომებს შორის მანძილი გაცილებით ნაკლებია შრეებს შორის მანძილთან შედარებით. ამ მიზეზის გამო გრაფიტი ამჟღავნებს იდეალურ ტკეჩვადობას და ძლიერ ოპტიკურ ანიზოტროპიულ თვისებებს.



სურ. 11. ალმასის სტრუქტურა

ალმასის (C) სტრუქტურული ტიპი გრაფიტისაგან განსხვავებით არის წახნაგცენტრირებული კუბური მესრის მსგავსი, რომელშიაც ნახშირბადის ატომების

ერთი ნაწილი განლაგებულია კუბური მესრის კვანძებში, ნაწილიც – მორიგეობით იკავებს მცირე კუბების ცენტრებს (სურ. 11). კოორდინაციული რიცხვი ტოლია 4. ალმასის სტრუქტურულ ტიპში კრისტალდება Si, Ge და სხვ.

იზოსტრუქტურული მინერალები

იზოსტრუქტურული მინერალების ქვეშ იგულისხმება ორი ან მეტი მინერალი, რომელთაც, განსხვავებული ფიზიკურ-ქიმიური და მექანიკური თვისებების მიუხედავად, მსგავსი კრისტალური სტრუქტურა გააჩნია. იზოსტრუქტურული ნაერთების კლასიკურ მაგალითად გამოდგება ჰალიტი (NaCl) და გალენიტი (PbS). ამ მინერალთა სტრუქტურაში, მათი განსხვავებული შედგენილობის მიუხედავად, ელემენტარული ნაწილაკების სივრცობრივი განლაგება სრულიად იდენტურია (ეკვივალენტურია).

იზოტიპური მინერალები. აღნიშნული ტერმინიც ასევე ორი ან მეტი მსგავსი კრისტალური სტრუქტურების მინერალისათვის გამოიყენება, თუმცა მათში, იზოსტრუქტურული მინერალებისაგან განსხვავებით, მატერიალური ნაწილაკების სივრცობრივი განლაგება არაეკვივალენტურია. ამ ტიპის ნაერთთა კლასიკურ მაგალითად გამოდგება კალციტი ($CaCO_3$) და ქვამარილი (NaCl).

მინერალთა ქიმიური შედგენილობა და ფორმულები

ქიმიური შედგენილობის ცვალებადობის მიზეზები. მინერალთა ქიმიურ შედგენილობაში დ. მენდელეევის ელემენტთა პერიოდული სისტემის თითქმის ყველა ელემენტი მონაწილეობს, თუმცა მათგან წამყვანი როლი მხოლოდ 9 ელემენტს— Si, Fe, Mg, Ca, Na, K, H, Al ეკუთვნის. ბუნებრივ პირობებში წარმოშობილი მინერალების აბსოლუტური უმრავლესობის სუფთა ნაერთებად განხილვა გამორიცხუ-

ლია. მათი იდეალური შედგენილობიდან გადახვევის მრავალი მიზეზიდან მთავარია: 1. მინერალების სტრუქტურაში, მის დამოუკიდებელ სახედ განმსაზღვრელ ელემენტთან (ელემენტებთან) უცხო მექანიკური მინარევების მონაწილეობა და 2. მოცემული მინერალის კრისტალურ სტრუქტურაში საკუთარი იონების ან იონთა ჯგუფის უცხო იონებით ან იონთა ჯგუფით ჩანაცვლების პროცესი (იზომორფიზმის მოვლენა). მინერალი მუდმივ შედგენილობას ინარჩუნებს ქიმიური მინარევების მინიმალური (<0,01%) შემცველობისას (კვარცი, ალმასი, ანორთიტი, კიანიტი და სხვ.). სტატისტიკური კვლევებით დადასტურებულია, რომ, გავრცელების თვალსაზრისით მუდმივი შედგენილობის მინერალები მნიშვნელოვნად ჭარბობენ ცვალებადი შედგენილობის მინერალებს.

ქ ი მ ი უ რ ი ა ნ ა ლ ი ზ ი. ქიმიური ანალიზის მთავარი მიზანია მინერალში მონაწილე ელემენტების განსაზღვრა და მათ შორის რაოდენობრივი თანაფარდობის დადგენა. ქიმიურ ანალიზებს არ მოეთხოვება მინერალის სტრუქტურაში ელემენტების სივრცობრივი განლაგების შესახებ რაიმე ინფორმაციის მოწოდება.

მინერალის შედგენილობის განსაზღვრის მეთოდებიდან შედარებით სრულყოფილია რაოდენობითი ქიმიური ანალიზის, სხვაგვარად, სრული სილიკატური ქიმიური ანალიზის მეთოდი. მინერალში ქიმიურად განსაზღვრულ მთავარ კომპონენტებს გამოხატავენ ჟანგეულების სახით: SiO_2, Al_2O_3, Fe_2O_3, FeO, MgO, CaO, Na_2O, K_2O, TiO_2, MnO, P_2O_5, CO_3, CO_2 და სხვ. (წონით პროცენტებში). მათი მნიშვნელობები რეალურად უნდა ასახავდეს მინერალში არსებულ მდგომარეობას—კერძოდ, მინერალში დადგენილი კომპონენტების ჯამი უნდა შეადგენდეს 100% (აღნიშნული ჯამი შეიძლება იყოს შემთხვევითიც). კარგი ანალიზის შემთხვევაში ჯამი შეიძლება იცვლებოდეს 99,5%-დან 100,5%-

მდე. ელემენტის განსაზღვრის სიზუსტე მნიშვნელოვნად არის დამოკიდებული ლაბორატორიული მეთოდის ტიპზე და ანალიტიკოსის პროფესიონალიზმზე. ბუნებრივია, სრულყოფილი მეთოდის გამოყენების შემთხვევაშიც კი შეცდომები იქნება, მაგრამ ის უნდა იყოს რაც შეიძლება მინიმალური.

მ ი ნ ე რ ა ლ თ ა ფ ო რ მ უ ლ ა. მინერალის ფორმულა არის მისი შედგენილობის გამოხატვის ერთ-ერთი საშუალება. ფორმულა პირობითად ასახავს მასში დადგენილი ელემენტების რაოდენობრივ და თვისობრივ მახასიათებლებს. მინერალის ფორმულის გამოყვანის საფუძველი არის რაოდენობრივი ქიმიური ანალიზის მონაცემები—წონით პროცენტებში. გადათვლის შედეგები შეიძლება გამოიხატოს ემპირიული და სტრუქტურული ფორმულებისა და დიაგრამების სახით.

ე მ პ ი რ ი უ ლ ი ფ ო რ მ უ ლ ა ასახავს მინერალში შემავალი ცალკეული ელემენტის მხოლოდ რაოდენობრივ შემცველობას. მაგალითად, პირიტის (FeS_2) ემპირიულ ფორმულაში, გოგირდის ინდექსთან მიწერილი 2 ნიშნავს, რომ მისი ატომების რაოდენობა ორჯერ აღემატება რკინის ატომების რაოდენობას. Fe ქვეშ ინდექსი 1 ჩვეულებრივ არ იწერება. ქალკოპირიტის ემპირიულ ფორმულაში ($CuFeS_2$) გოგირდის ატომების რაოდენობა ორჯერ მეტია Cu და Fe ატომების რაოდენობაზე. აქაც Cu და Fe ქვეშ ინდექსი 1 არ იწერება.

მინერალის ემპირიული ფორმულის გამოთვლისათვის საჭიროა მასში შემავალი ცალკეული კომპონენტის შემცველობა (წონითი %) გაიყოს ელემენტის ატომურ მასაზე და განაყოფი გამრავლდეს 1000. მიღებული რიცხვები დაიყვანება მარტივ რიცხვებამდე, რომლებიც გამოხატავენ ანალიზირებულ მინერალში შემავალი ცალკეული კომპონენტის რაოდენობრივ თანაფარდობას.

ემპირიული ფორმულის გამოთვლის თანამიმდევრობა ქალკოპირიტის ($CuFeS_2$) მაგალითზე მოცემულია ცხრილის სახით (ცხრილი 2).

ცხრილი 2

კომპონენტი	შემცველობა (წონ. %)	ატომური მასა	ატომების რაოდენობა X 1000	ატომური თანაფარდობა
Cu	34.40	63.50	542	1
Fe	30.47	55.80	546	1
S	35.87	32.07	1119	2

როგორც ჩანს, ქალკოპირიტის ანალიზში, კომპონენტებს შორის თანაფარდობა ასეთია: Cu : Fe : S = 1 : 1 : 2

სტრუქტურული ფორმულები ემპირიულისგან განსხვავებით გამოხატავს არა მხოლოდ ქიმიურ შედგენილობას, არამედ იძლევა ცნობებს ნაერთის ტიპზე, მინერალის სტრუქტურაში ცალკეული ელემენტის სივრცობრივ განლაგებასა და ურთიერთკავშირზე.

პიროქსენის (ეგირინ-ავგიტის) ქიმიური შედგენილობის კრისტალოქიმიურ ფორმულაზე გადათვლის თანამიმდევრობა (ჟანგბადის მეთოდით) და მიღებული შედეგები მოტანილია ცხრილში (ცხრ. 3).

1.მინერალში დადგენილი თითოეული ელემენტის მოლეკულური რაოდენობის მისაღებად საჭიროა თითოეული მათგანის შემცველობა გაიყოს მოლეკულურ მასაზე და მიღებული რიცხვი გამრავლდეს 10 000-ზე; 2. კათიონებისა და ანიონების ატომური რაოდენობის გამოთვლისათვის საჭიროა მოლეკულური რაოდენობა გამრავლდეს კათიონებისა და ანიონების (ჟანგბადის) რაოდენობაზე. (მაგ. SiO_2-

ში არის Si ერთი კათიონი და ჟანგბადის ორი ანიონი); 3. ატომური დამოკიდებულების კოეფიციენტის გამოთვლისათვის საჭიროა კათიონების რაოდენობა გაიყოს იმ საერთო განაყოფზე, რომელიც მიიღება ანიონების (ჟანგბადის) ატომური რაოდენობის ჯამის 6-ზე გაყოფით.

ცხრილი 3

კომპონენტები (წონ. %)	შემცველობა (წონ. %)	მოლ. შემცველობა (მასა %)	მოლეკულური რაოდენობა (×10 000)	ატომური რაოდენობა		ატომური დამოკიდებულების კოეფიციენტი
				კათიონების	ანიონების (0)	
1	2	3	4	5	6	7
SiO_2	51.35	60,09	8545	8545	17090	1.97
TiO_2	0.65	79,90	81	81	162	0.02
Al_2O	2.88	101,94	282	564	846	0.13
Fe_2O_3	25.43	159,70	1592	3184	4776	0.73
FeO	3.70	71,85	515	515	515	0.12
MnO	0,18	70,94	25	25	25	0.01
MgO	0,58	40,32	144	144	144	0.03
CaO	3.29	56,08	587	587	587	0,14
Na_2O	11.65	61,98	1880	3760	1880	0,87
K_2O	0.14	94,20	15	30	15	0,01

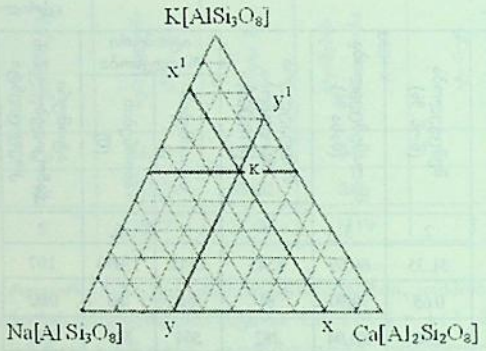
26040 : 6 = 4340.

კრისტალოქიმიური ფორმულა

$(Ca_{0,14}Na_{0,87}K_{0,01})_{1,02}(Al_{0,10}Ti_{0,02}Fe^{3+}_{0,73}Fe^{2+}_{0,12}Mn_{0,01}Mg_{0,03})_{1,01}[(Si_{1,97}Al_{0,03})_{2,00}O_{6,00}]$

მინერალის ქიმიურ შედგენილობას ხშირად გამოხატავენ დიაგრამების დახმარებით. განვიხილოთ შედარებით

მარტივი დიაგრამა, რომელიც ჩვეულებრივ ტოლფერდა სამკუთხედს წარმოადგენს და რომლის თითოეული წვერი პასუხობს ერთი კომპონენტის 100%-იან შემცველობას დანარჩენი ორი კომპონენტის გამოკლებით (სურ. 12).



სურ. 12. დიაგრამა $Na[AlSi_3O_8]$ –$K[AlSi_3O_8]$– $Ca[Al_2Si_2O_8]$ შედგენილობის გრაფიკული გამოსახვა სამკომპონენტიან სისტემაში

მოცემული დიაგრამის შიგნით მდებარე ნებისმიერი წერტილის შედგენილობა პასუხობს სამივე კომპონენტის შედგენილობათა 100%-იან ჯამს. განსაზღვრის თანმიმდევრობა იმ შემთხვევისათვის, როდესაც $Na[AlSi_3O_8]$ = 20%, $Ca[Al_2Si_2O_8]$ = 30%, $K[AlSi_3O_8]$ = 50% ასეთია: სამკუთხედის $Ca[Al_2Si_2O_8]$—$Na[AlSi_3O_8]$ გვერდზე გადავთვლით $Na[AlSi_3O_8]$ შემცველობის შესატყვის 20%-ს და აღვნიშნავთ x-ით. ამ უკანასკნელიდან $K[AlSi_3O_8]$—$Ca[Al_2Si_2O_8]$ გვერდის პარალელურად გავავლებთ xx^1 ხაზს. შემდეგ $Na[AlSi_3O_8]$ — $Ca[Al_2Si_2O_8]$ მიმართულებით გადავთვლით $Ca[Al_2Si_2O_8]$

შემცველობის 30%-ს და აღვნიშნავთ y-ით; ამ უკანასკნელიდან $Na[AlSi_3O_8]$—$K[AlSi_3O_8]$ მიმართულებით გავავლებთ მის პარალელურად yy[1] ხაზს. ამ უკანასკნელისა და –xx[1] ხაზის გადაკვეთის წერტილი (K) შეესაბამება $K[AlSi_3O_8]$ შედგენილობის 50%-ს.

ამგვარად K წერტილში მინერალი პასუხობს $Na[AlSi_3O_8]$-ის 20%-იან $Ca[Al_2Si_2O_8]$ – 30%-იან და $K[AlSi_3O_8]$ – 50%-იან შედგენილობას.

იზომორფიზმი

იზომორფიზმის თეორიის შემუშავების საწყისები გერმანელ ქიმიკოსს, ს. მიტჩერლიხს ეკუთვნის. მან 1819 წელს ფოსფორისა და დარიშხანის მარილების: $([NH_4)H_2PO_4$ და $(NH_4)H_2AsO_4$, $KHPO_4$, $KHAsO_4$]) შესწავლის მაგალითზე დაადგინა მათ მიერ შერეული შედგენილობის კრისტალების წარმოქმნის უნარი. ამ მოვლენას მან იზომორფიზმი უწოდა და ასეთი განმარტება მისცა: „იზომორფულს ეკუთვნის ორი ან მეტი მინერალი, რომელთაც ერთნაირი ან მსგავსი კრისტალური ფორმები გააჩნიათ“ (ლათ. იზოს თანაბარს, ერთნაირს ნიშნავს, მორფო—ფორმას). იზომორფიზმის თეორიის საფუძვლების შემუშავებაში არ შეიძლება არ აღინიშნოს რომე-დე-ლილისა და ვოლასტონის დამსახურებაც. შემდგომ ამ მოვლენისადმი მიძღვნილი მნიშვნელოვანი გამოკვლევები ეკუთვნით: დ. მენდელეევს, ა. ფერსმანს, ვ. გოლდშმიდტს, ვ. სობოლევს, ვ. ნიკიტინს, ა. იაროშევსკის, ნ. ბელოვს, ვ. შჩერბინას და სხვ. იზომორფულ მოვლენებზე დაკვირვებებმა და ამ მიმართულებით ჩატარებულმა მრავალმა ექსპერიმენტულმა კვლევამ შექმნა იზომორფიზმის თანამედროვე განმარტების საფუძველი.

იზომორფიზმი არის მინერალის კრისტალურ სტრუქტურაში ''მასპინძელი'' ელემენტის ატომების ან იონების ''სტუმარი'' ელემენტის ატომებით ან იონებით ჩანაცვლე-

ბის პროცესი, რომელიც მინერალის შინაგანი აგებულების (სტრუქტურის) მნიშვნელოვანი ცვლილებების გარეშე მიმდინარეობს. ჩანაცვლების ხარისხის მიხედვით გამოყოფენ: შეუზღუდავ ანუ სრულს, შეზღუდულს ანუ არასრულს და მიმართული ტიპის იზომორფულ ნარევებს.

სრული იზომორფიზმი. ამ ტიპის იზომორფიზმის შემთხვევაში მინერალის კრისტალურ სტრუქტურაში ელემენტების ურთიერთჩანაცვლება ხდება შეუზღუდავი რაოდენობით. პროცესი მთავრდება შერეული შედგენილობის კრისტალების უწყვეტი რიგის, ან სერიების წარმოქმნით. ასეთი იზომორფიზმის კლასიკურ მაგალითად გამოდგება ოლივინი $(Mg,Fe)_2[SiO_4]$, სადაც Mg^{2+} ატომები მინერალის სტრუქტურაში სრულად ენაცვლება Fe^{2+} ატომებს და პირიქით. აქ იზომორფიზმის კიდურა წევრებია: ფორსტერიტი $(Mg_2[SiO_4])$ და ფაიალიტი $(Fe_2[SiO_4])$: უწყვეტი რიგის შერეულ კრისტალებს ქმნის: ფერბერიტი $(Fe[WO_4])$ და ჰიუბნერიტი $(Mn[WO_4])$, რომლებიც ვოლფრამიტის $((Fe,Mn)[WO_4])$ იზომორფული ნარევის კიდურა წევრებს წარმოადგენს.

სრული იზომორფიზმის კლასიკური მაგალითია ცვალებადი შედგენილობის Na—Ca მინდვრის შპატები–პლაგიოკლაზები, რომლებშიც იზომორფიზმი ხორციელდება ჯგუფური ჩანაცვლებით, სადაც ყოველი ჯგუფის ჯამური მუხტი ტოლია; დაცულია ელექტროსტატიკური ნონასწორობაც. იზომორფული ჩანაცვლების სქემა ასეთია: $Na^{1+}+Si^{4+}=Ca^{2+}+Al^{3+}$. იზომორფული ნარევის კიდურა წევრებია ალბიტი $(Na[AlSi_3O_8])$ და ანორთიტი $(Ca[Al_2Si_2O_8])$. შუალედური ოლიგოკლაზი, ანდეზინი, ლაბრადორი და ბიტოვნიტი.

არასრული იზომორფიზმის მოვლენებს სრულ იზომორფიზმთან შედარებით მეტი გავრცელება აქვს. ამ ტიპის იზომორფიზმის შემთხვევაში ელემენტების ურთიერთჩანაცვლების (შერევის) პროცესი შეზღუდულია და

შუალედური უწყვეტი რიგის ნარევების წარმოქმნა არ ხდება. არასრული იზომორფიზმის კლასიკურ მაგალითად გამოდგება ალბიტი ($Na[AlSi_3O_8]$) და ორთოკლაზი ($K[AlSi_3O_8]$). ამ ნაერთებს შორის იზომორფიზმი ხორციელდება მხოლოდ მაღალი ტემპერატურის პირობებში. ტემპერატურის დაცემის შემთხვევაში ($K,Na[AlSi_3O_8]$) შედგენილობის ნარევი იშლება ორ ფაზად, რომელთაგან ერთი—კალიუმის, მეორე—ნატრიუმის გაბატონებული რაოდენობით ხასიათდება.

პოლარული, ანუ მიმართული იზომორფიზმი განიხილება როგორც იზომორფიზმის კერძო შემთხვევა. ის პირველად ა. ფერსმანის მიერ იქნა დადგენილი. ამ ტიპის იზომორფიზმის შემთხვევაში ნაერთის კრისტალურ სტრუქტურაში ერთი ატომი ან იონი ადვილად ანაცვლებს მეორე ატომს ან იონს, მაგრამ შებრუნებული მოვლენა არ ხდება. მაგალითად, Ba და Pb ადვილად ანაცვლებენ K-ს კალიუმის მინერალებში, მაგრამ K-ს არ შეუძლია ჩაანაცვლოს Ba და Pb მათ მინერალებში. მსგავსი მაგალითის მოყვანა შეიძლება Cu და Au შემთხვევაშიც. ოქროსა და სპილენძის იზომორფულ ნარევში სპილენძის შემცველობა 20-40%-მდეა, მაშინ, როდესაც ოქროს შემცველობა სპილენძის შემადგენლობაში 2-3%-ს არ აღემატება.

ვალენტობის ნიშნით გამოყოფენ იზოვალენტურ და ჰეტეროვალენტურ იზომორფულ ნარევებს.

იზოვალენტური იზომორფიზმი (ბერძ.—''იზო'' თანაბარს ნიშნავს) ხორციელდება ერთნაირი ვალენტობის მქონე იონების ან ატომების ურთიერთჩანაცვლების გზით. ნათქვამის საილუსტრაციოდ გამოდგება:

ერთვალენტიანი ელემენტებისათვის: K და Rb, Zn და Ag, Cu და Au და სხვ.

ორვალენტიანი ელემენტებისათვის: Ca და Zr, Zn და Cd, Mg და Fe^{2+}, Ni, Co და სხვ.

სამვალენტიანი ელემენტებისათვის: Al და Fe^{3+}, V, Cr, Mn, Ti და სხვ.

ოთხვალენტიანი ელემენტებისათვის: Zr და Hf, Nb და Ta, Mo, Wo და სხვ.

ნიშანდობლივია, რომ იზოვალენტური იზომორფიზმის შემთხვევაში ანიონებისა და კათიონების რიცხვი უცვლელი რჩება.

ჰეტეროვალენტური იზომორფიზმი (ლათ. ,,ჰეტეროს'' სხვადასხვას ნიშნავს). ადრე იზომორფულ ნარევებს განიხილავდნენ მხოლოდ ერთნაირი ვალენტობის იონების ან ატომების ურთიერთჩანაცვლების პროდუქტებად, ვიდრე პირველმა ა. ფერსმანმა არ გამოთქვა მოსაზრება კრისტალურ სტრუქტურაში სხვადასხვა ვალენტობის ატომებისა და იონების ურთიერთჩანაცვლების შესაძლებლობის შესახებ. ამ ტიპის იზომორფიზმის კლასიკურ მაგალითად Na-Ca მინდვრის შპატები (პლაგიოკლაზები) გამოდგება. იზოვალენტური იზომორფიზმისაგან განსხვავებით ჰეტეროვალენტურ იზომორფიზმში კათიონებისა და ანიონების რიცხვი არ წონასწორდება და არც არის აუცილებელი. სამაგიეროდ წონასწორდება საერთო მუხტი.

სადღეისოდ დადასტურებულია, რომ იზომორფიზმის მოვლენებს ადგილი აქვს არა მხოლოდ მარტივ ნაერთებში, არამედ ის ხორციელდება კომპლექსურ ნაერთებშიც—მაგალითად: $TiSiO_4$ და $NbSiO_3$ შორის, $[PO_4]^{3-}$ და $[SO_4]^{2-}$ შორის და ა. შ.

იზომორფიზმის გენეტური ფაქტორები

ატომებისა და იონების რადიუსების ზომები. ვ. გოლდშმიდტი მიუთითებდა, რომ ნებისმიერი შუალედური შედგენილობის ნარევის მიღება შესაძლებელია მხოლოდ კრისტალურ სტრუქტურაში ურთიერთჩამნაცვლებელი ატომებისა და იონების რადიუსების ზომების ტოლო-

ბის ან ზომებს შორის 15%-იანი განსხვავების ზღვარის არსებობის შემთხვევაში.

ტემპერატურული ფაქტორი. იზომორფიზმი ხორციელდება ჩვეულებრივი ტემპერატურის პირობებში. მომატებულმა ტემპერატურამ შეიძლება გამოიწვიოს იზომორფული შერევის ხარისხის მნიშვნელოვანი ზრდა. მაგალითად გამოდგება Na და K მინდვრის შპატები. როგორც უკვე აღვნიშნეთ, მათ შორის იზომორფული შერევის ხარისხი ძალიან მცირეა, მაგრამ მნიშვნელოვნად იზრდება ტემპერატურის ზრდის შემთხვევაში. ამ დროს ჩნდება იზომორფული ნარევი ანორთოკლაზი ($Na,K)[AlSi_3O_8]$), რომელიც ტემპერატურის შემცირებისას არამდგრადი ხდება და ორ დამოუკიდებელ ფაზად—ალბიტად ($Na[ASi_3O_8]$) და ორთოკლაზად ($K[ASi_3O_8]$) იშლება. სხვაგვარად ამ მოვლენას მყარი ხსნარების დაშლასაც უწოდებენ.

წნევის ფაქტორი—ასევე მნიშვნელოვანი პარამეტრია იზომორფიზმის განხორციელებისათვის, კერძოდ მაღალი წნევის პირობებში იზომორფული შერევის ხარისხი მნიშვნელოვნად იზრდება, დაბალი წნევის პირობებში—პირიქით.

იონთა პოლარიზაციული თვისებები. იზომორფულ მყარ ხსნარებში მონაწილე ურთიერთჩამნაცვლებელ ელემენტებს სავალდებულოა ჰქონდეთ მსგავსი პოლარიზაციული თვისებები. მაგალითისათვის განვიხილოთ ქვამარილი (NaCl) და გალენიტი (PbS). ორივე მათგანი კრისტალდება კუბურ სინგონიაში, გამოირჩევიან იონური რადიუსის ზომების სიახლოვით, მაგრამ როგორც ირკვევა, ეს ფაქტორი იზომორფიზმის განხორციელებისათვის საკმარისი არ არის—Na და Pb პოლარიზაციული თვისებების რადიკალურად განსხვავების გამო.NaCl სტრუქტურაში ქიმიური ბმის ტიპი იონურია, PbS სტრუქტურაში—კოვალენტური. მსგავსი მაგალითის მოყვანა შეიძლ-

ება Cu და Na შემთხვევაშიც. მიუხედავად მათი იონური რადიუსების ზომების ტოლობისა, მათ შორის იზომორფიზმი არ ხორციელდება, რადგან Na იძლევა იონურ ნაერთებს, Cu —კოვალენტურს.

ქიმიური ინდიფერენტულობა. არსებობს ისეთი ელემენტები, რომლებიც, იონური რადიუსების ზომების ტოლობის მიუხედავად, იზომორფულ ნარევებს არ ქმნის, ამის გამო მათ ქიმიურად ინდიფერენტულ ელემენტებს უწოდებენ. ნათქვამის საილუსტრაციოდ გამოდგება ოქრო (Au) და ალუმინი (Al) (Au = 0,144 Å, Al = 0, 143 Å), Ga და As (Ga = 0, 062 Å , As^{3+} = 0,053 Å) და სხვ.

პოლიმორფიზმი

პოლიმორფიზმს (ლათ.,,პოლი"—მრავალს ნიშნავს, ,,მორფო" — ფორმას) უწოდებენ ელემენტის ან ქიმიური ნაერთის ერთზე მეტი ტიპის კრისტალურ სტრუქტურაში დაკრისტალების უნარს, ანუ, ერთი და იგივე ქიმიური შედგენილობის ნივთიერებას ან ქიმიურ ელემენტს გააჩნია განსხვავებული ტიპის სტრუქტურების შექმნის უნარი. პოლიმორფიზმის მოვლენა 1820 წელს ვ. მიტჩერლიხის მიერ იქნა აღმოჩენილი.

კრისტალური ფორმის რაოდენობის მიხედვით პოლიმორფული ნივთიერება შეიძლება იყოს დიმორფული, ტრიმორფული და ა შ.

დიმორფიზმის კლასიკურ მაგალითებად გამოდგება: C (ნახშირბადი) — კუბური (ალმასი) და ჰექსაგონური (გრაფიტი), $CaCo_3$ — ტრიგონული (კალციტი) და რომბული (არაგონიტი), FeS_2 —კუბური (პირიტი) და რომბული (მარკაზიტი).

ტრიმორფიზმის მაგალითებად გამოდგება: S (გოგირდი) და TiO_2 (რუტილი). გოგირდის სამი პოლიმორფული მოდიფიკაციიდან ერთი (α) კრისტალდება რომბულ

სინგონიაში, ორი დანარჩენი (β, γ) მონოკლინურში. რუტილის მოდიფიკაციებიდან ერთი რომბულ სინგონიაში კრისტალდება (ბრუკიტი), დანარჩენი ორი—ტეტრაგონურში (რუტილი და ანატაზი).

პოლიმორფული გარდაქმნების საკმაოდ დიდი რაოდენობით (8-დან —12-მდე) ხასიათდება კვარცი (SiO_2). თითოეულ მოდიფიკაციას გააჩნია სილიციუმჟანგბადოვანი ტეტრაედრების $[SiO_4]^{4-}$ გარკვეული ორიენტაცია და მკაფიოდ გამოხატული ტემპერატურული რეჟიმი: α, ანუ დაბალტემპერატურული კვარცი 573^{0}C ტემპერატურაზე კრისტალდება ტრიგონულ სინგონიაში, β—ანუ მაღალტემპერატურული ე.წ. მაგმური კვარცი—ჰექსაგონურ სინგონიაში (T=870^0–1470^{0}C), β—ქრისტობალიტი კუბურ სინგონიაში (T=1470 – 1713^{oc}). SiO_2-ის პოლიმორფული მოდიფიკაციებია კოესიტი და სტიშოვიტი, რომლებიც მეტეორიტების დედამიწაზე დაცემის ადგილებში ჩნდება მაღალი წნევის პირობებში. კოესიტი კრისტალდება მონოკლინურ სინგონიაში 35000 ატმოსფერული წნევისა და 500-800^0 C ტემპერატურულ ინტერვალში; სტიშოვიტი—ტეტრაგონურ სინგონიაში—100-180 ათასი ატმოსფერული წნევისა და 1200-1400^0 C ინტერვალში.

პოლიმორფიზმის გენეტური ფაქტორები

პოლიმორფული გარდაქმნის მიზეზებად სახელდება: კოორდინაციული რიცხვის ცვალებადობა, წნევა და ტემპერატურა, მინერალწარმომქმნელი გარემოს ქიმიური შედგენილობა და სხვ.

კრისტალური ნივთიერების გადასვლა ერთი მოდიფიკაციიდან მეორეში, ბუნებრივია, მიმდინარეობს კრისტალური სტრუქტურის შეცვლით, რასაც თან ახლავს სტრუქტურაში არა მარტო ატომებს შორის მანძილის ცვალებადობა, არამედ ატომების კოორდინაციული რიცხვების ცვალება-

დობაც. ნათქვამის საილუსტრაციოდ გამოდგება ნახშირბადის (C) პოლიმორფული მოდიფიკაციები. კერძოდ, ალმასის სტრუქტურულ მოდიფიკაციაში ნახშირბადის კოორდინაციული რიცხვია 4, ხოლო გრაფიტის სტრუქტურაში — 3. აღნიშნული მოდიფიკაციები განსხვავდებიან ქიმიური ბმის ტიპითაც — ალმასის სტრუქტურაში მოქმედებს მხოლოდ კოვალენტური ბმა, გრაფიტის სტრუქტურაში — შრეებს შიგნით კოვალენტური, შრეებს შორის—ვან-დერ-ვაალსის. არის შემთხვევებიც, როდესაც პოლიმორფულ მოდიფიკაციებში კოორდინაციული რიცხვი უცვლელი რჩება, იცვლება მხოლოდ უმჭიდროესი წყობის ტიპი. მაგალითად გამოდგება თუთიის სულფიდის (ZnS) პოლიმორფული მოდიფიკაციები. სფალერიტისა და ვიურტციტის სტრუქტურაში კოორდინაციული რიცხვები ერთნაირია და უდრის 4, უმჭიდროესი წყობის ტიპი კი—განსხვავებული. კერძოდ, ZnS-ს სფალერიტის სახით აქვს სამშრიანი კუბური უმჭიდროესი წყობა, ხოლო ვიურტციტის სახით — ორშრიანი უმჭიდროესი ჰექსაგონური წყობა. ანალოგიური სურათი გვაქვს TiO_2 შემთხვევაშიც. როგორც აღვნიშნეთ, მას სამი პოლიმორფული მოდიფიკაცია აქვს (რუტილი, ბრუკიტი და ანატაზი). თითოეულ მათგანს აქვს ერთნაირი კოორდინაციული რიცხვები — 6, მაგრამ განსხვავდებიან უმჭიდროესი წყობის ტიპებით: TiO_2 — რუტილის სახით ახასიათებს ორშრიანი ჰექსაგონური უმჭიდროესი წყობა, TiO_2—ანატიზის სახით—სამშრიანი უმჭიდროესი კუბური წყობა, TiO_2—ბრუკიტის სახით —ოთხშრიანი და ა. შ.

პოლიმორფულ გარდაქმნებზე დიდ გავლენას ახდენს წნევა და ტემპერატურა. მაგალითად, SiO_2 პოლიმორფულ მოდიფიკაციებიდან, ნორმალური წნევის (P) და ტემპერატურის (T) პირობებში კვარცისათვის SiO_2-ის კოორდინაციული რიცხვი უდრის 4, ხოლო მაღალი ტემპერატურისა

და დიდი წნევის პირობებში წარმოშობილი სტიშოვიტისათვის — 6.

პოლიმორფულ გარდაქმნებზე მნიშვნელოვან ზეგავლენას ახდენს მინერალწარმომქმნელი გარემოს ქიმიური შედგენილობა. მაგალითად, $CaCO_3$, როგორც კალციტი, კრისტალდება მხოლოდ სუფთა ჭეშმარიტი ხსნარებიდან; ხსნარში Sr-ის უმნიშვნელო რაოდენობით არსებობის შემთხვევაში კი კრისტალდება არაგონიტის სახით.

ენანტიოტროპული და მონოტროპული გარდაქმნები

ენანტიოტროპული გარდაქმნისას (ბერძ. „ენანტის"-შებრუნებულს, საწინააღმდეგოს ნიშნავს) ნივთიერებას აქვს უნარი რომელიმე თერმოდინამიკური პირობების (წნევის ან ტემპერატურის, ან ორივესი ერთად) შეცვლის გამო გადავიდეს ერთი სტრუქტურული მდგომარეობიდან მეორეში და კვლავ დაუბრუნდეს საწყის მდგომარეობას შეცვლილი თერმოდინამიკური პირობის (ან პირობების) საწყის (პირვანდელ) მდგომარეობაში აღდგენისას. ამ ტიპის გარდაქმნების შესანიშნავი მაგალითებია: გოგირდი (S) და კვარცი (SiO_2).

დაბალტემპერატურული რომბული გოგირდი (95^0C) 115^0C ტემპერატურამდე გახურებისას ნორმალური წნევის პირობებში გარდაიქმნება მონოკლინურ მოდიფიკაციად. ტემპერატურის 95^0 C დაბლა დაცემისას მონოკლინური გოგირდი კვლავ გარდაიქმნება რომბულ მოდიფიკაციად. ანალოგიურად იქცევა კვარციც. 573^0 C ტემპერატურისა და ნორმალური წნევის პირობებში დაკრისტალებული დაბალტემპერატურული ტრიგონული კვარცი (α) 870^0C ტემპერატურაზე გახურებისას გარდაიქმნება მაღალტემპერატურულ ჰექსაგონურ მოდიფიკაციად (β); ტემპერატურის

573^{0}C-მდე და უფრო დაბლა შემცირებისას ის კვლავ დაუბრუნდება ტრიგონულ მოდიფიკაციას.

მონოტროპული გარდაქმნები (ლათ.''მონო''-ერთს ნიშნავს,''ტროპოს''—გარდაქმნას). ამ ტიპის გარდაქმნებისას, ისე როგორც ენანტიოტროპული გარდაქმნების შემთხვევაში, თერმოდინამიკური პირობების შეცვლით ადგილი აქვს კრისტალური ნივთიერების ერთი სტრუქტურული მოდიფიკაციიდან მეორეში გადასვლის პროცესს, მაგრამ იმ განსხვავებით, რომ აქ გარდაქმნა შებრუნებულ ხასიათს არ ატარებს და მიმდინარეობს მხოლოდ ერთი მიმართულებით -- ე.ი.შეცვლილი თერმოდინამიკური პირობების საწყის მდგომარეობაში აღდგენის შემთხვევაშიც კი ნივთიერების საწყისი კრისტალური სტრუქტურის აღდგენა არ ხდება.

მონოტროპული გარდაქმნების მაგალითებად გამოდგება: $CaCO_3$-ის რომბული მოდიფიკაციის (არაგონიტი) გადასვლა ტრიგონულ (კალციტი) მოდიფიკაციაში; FeS_2 რომბული მოდიფიკაციის გადასვლა (მარკაზიტი) კუბურ მოდიფიკაციაში (პირიტი) და სხვ.

მორფოტროპია

ურთიერთჩამნაცვლებელი ატომებისა და იონების რადიუსების ზომების ტოლობის ან მათ შორის დასაშვები 15%-იანი ზღვარის განსხვავების არსებობის პირობების დაუცველობის შემთხვევაში, გარკვეული წნევისა და ტემპერატურისას წარმოქმნილ ნაერთებში მოსალოდნელია არსებული სტრუქტურული ტიპის მკვეთრი კანონზომიერი ცვალებადობა, რაც ნაერთის სრულიად ახალ სტრუქტურულ ტიპში და კათიონების ახალ კოორდინაციაში გადასვლით მთავრდება. ამ მოვლენას მინერალოგიაში მორფოტროპიის სახელით იცნობენ. მორფოტროპიის კლასიკურ მაგალითად გამოდგება კარბონატები. კერძოდ ორვალენტი-

ანი კათიონების კარბონატებს, რომელთა კათიონების იონური რადიუსის ზომები ნაკლებია Ca-ის იონური რადიუსის ზომაზე (<0,104 Å), გააჩნია კალციტის სტრუქტურა და კრისტალდება ტრიგონულ სინგონიაში ($MgCO_3$, $FeCO_3$, $MnCO_3$, $ZnCO_3$ და სხვ), ხოლო კარბონატებს, რომელთა კათიონების იონური რადიუსის ზომები აღემატება Ca-ის იონური რადიუსის ზომას (>0,104 Å), გააჩნია არაგონიტის ($CaCO_3$) სტრუქტურა და კრისტალდება რომბულ სინგონიაში ($PbCO_3$, $SrCO_3$ და სხვ). საკუთრივ $CaCO_3$ კრისტალდება როგორც კალციტის, ისე არაგონიტის სტრუქტურულ ტიპში.

წყლის როლი მინერალებში

მინერალებში განასხვავებენ შემდეგი ტიპის წყლებს: კონსტიტუციურს, კრისტალიზაციურს, ცეოლითურს, შრეთაშორის და ადსორბციულს. მინერალიდან წყლის დაკარგვა ხდება ეტაპობრივად რამდენიმე ტემპერატურულ ინტერვალში, რაც განპირობებულია კრისტალური მესრის სტრუქტურაში წყლის მოლეკულების დამჭერი კავშირების განსხვავებული ტიპების არსებობით.

კ ო ნ ს ტ ი ტ უ ც ი უ რ ი წ ყ ა ლ ი მინერალის კრისტალური მესრის სტრუქტურაში იკავებს მისი არსებობისათვის განსაზღვრულ საკვანძო ადგილებს და წარმოდგენილია ჰიდროქსილ-ანიონის ჯგუფის [OH]-სახით. ეს უკანასკნელი მონაწილეობს სილიკატების, ჟანგეულების და სხვათა კრისტალური სტრუქტურის აგებულებაში, სადაც ხშირად ანაცვლებს F და Cl იონებს. კონსტიტუციური წყლის შემცველი ნაერთების კლასიკურ მაგალითებად გამოდგება: ბიოტიტი ($K(Fe,Mg)_3[AlS_3O_{10}][OH,F]_2$, ტოპაზი ($Al_2[SiO_4][OH,F]_2$, გლაუკოფანი ($Na_2Mg_3Al_2[Si_8O_{22}][OH]_2$) და მრავალი სხვა. მინერალის კრისტალური სტრუქტურიდან კონსტიტუციური წყლის გამოძევება იწვევს სტრუქტურის მოშლას და

სრულიად განსხვავებული სტრუქტურის მქონე მინერალური სახის წარმოქმნას.

კ რ ი ს ტ ა ლ ი ზ ა ც ი უ რ ი წ ყ ა ლ ი კონსტიტუციური წყლის მსგავსად მონაწილეობს მინერალის კრისტალური მესრის აგებულებაში, თუმცა მისგან განსხვავებით ქმნის შედარებით ნაკლები სიმტკიცის კავშირებს და წარმოდგენილია H_2O-ის სახით. კრისტალიზაციურ წყალში ორ ტიპს გამოყოფენ: კრისტალოჰიდრატაციულს და ცეოლითურს.

კ რ ი ს ტ ა ლ ო ჰ ი დ რ ა ტ ა ც ი უ ლ ი ტიპის წყლების გამოძევება მინერალიდან მიმდინარეობს საფეხურისებურად ტემპერატურის ფართო ინტერვალში 600–100^0 C შორის (ძირითადად 200—350^0 C ტემპერატურულ ინტერვალში). წყლის კარგვას თან ახლავს კრისტალური სტრუქტურის საბოლოოდ მოშლა და სრულიად განსხვავებული ფიზიკური და სტრუქტურული თვისებების მატარებელი უწყლო ან მცირეწყლიანი მინერალური ინდივიდების წარმოქმნა. თქმულის საილუსტრაციოდ გამოდგება თაბაშირი ($CaSO_4\cdot 2H_2O$), რომელიც წყლის დაკარგვის შემთხვევაში ადვილად გადადის ანჰიდრიდში ($CaSO_4$). თაბაშირს გააჩნია დაკარგული წყლის აღდგენის უნარიც: $CaSO_4+2H_2O=CaSO_4.2H_2O$. წყლის მიერთების პროცესს თან ახლავს მოცულობის 30%-იანი ზრდა.

ც ე ო ლ ი თ უ რ ი წ ყ ა ლ ი თავსდება მინერალის კრისტალურ სტრუქტურაში არსებულ სიღრუეებსა და სიცარიელეებში H_2O მოლეკულის სახით. ამ ტიპის წყლებს კრისტალური მესრის სტრუქტურაში განსაზღვრული საკვანძო პოზიცია არ უჭირავს. ცეოლითური წყლის შემცველი მინერალების კლასიკური მაგალითია ცეოლითები. მინერალებიდან ცეოლითური წყლების გამოყოფას ადგილი აქვს 500^0-მდე გახურებისას ყოველგვარი ნახტომის გარეშე – მინერალის კრისტალური სტრუქტურის სრული შენარჩუნებით. გაუწყლოებული ცეოლითების წყლით გაჯე-

რების შემთხვევაში ადგილი აქვს წყლის მოლეკულების აღდგენას, რასაც თან ახლავს მინერალის დაკარგული ფიზიკური თვისებების აღდგენაც.

ადსორბციული წყალი ცეოლითური წყლების მსგავსად წარმოდგენილია H_2O-ს მოლეკულების სახით და მინერალის კრისტალურ სტრუქტურაში საკვანძო ადგილებს არ იჭერს. ქმნის ყველაზე ნაკლები სიმტკიცის კავშირს. ბუნებაში ამ ტიპის წყლების ყველაზე ფართოდ გავრცელებულ სახეობას წარმოადგენს.

ჰიგროსკოპული წყალი, ხშირად მინერალური აგრეგატების ზედაპირზეა მიმაგრებული, ზოგჯერ იკავებს მარცვალთა შორის არსებულ სიცარიელეებს. მინერალის კრისტალური სტრუქტურიდან ჰიგროსკოპიული წყლის გამოყოფა ხდება 110^0 C ტემპერატურამდე გახურებით. ბუნებაში გვხვდება ისეთი მინერალებიც (მაგალითად მთის ბროლი—SiO_2), რომლებიც ჰიგროსკოპიულ წყალს საერთოდ არ შეიცავს.

შრეთაშორისი წყლები წარმოდგენილია H_2O მოლეკულის სახით და ძირითადად შრეებრივი სილიკატებისათვის (თიხები, ქარსები, ქლორიტები და სხვ.) არის დამახასიათებელი. ამ ტიპის წყლები მინერალის კრისტალურ მესერში იკავებს შრეებს შორის სივრცეს. მინერალში მათი დიდი რაოდენობით არსებობის შემთხვევებში ადგილი აქვს შრეებს შორის მანძილისა და გაფუების ხარისხის მნიშვნელოვან ზრდას (მაგალითად, გაუწყლოებული მონტმორილონიტის მოცულობა წყლით გაჯერების შემთხვევაში 2,5-3-ჯერ და მეტად იზრდება).

3

რეალური კრისტალები და აგრეგატები

მინერალის შესწავლა მისი ფერის და გარეგანი ფორმის აღწერით იწყება. მინერალის გარეგანი ფორმა არის მისი ქიმიური შედგენილობის, მინერალწარმომქმნელი გარემოს თერმოდინამიკური პირობების (P,T) და შინაგანი სტრუქტურის გარეგანი გამოხატვა. ბუნებაში იდეალურად განვითარებული ფორმის კრისტალები იშვიათია. ხშირია შემთხვევები, როდესაც ერთი და იგივე შედგენილობის კრისტალური ნივთიერება განსხვავებულ თერმოდინამიკურ პირობებში სრულიად განსხვავებული ფორმის კრისტალებს ქმნის; არის ისეთი შემთხვევებიც, როდესაც განსხვავებული შედგენილობის კრისტალურ ნივთიერებებს შეუძლია მოგვცეს მსგავსი ფორმის კრისტალები.

მინერალთა იზომეტრულობის ხარისხი აისახება მისი ძირითადი პარამეტრების (სიგრძე, სიგანე, სისქე) ზომებში. აღნიშნული პარამეტრების ზომების თანაფარდობის მიხედვით გამოყოფენ შემდეგ მორფოლოგიურ ტიპებს:

იზომეტრული კრისტალები სამივე მიმართულებით ერთნაირად არის განვითარებული. იზომეტრულობის მაღალი ხარისხით გამოირჩევა კუბური სინგონიის კრისტალები (ალმასი, გალენიტი, მაგნეტიტი, გრანატის ჯგუფის მინერალები და სხვ).

არაიზომეტრულ კრისტალებს სხვადასხვა მიმართულებით განსხვავებული ზომები აქვს. აქ შეიძლება გამოიყოს შემდეგი მორფოლოგიური ტიპები:

1. ერთი მიმართულებით წაგრძელებული ფორმები (სიგრძე გაცილებით აღემატება სისქეს). მათ მიეკუთვნება სვეტისებრი, პრიზმული, ნემსისებრი, ძაფისებრი იერის კრისტალები (ბერილი, აპატიტი, ტურმალინი, რქატყუარა და სხვა);
2. გაბრტყელებულ მინერალებში სისქე ყოველთვის ნაკლებია სიგანეზე. აღნიშნული ფორმებით ხასიათდება: ფირფიტოვანი, ქერცლოვანი, ფურცლოვანი მინერალები (ბიოტიტი, მუსკოვიტი, ქლორიტების ჯგუფის მინერალები, თიხები და სხვ.);
3. გაბრტყელებული და წაგრძელებული იერის კრისტალებს ქმნის: ბარიტი, თაბაშირი, ვოლასტონიტი და სხვა.

კრისტალთა მორფოლოგია ძირითადად დამოკიდებულია სტრუქტურის ტიპზე. მაგალითად, მინერალები ძეწკვისებრი და ბაფთისებრი სტრუქტურული მოტივით ქმნის წაგრძელებული იერის კრისტალებს; შრეებრივი სტრუქტურული მოტივით — გაბრტყელებული იერის ინდივიდებს; უმჭიდროესი კუბური წყობის მოტივით–იზომეტრულს, ჰექსაგონური უმჭიდროესი წყობის მოტივით – გაბრტყელებულ ან წაგრძელებული იერის კრისტალებს.

მინერალთა მორფოლოგიას მნიშვნელოვნად განსაზღვრავს წარმოშობის თერმოდინამიკური (P,T,C) პირობები. მაგალითად, კალციტის ($CaCO_3$) პინაკოიდური იერის კრისტალები წარმოიშობიან კრისტალიზაციის მაღალი ტემპერატურის პირობებში, რომბოედრული იერის—დაბალი ტემპერატურის პირობებში. ბუნებაში ხშირია შემთხვევები, როდესაც ერთი და იგივე შედგენილობის კრისტალების განსხვავებული ფორმები სხვადასხვა შედგენილობის ქანებში მონაწილეობს. მაგალითად, ცირკონის ბიპირამიდული იერის კრისტალები დამახასიათებელია ტუტე ქანებისა და მათი პეგმატიტებისათვის, პრიზმული იერის— გრანიტებისა და გრანიტული პეგმატიტებისათვის.

აგრეგატთა მორფოლოგია

აგრეგატები. ბუნებაში მინერალები იშვიათად ვითარდება ცალკეული (ეული) კრისტალების სახით. ხშირად ქმნის სხვადასხვა დანაგროვებს, რომელიც ჩვეულებრივ იმყოფება არაკანონზომიერ შენაზარდებში. მას აგრეგატებს უწოდებენ. აგრეგატები განსხვავდება მინერალური ინდივიდების მარცვლების ფორმით, ზომით და სივრცობრივი განლაგებით.

მინერალთა რაოდენობის მიხედვით აგრეგატები იყოფა: მონომინერალურ (მარმარილო და სხვ) და პოლიმინერალურ (გრანიტი და სხვ.) ნაირსახეობებად; დაკრისტალების ხარისხის მიხედვით — სრულკრისტალურ, ნახევრად კრისტალურ და ფარულკრისტალურ ნაირსახეობებად; მარცვალთა სიმსხოს მიხედვით — მსხვილმარცვლოვან (5 მმ-ზე მეტი), საშუალომარცვლოვან (2მმ-დან—0,5მმ-დე), და წვრილმარცვლოვან (0.5მმ-დან—0,2მმ-მდე) ნაირსახეობებად; მორფოლოგიური ნიშნის მიხედვით აგრეგატები შეიძლება იყოს: მარცვლოვანი, მიწისებრი, მჭიდრო; გვხვდება—დენდრიტების, სეკრეციების, კონკრეციების, დრუზების, ოოლითების, პიზოლითების ნადენი ფორმების სახით.



სურ. 13. დენდრიტი

დენდრიტები (ბერძ. ''დენდრონ'' ხეს ნიშნავს) არის ძალიან თხელი, ჩონჩხის მსგავსი ფორმის აგრეგატები, რომლებიც გარეგნული იერით ძალიან მოგვაგონებს ხის ტოტს (სურ. 13). ჩნდება ქანში არსებულ ვიწრო ნაპრალებში ან ბლანტ გარემოში (სველი თი-

ხები) მინერალის სწრაფი კრისტალიზაციის პირობებში. დენდრიტები დამახასიათებელია ოქროსათვის, ვერცხლისათვის, სპილენძისათვის, რკინის ჟანგებისათვის, პიროლუზიტისათვის და სხვ. ბუნებაში ხშირია შავი, დატოტვილი ფორმის, მანგანუმის დენდრიტები, რომლებიც განვითარებულია დოლომიტებსა და კირქვებში არსებულ ვიწრო ნაპრალების კედლებზე.

დრუზებს უწოდებენ ქანში არსებულ სიცარიელეებსა და ნაპრალის ზედაპირის ან ძარღვის კედლების საერთო ფუძეზე ერთი ბოლოთი მართობულად ან თითქმის მართობულად მიმაგრებულ ერთი და იმავე შედგენილობისა და განსხვავებული ზომის არაკანონზომიერად შეზრდილ კრისტალთა გროვას. ბუნებაში ფართო გავრცელებით სარგებლობს კვარცის, ბარიტის, კალციტის (სურ. 14) და სხვა მინერალთა დრუზები.

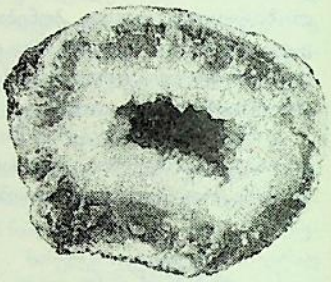


სურ. 14. კალციტის დრუზა

სეკრეცია არის დაახლოებით ოვალური, ხშირად უსწორმასწორო ფორმის კრისტალური სხეული, რომელიც წარმოიშობა ქანში არსებული სიცარიელეების (სიღრუეების) მინერალური ნივთიერებით შევსების გზით. სეკრეციებში მინერალთა ზრდა ხდება სიცარიელეების კედლებიდან ცენტრის მიმართულებით. მათში მინერალური ინდივიდები შეიძლება განლაგებული იყოს უწესრიგოდ (ქაოტურად) ან იშვიათად კანონზომიერად–პარალელურ ორიენტაციაში. ქანში არსებული სიცარიელეების ამოვსება შეიძლება მოხდეს მთლიანად ან ნაწილობრივ. სეკრეციებს ხშირად ახასიათებს კონცენტრიულ-შრეებ-

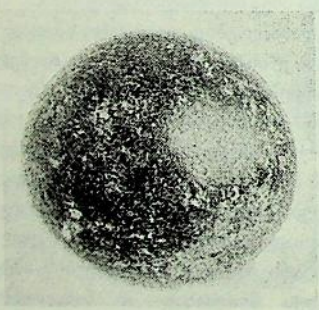
რივი აგებულება, რაც მათი წარმოშობის რიტმულობის მაჩვენებელია (სურ. 15).

ზომების მიხედვით სეკრეციებს ყოფენ: დიდი ზომის სეკრეციები ანუ უეოდები (რამოდენიმე სმ-დან რამდენიმე მეტრამდე) და მცირე ზომის ანუ მინდალინები (1 სმ -ზე ნაკლები). სეკრეციები ძირითადად დამახასიათებელია ეფუზიური ქანებისათვის, თუმცა ფართო გავრცელება აქვს კარბონატულ, სულფატურ და სხვა ადვილად ხსნად ქანებშიაც.



სურ. 15. კვარცის სეკრეცია

კონკრეცია არის სფეროსებრი, ოვალური ან უსწორმასწოროდ მომრგვალებული, ფორმის მინერალური წარმონაქმნი. სეკრეციებისაგან განსხვავებით კონკრეციებში კრისტალთა ზრდა ხდება ცენტრიდან პერიფერიებისაკენ. კონკრეციების ცენტრში ხშირად აღინიშნება მინერალის, ქანის, გაკარბონატებული ორგანული ნაშთების ნატეხები, რომლის გარშემო კრისტალები იზრდებიან რადიალურად განლაგებული სხივების, კონცენტრულ-

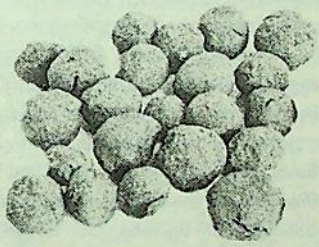


სურ. 16. ფოსფორიტის კონკრეცია

ნაჭუჭისებრი და კონცენტრულ-შრეებრივი აგებულების სახით (სურ. 16).

კონკრეციები ძირითადად პროვან დანალექ ქანებშია (ქვიშაქვები, ფოსფორიტები, თიხები) განვითარებული. დამახასიათებელია კალციტისათვის, პირიტისათვის, ფოსფორიტისათვის, სიდერიტისათვის, კაჟისათვის და სხვ. ოკეანის ფსკერზე ძირითადად გავრცელებულია რკინა-მანგანუმიანი კონკრეციები. კონკრეციების ზომები ჩვეულებრივ რამდენიმე მმ-დან ათეულობით სმ-დე ცვალებადობს.

ო ო ლ ი თ ე ბ ი წარმოადგენს მცირე ზომის ბურთულისა და ელიფსური ფორმის აგრეგატებს. წარმოშობის მექანიზმით დიდ მსგავსებას იჩენს კონკრეციებთან და ძირითადად წყლის გარემოში ილექება — ქვიშის მარცვლების, კარბონატული ორგანული ნამცეცების, ზოგჯერ გაზის ბუშტულების გარშემო, ერთმანეთის გადამხურავი ნაჭუჭისებრი, კონცენტრიულ-ნაჭუჭისებრი, კონცენტრიულ-შრეებრივი ან ბოჭკოვანი აღნაგობის მინერალური წარმონაქმნების სახით. ზომების მიხედვით ოოლითები შეიძლება იყოს: ხიზილალის, მუხუდოს ზომის ან ზოგჯერ მათზე მეტიც. დიდი ზომის ოოლითებს პიზოლითებს უწოდებენ. ოოლითები დამახასიათებელია: არაგონიტისათვის, კალციტისათვის, პიროლუზიტისათვის (სურ. 17), ლიმონიტისათვის და სხვ.



სურ. 17. პიროლუზიტის ოოლითები (ჭიათურა)

მ ი წ ი ს ე ბ რ ი აგრეგატები გარეგნული იერით ძალიან მიაგავს ფქვილს, ფხვიერი ნიადაგის ნატეხს, რომელშიაც კრისტალური წარმონაქმნების გარჩევა ზოგჯერ მიკროსკოპშიც კი შეუძლებელია. მიწისებრი აგრეგატები ჩნდება ქანების, მინერალების ან მადნების გამოფიტვის ზონაში შავი, ყვითელი ან რუხი ფერის ქერქების სახით.

მ ჭ ი დ რ ო აგრეგატები პრინციპში მარცვლოვანი აგრეგატების მსგავსია, თუმცა ამ უკანასკნელისაგან განსხვავებით მჭიდრო აგრეგატებში ცალკეული მინერალის მარცვლების კონტურების გარჩევა ოპტიკური ხელსაწყოების დახმარებითაც კი შეუძლებელია. მჭიდრო აგრეგატების კარგი მაგალითია ქალცედონი.

ფ ურ ც ლ ო ვ ან და ქ ერ ც ლ ო ვ ან მინერალურ აგრეგატებს ახასიათებს ფირფიტისებრი— ორი მიმართულებით წაგრძელებული ფორმა. ამ ტიპის მინერალები ადვილად იშლება ცალკეულ ფურცლებად და ქერცლებად. კარგი მაგალითებია: ქარსები, ქლორიტები, ჰემატიტი და სხვ.

ჩ ხ ი რ ი ს ე ბ რ და ნ ე მ ს ი ს ე ბ რ აგრეგატებში კრისტალებს გააჩნია ერთი მიმართულებით წაგრძელებული ფორმა და ხშირად სხივოსნური აღნაგობა.

ქერქები, წანაცხებები, ბრკეები ჩნდებიან მინერალის, ნიადაგის, ქანის ნატეხებისა და სამთო გამონამუშევრების მილების ზედაპირზე თხელი ფირფიტებისა და ქერქების სახით. ხშირ შემთხვევაში ამ ტიპის აგრეგატები მიწისქვეშა წყლების დედამიწის ზედაპირზე გამოსვლის ადგილებს უკავშირდება. ბუნებაში ხშირია რკინის ჰიდროჟანგების თხელი ბრკეების არსებობის შემთხვევები მთის ბროლის, ბარიტის და სხვა მინერალების ზედაპირზე. ამ ტიპის აგრეგატების შესანიშნავ მაგალითად გამოდგება სპილენძისა და სპილენძის შემცველი ქანების ზედაპირზე მალაქიტისა და აზურიტის ქერქებისა და წანაცხებების არსებობაც.

გამონაფიფქები არის ნიადაგის, ქანებისა და მინერალების ზედაპირზე არიდული კლიმატის პირობებში წყალში ადვილად ხსნადი სულფატებისა და ჰალოგენიდების მინერალური მასების ბუმბულისებრი და ხავსისებრი გამონაფიფქების პერიოდული გამოვლინება. ისინი წვიმიანი ამინდის პირობებში ქრება და მშრალი ამინდის პირობებში კვლავ ჩნდება.

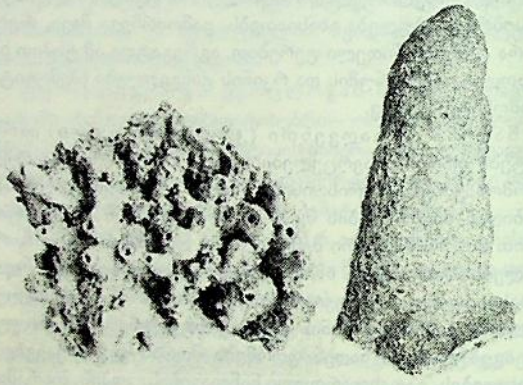
მინის თავს უწოდებენ უსწორმასწორო ფორმის მსხვილი ბურთულის მსგავს მასებს, რომელთაც გლუვი მოელვარე გაპრიალებული (თითქოს გაშლიფული) ზედაპირი და იმავდროულად რადიალურ-ბოჭკოვანი და ნაჭუჭისებრი აგებულება ახასიათებს. გამოირჩევა შავი, რუხი, მურა ან მურა-წითელი ფერებით. აგრეგატთა ამ ტიპით ხასიათდება: მანგანუმის და რკინის ჟანგეულები (ჰემატიტი, ლიმონიტი) და სხვ.

ნადენი ან ნაღვენთი (კოლომორფული) აგრეგატები ფართო გავრცელებით სარგებლობს ზედაპირულ წარმონაქმნებს შორის. ისინი ჩნდება მოძრავი წყალხსნარებიდან ნივთიერების მყარ მდგომარეობაში გამოყოფის გზით წნევის მკვეთრი შემცირებისა და ინტენსიური აორთქლების პირობებში. ხშირად ნადენი ფორმებისათვის დამახასიათებელია გლუვი, მომრგვალებული და მოპრიალებული ზედაპირები (მინის თავი) კონცენტრიულ-ზონალური აგებულებით. ნადენ ფორმებს შორის განასხვავებენ: ლოლუების, გადახლართული ნაწლავების, კოპის, თირკმელისებრ და სხვა მრავალი ფორმის მსგავს წარმონაქმნებს.

სტალაქტიტები (ბერძ. ''სტალაკოს'' ჩამონაწვეთს ნიშნავს). მიწისქვეშა კარსტულ გამოქვაბულებში შესვლისას დამთვალიერებლის ყურადღებას იპყრობს გამოქვაბულის ჭერზე და კედლებზე დაკიდებული ლოლოებისებრი, მილების ან ფოჩის ფორმის წარმონაქმნები---სტალაქტიტები, რომლებიც ჩნდება კირქვებში არსებული ნაპრალებიდან გამოჟონილი კალციუმის კარბონატით გაჯერებული წყლის აორთქლების ხარჯზე—მისგან ნახშირორჟან-

გის გამოყოფის შედეგად. სტალაქტიტები გამოქვაბულის ჭერიდან ფსკერის მიმართულებით იზრდება (სურ 18ა).

სტალაგმიტები (ბერძნ. ''სტალაგმე'' წვეთს ნიშნავს). ჩნდება გამოქვაბულის ჭერიდან ჩამონაწვეთი სტალაქტიტების მომცემი ხსნარების აორთქლების შედეგად. დამახასიათებელია სვეტისებრი (სურ.18ბ), კონუსისებურად ამობურცული და გლუვი ზედაპირის მქონე მომრგვალებული ფორმები. სტალაგმიტები იზრდება გამოქვაბულის ფსკერიდან ჭერის მიმართულებით და ხშირ შემთხვევაში სტალაქტიტებს უერთდება.



ა ბ

სურ. 18. კალციტის სტალაქტიტები (ა) და სტალაგმიტი (ბ)

ნადენ ფორმებს ქმნის შედგენილობით სრულიად განსხვავებული მინერალები: კალციტი, არაგონიტი, ლიმონიტი, თაბაშირი, ოპალი, მალაქიტი, ჰემატიტი და სხვ.

კრისტალთა შენაზარდები

ბუნებრივ პირობებში უფრო მეტად გავრცელებულია კრისტალთა ჯგუფური შენაზარდები, ვიდრე ცალკეული (ეული) ინდივიდუალურად განვითარებული კრისტალები. ხშირად შენაზარდები მინერალის არსებობის ჩვეულებრივ ფორმადაც იქცევიან ხოლმე.

შენაზარდებს შორის განასხვავებენ კანონზომიერ და არაკანონზომიერ სახესხვაობებს.

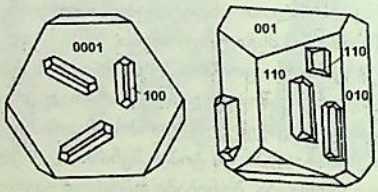
კანონზომიერ შენაზარდებს მიეკუთვნება: პარალელური და ეპიტაქსიალური შენაზარდები და მრჩობლები;

პარალელურ შენაზარდებში ორი ან მეტი კრისტალთა ინდივიდის მარტივი ფორმის წახნაგები ხასიათდება ერთნაირი კრისტალოგრაფიული ორიენტაციით. პარალელურ შენაზარდებში კრისტალთა ინდივიდების შედგენილობა შეიძლება იყოს მსგავსი ან განსხვავებული. მსგავსი შედგენილობის პარალელურად ორიენტირებულ შენაზარდებში კრისტალთა ინდივიდები იძლევიან სამეფო კვერთხის (სკიპტრა) მსგავს ფორმებს.

სამეფო კვერთხის ფორმის შენაზარდების წარმოქმნა ხდება იმ შემთხვევაში, როდესაც ძირითად კრისტალზე დაეზრდებიან განსხვავებული ფორმის, მაგრამ იმავე შედგენილობის კრისტალები. ამ ტიპის შენაზარდის კლასიკურ მაგალითად გამოდგება ბუნებაში ფართოდ გავრცელებული კალციტის სამეფო კვერთხის მსგავსი შენაზარდები, სადაც ძირითად კრისტალს აქვს სკალენოედრის ფორმა, ხოლო კანონზომიერად ორიენტირებული გვერდით შეზრდილი კრისტალები წარმოადგენენ ჰექსაგონური პრიზმისა და რომბოედრის კომბინაციას. სამეფო კვერთხის ფორმის პარალელური შენაზარდები დამახასიათებელია ასევე კვარცისათვის, პირიტისათვის და სხვ.

ეპიტაქსია. პარალელური შენაზარდებისა და შემრჩობლებისაგან განსხვავებით ბუნებაში ხშირია ისეთი

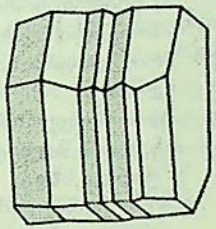
შემთხვევები, როდესაც ერთმანეთს შეეზრდებიან (უფრო სწორად დაეზრდებიან) განსხვავებული შედგენილობის კრისტალთა ინდივიდები. ამ მოვლენას მინერალოგიაში ეპიტაქსიას უწოდებენ (ბერძ. ''ეპი''-ზემოდან, ''ტაქსის''- წესიერად განლაგებული). ეპიტაქსიური შენაზარდების კლასიკური მაგალითებია: ბიოტიტისა და მუსკოვიტის, ჰემატიტისა და რუტილის (სურ. 19ა), კალციტისა და კვარცის (ტაბ. 5.3), სტავროლიტისა და კიანიტის, შეელიტისა და ფლუორიტის, ალბიტისა და ორთოკლაზის (სურ.19ბ) შენაზარდები. ეპიტაქსიალურ შენაზარდებს ქმნიან არა მხოლოდ განსხვავებული შედგენილობის, არამედ ერთი და იმავე შედგენილობის, მაგრამ განსხვავებული სინგონიის კრისტალთა ინდივიდებიც (პოლიმორფული მოდიფიკაციები). ამ ტიპის შენაზარდების მაგალითებად გამოდგება: რომბული მარკაზიტი და კუბური პირიტი, რომბული არაგონიტი და ტრიგონული კალციტი და სხვ.



სურ. 19. ჰემატიტისა და რუტილის (ა) და ორთოკლაზისა და ალბიტის (ბ) პარალელური შენაზარდები

მრჩობლები. მრჩობლები ერთი და იმავე შედგენილობის ორი ან მეტი კრისტალური ინდივიდის კანონზომიერი შეზრდის გზით წარმოიქმნება, სადაც ერთი ინდივიდი რომელიმე ღერძის გარშემო 180°-ით მობრუნებით ან რომელიმე სიბრტყეში არეკვლით უთავსდება მეორეს.

მრჩობლებში, მონაწილე ინდივიდთა რაოდენობის მიხედვით, გამოყოფენ მარტივ და რთულ მრჩობლებს, ორეულებს, სამეულებს, ოთხეულებს, ხუთეულებს და ა.შ. მარტივი მრჩობლები წარმოდგენილია ორი, ხოლო რთული — რამოდენიმე (ორზე მეტი) კრისტალთა ინდივიდებისაგან. მრჩობლში სამი ან მეტი ინდივიდის რიტმულად მორიგეობისა და მათი შეზრდის სიბრტყეების პარალელურ ორიენტაციაში ყოფნის შემთხვევაში მიიღება ე.წ. პოლისინთეზური მრჩობლები, რომლებიც თავიანთი მორფოლოგიით ძალიან ჰგავს გარმონს. ამ ტიპის მრჩობლები დამახასიათებელია პლაგიოკლაზებისათვის (სურ. 20), კალციტისათვის და სხვა.



სურ. 20.პლაგიოკლაზების პოლისინთეზური მრჩობლი

წარმოშობის დროის მიხედვით განასხვავებენ სინგენეტური და ეპიგენეტური ტიპის მრჩობლებს. სინგენეტური ტიპის მრჩობლების ფორმირება ხდება კრისტალთა ინდივიდების ჩასახვისა და ზრდის თანადროულად. ეპიგენეტური ტიპის მრჩობლებში ჩნდებიან არსებულ კრისტალურ ინდივიდზე გვიან წარმოშობილი კრისტალური ინდივიდის დაზრდით. ამ ტიპის მრჩობლში მონაწილე ინდივიდები ერთმანეთისაგან მკვეთრად განსხვავდებიან კრისტალთა მორფოლოგიით, შედგენილობით, ჩანართებისა და მინარევების შემცველობით, ფიზიკური, ქიმიური და სტრუქტურული თვისებებით.

''შემრჩობლების კანონი''. კრისტალთა ინდივიდების შეზრდა ხდება განსაზღვრული კრისტალოგრაფიული კანონების მიხედვით, რომელთაც ზოგჯერ ,,შემრჩობლების კანონს'' უწოდებენ. კანონი არკვევს მრჩობლურ შენაზარდში მონაწილე ინდივიდების ურთიერთდამოკიდებუ-

ლებასა და ორიენტაციას. ''შემრჩობლების კანონის'' სახელწოდება თითქმის იგივე კრიტერიუმებით განისაზღვრება, რომლებითაც მინერალის სახელწოდება:

ა) ხშირად მრჩობლის სახელწოდება უკავშირდება მისი პირველი აღმოჩენის (დადგენის) ადგილს (ბრაზილიური, დოფინეს, ბავენოს, კარლსბადის კანონის მრჩობლები);

ბ) მრჩობლი ხშირად ატარებს მინერალის სახელს (შპინელის, ალბიტის, ალმასის, ფლუორიტის, კასიტერიტის და სხვ.);

გ) მრჩობლი ხშირად ცნობილია აღმომჩენისა და აღმწერის გვარის სახელწოდებით (ლიბიშის, ფრიდელის და სხვ.);

დ) მრჩობლს სახელს არქმევენ მისი გარეგნული იერის გამოც (მუხლისებრი, ჯვრისებრი, ''მერცხლის კუდი'' და სხვ.).

მრჩობლის ელემენტებია: შემრჩობლების ღერძი, შემრჩობლების სიბრტყე და შეზრდის სიბრტყე. აღნიშნული ელემენტების დახმარებით შესაძლებელი ხდება მრჩობლის ერთი ინდივიდის საწყისი მდგომარეობიდან სხვა მდგომარეობაში გადაყვანა.

შ ე მ რ ჩ ო ბ ლ ე ბ ი ს ღერძი (L) არის წარმოსახვითი ღერძი, რომლის გარშემო მრჩობლის ერთი ინდივიდი 180^0-ით შემობრუნებისას შეუთავსდება მეორე ინდივიდს და იჭერს მის პარალელურ მდგომარეობას ისე, რომ ინდივიდები ერთმანეთის სარკისებურ ანარეკლს წარმოადგენენ. ყოველთვის დაცული უნდა იყოს პირობა — შემრჩობლებისა და სიმეტრიის ღერძები ერთმანეთს არ უნდა ემთხვეოდეს, წინააღმდეგ შემთხვევაში, ინდივიდის 180^0-ით შემობრუნებისას მრჩობლის ნაცვლად მივიღებთ პარალელურ შენაზარდებს.

შ ე მ რ ჩ ო ბ ლ ე ბ ი ს სიბრტყე (P) არის წარმოსახვითი სიბრტყე ან ზედაპირი, საიდანაც არეკვლისას მრჩობლის ერთი ინდივიდი სარკისებურად აისახება მეორეში. სიბრტყის მიმართ ორივე მათგანი განლაგებულია სიმეტრიუ-

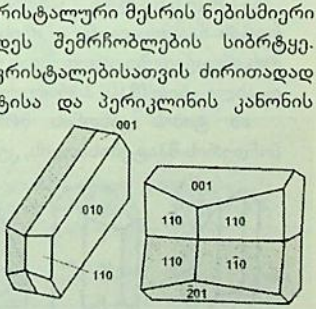
ლად. კრისტალის სიმეტრიის სიბრტყე და შემრჩობლების სიბრტყე ერთმანეთს არ უნდა დაემთხვეს, წინააღმდეგ შემთხვევაში დამრჩობლებას ადგილი არ ექნება. შემრჩობლების სიბრტყე ყოველთვის შემრჩობლების ღერძის მართობია.

შ ე ზ რ დ ი ს სიბრტყე ანუ კომპოზიციური ზედაპირი არის ურთიერთშეზრდაში მყოფი ორი ინდივიდის ერთმანეთისაგან გამყოფი ზედაპირი. დამრჩობლებისას სავალდებულო არ არის შეზრდისა და შემრჩობლების სიბრტყეების დამთხვევა. ისინი შესაძლებელია ერთმანეთს ემთხვეოდეს ან არ ემთხვეოდეს.

მრჩობლის კანონის მაგალითები სინგონიების მიხედვით

ტრიკლინური სინგონია. კრისტალოგრაფიის კურსიდან ცნობილია, რომ ტრიკლინური სინგონიის კრისტალებში სიმეტრიის ელემენტებიდან მხოლოდ სიმეტრიის ცენტრია. ამის გამო ტრიკლინური კრისტალური მესრის ნებისმიერი სიბრტყე შეიძლება გახდეს შემრჩობლების სიბრტყე. ტრიკლინური სინგონიის კრისტალებისათვის ძირითადად დამახასიათებელია ალბიტისა და პერიკლინის კანონის შემრჩობლება.

ა ლ ბ ი ტ ი ს კანონის მრჩობლში შემრჩობლების სიბრტყეა (010), შემრჩობლების ღერძი ⊥ (010), შემრჩობლების და შეზრდის სიბრტყეები ერთმანეთს ემთხვევა (სურ. 21ა). ალბიტის კანონით მიიღება მრავალჯერ განმეორებადი ე.წ. პოლისინთეზური მრჩობლები. ამ



ა ბ

სურ. 21.
ტრიკლინური სინგონიის კრისტალთა მრჩობლები
ალბიტის (ა) და პერიკლინის (ბ) ტიპი

ტიპის მრჩობლების კლასიკურ მაგალითს წარმოადგენს მინდვრის შპატების — პლაგიოკლაზების ჯგუფი.

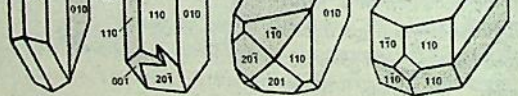
პ ე რ ი კ ლ ი ნ ი ს კანონის მრჩობლში შემრჩობლების ღერძი მდებარეობს შეზრდის სიბრტყეში (010), ხოლო მრჩობლის სიბრტყე ⊥ (010). ამ კანონის მრჩობლი დამახასიათებელია ისევ ტრიკლინური მინდვრის შპატებისათვის—პლაგიოკლაზებისა და მიკროკლინისათვის (სურ. 22ბ). მიკროკლინში ალბიტისა და პერიკლინის კანონით ერთდროული შემრჩობლება ხშირად ბადისებრი სტრუქტურის წარმოშობით მთავრდება.

მონოკლინური სინგონია. ამ სინგონიის მინერალებისათვის დამახასიათებელია ჰალეს, კარლსბადის, ბავენოს და მანებახის კანონის მრჩობლები

ჰ ა ლ ე ს ანუ ,,მერცხლის კუდის'' მსგავს მრჩობლებში შემრჩობლების სიბრტყეა (100). ამ ტიპის მრჩობლები დამახასიათებელია თაბაშირისათვის (სურ. 22ა).

კ ა რ ლ ს ბ ა დ ი ს კანონის მრჩობლში შემრჩობლების ღერძს წარმოადგენს c კრისტალოგრაფიული ღერძი, ხოლო ინდივიდები ერთდებიან უსწორო ზედაპირის გასწვრივ დაახლოებით (010) პარალელურად (სურ 22ბ).

ამ ტიპის კანონის მრჩობლები დამახასიათებელია მინდვრის შპატებისათვის, კერძოდ ორთოკლაზისათვის.



ა ბ გ დ

სურ. 22. მონოკლინური სინგონიის კრისტალთა მრჩობლები
ჰალეს (ა), კარლსბადის (ბ), ბავენოს (გ), მანებახის (დ) ტიპი

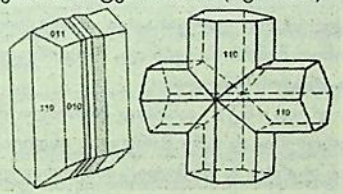
ბავენოს კანონის მრჩობლში შეზრდისა და შემრჩობლების სიბრტყეები ერთმანეთს ემთხვევა (021). ამ ტიპის მრჩობლები დამახასიათებელია ისევ ორთოკლაზისათვის ($K[AlSi_3O_8]$) (სურ. 22 გ).

მანებახის კანონის მრჩობლში შეზრდისა და შემრჩობლების სიბრტყეებს წარმოადგენს (001), ამ კანონის მრჩობლები ძირითადად ორთოკლაზისათვის არის დამახასიათებელი (სურ. 22 დ).

რომბული სინგონია. ამ სინგონიის კრისტალებისათვის ძირითადად დამახასიათებელია არაგონიტისა და სტავროლიტის კანონის მრჩობლები.

არაგონიტის კანონი დამახასიათებელია არაგონიტის ჯგუფის ყველა მინერალისათვის. აქ შემრჩობლება ხდება—(110) შემრჩობლების სიბრტყის მიმართ(სურ. 23 ა).

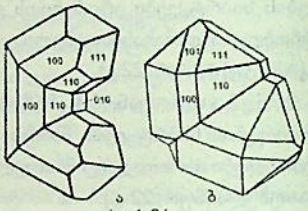
სტავროლიტის კანონით შემრჩობლებისას ჩვეულებრივ წარმოიქმნება ორი ტიპის მრჩობლური შენაზარდი. იმ შემთხვევაში თუ შემრჩობლების სიბრტყეს წარმოადგენს (031), მაშინ მიიღება სწორკუთხა ჯვარი, ხოლო, თუ შემრჩობლების სიბრტყეა (231), მაშინ ირიბი ჯვარი— 60^0 კუთხით. ორივე შემთხვევაში შემრჩობლების ღერძი შეზრდის სიბრტყის მართობია (სურ 23ბ).



ა ბ

სურ. 23. რომბული სინგონიის კრისტალთა მრჩობლები — არაგონიტის (ა) და სტავროლიტის (ბ) ტიპი

ტეტრაგონული სინგონია. ამ სინგონიაში დაკრისტალებული მინერალებისათვის დამახასიათებელია რუტილისა და კასიტერიტის კანონის მრჩობლები. მათ ზოგჯერ ''მუხლისებრ'' მრჩობლებსაც უწოდებენ. ამ კანონის მრჩობლებში შემრჩობლების სიბრტყეა (011) (სურ. 24).



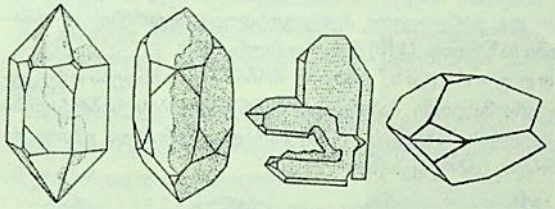
სურ. 24.
ტეტრაგონული სინგონიის კრისტალთა მრჩობლები: რუტილისა (ა) და კასიტერიტის (ბ) ტიპი

ტრიგონული სინგონია აღნიშნული სინგონიის კრისტალებში დადგენილია: დოფინეს, ბრაზილიური და იაპონური კანონის მრჩობლები. ამ კანონის მრჩობლები ძირითადად დამახასათებელია კვარცისა და კალციტისათვის. სადღეისოდ კვარცისათვის დადგენილია 20 სხვადასხვა კანონით შემრჩობლება და, როგორც ვარაუდობენ, ეს რიცხვი არ არის საბოლოო.

დოფინეს კანონის მრჩობლი შედგება კვარცის ორი მარცხენა, ან ორი მარჯვენა ინდივიდისაგან. შემრჩობლების ღერძია c, რომელიც იმავდროულად არის მარცხენა და მარჯვენა ინდივიდების დამაკავშირებელი. ინდივიდების გამყოფი ზედაპირი უსწოროა. შემრჩობლების ეს კანონი დაბალტემპერატურული კვარცისათვის არის დამახასიათებელი (სურ. 25 ა).

ბრაზილიის კანონის მრჩობლი მიიღება ორი სხვადასხვა ნიშნის—მარცხენა და მარჯვენა კვარცის კრისტალთა ინდივიდების შეზრდით. შეზრდისა სიბრტყე პარალელურია მეორე გვარის პრიზმის წახნაგების ($11\bar{2}0$) (სურ. 25ბ).

იაპონიის კანონის მრჩობლში (მრჩობლს სახელი კაის პროვინციაში კვარცის ცნობილი საბადოს მიხედვით დაერქვა). შემრჩობლების სიბრტყეა (11$\bar{2}$2) (სურ.25გ).



ა ბ გ დ

სურ. 25. ტრიგონული სინგონიის კრისტალთა მრჩობლები: დოფინეს (ა), ბრაზილიის (ბ), იაპონიის (გ) და კალციტის (დ) ტიპი

კალციტის კანონი დამახასიათებელია კალციტის მრჩობლებისათვის. კალციტის მრჩობლი ვითარდება ერთ შემთხვევაში (0001) მიმართ (სურ. 25 დ), ხოლო, მეორე შემთხვევაში — (0112) მიმართ.

ჰექსაგონურ სინგონიის მინერალებისათვის მრჩობლები იშვიათია.

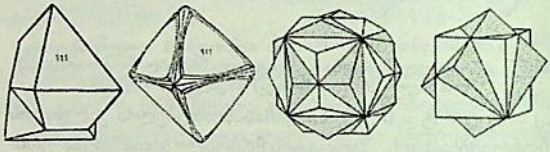
კუბური სინგონია. ამ სინგონიის მინერალებისათვის დამახასიათებელია შპინელის, ფლუორიტის, პირიტისა და ალმასის კანონის მრჩობლები.

შპინელის კანონის მარტივ კონტაქტურ მრჩობლში ორი ოქტაედრის შემრჩობლება ხდება ოქტაედრის წახნაგის (111) მიმართ (სურ. 26ა, დ). ამ კანონის მრჩობლები დამახასიათებელია არა მხოლოდ შპინელისათვის, არამედ მისი მსგავსი სიმეტრიის მქონე სხვა მინერალებისათვის: შპინელისათვის, ფლუორიტისათვის, გალენიტისათვის, სფალერიტისათვის და სხვ. ალმასის კანონის მრჩობლები ტეტრაედრების ერთმანეთში ჩაზრდით ჩნდება. შეზრდის სიბრტყეები კუბის წახნაგის (100) პარალელურია.

ამ კანონით შემრჩობლებისას მიიღება ოქტაედრის კონფიგურაციის ფორმა, რომელიც დადებითი და უარყოფითი ტეტრაედრების კომბინაციას წარმოადგენს (სურ. 26ბ).

პ ი რ ი ტ ი ს კანონის მრჩობლები წარმოიქმნება დადებითი და უარყოფითი პენტაგონდოდეკაედრების ერთმანეთში ჩაზრდით (110) მიმართ (სურ. 26გ).

ფ ლ უ ო რ ი ტ ი ს კანონის მრჩობლები ჩნდება ორი კუბის ერთმანეთში ჩაზრდით. შემრჩობლების სიბრტყეები ოქტაედრის წახნაგის (111) პარალელურია და ემთხვევა შეზრდის სიბრტყეს (სურ. 26 დ).



ა ბ გ დ

სურ. 26. კუბური სინგონიის კრისტალთა მრჩობლები: შპინელის (ა), ალმასის (ბ), პირიტის (გ), ფლუორიტის (დ)

არაკანონზომიერი შენაზარდები. ამ ტიპის შენაზარდების კლასიკური მაგალითია დრუზები (იხ გვ. 65).

ცრუ კრისტალები—ფსევდომორფოზები

ბუნებაში ხშირია შემთხვევები, როდესაც მინერალი ჩნდება უკვე არსებული მინერალის გარდაქმნის ხარჯზე. არის გარდაქმნის ისეთი კერძო შემთხვევა, როდესაც არსებული კრისტალი უცხო ნივთიერებით ჩანაცვლების გზით მთლიანად იცვლის ქიმიურ შედგენილობასა და სტრუქტურას, მაგრამ გარეგან ფორმას ინარჩუნებს; ე.ი. სტრუქტურითა და ქიმიური შედგენილობით განსხვავებული ახლად წარმოშობილი კრისტალი მისთვის დამახასიათებელ ფორმებს ვერ იძენს და საწყისი მინერალის ფორმებს ატარებს. ასეთ

კრისტალებს მინერალოგიაში ფსევდომორფულს (ცრუ ფორმიანს) უწოდებენ, ხოლო პროცესს—ფსევდომორფიზმის მოვლენას.

ფსევდომორფოზები დამახასიათებელია თითქმის ყველა ჯგუფის მინერალებისათვის, თუმცა ფართოდ არის წარმოდგენილი ჟანგეულებში, სილიკატებსა და კარბონატებში.

წარმოშობის მექანიზმის მიხედვით გამოყოფენ რამდენიმე ტიპის ფსევდომორფოზას: გარდაქმნის, გამოძევების, შევსების და ინკრუსტაციის.

გ ა რ დ ა ქ მ ნ ი ს ტიპის ფსევდომორფოზებში ქიმიური შედგენილობა და სტრუქტურა მიეკუთვნება ერთ მინერალურ სახეობას, ხოლო გარეგანი ფორმა—მეორეს. საილუსტრაციოდ გამოდგება პირიტი (FeS_2). ეკზოგენურ პირობებში, დაჟანგვის პროცესის შედეგად, პირიტის მოელვარე და ყვითელი ფერის კრისტალები ლიმონიტის ($HFeO_2.nH_2O$) მურა ფერის ქერქით იფარება. ლიმონიტი ამორფულობის მიუხედავად ზუსტად იმეორებს პირიტის კრისტალის ფორმას. აქედან ნათლად ჩანს, რომ საწყისმა მინერალმა (მოცემულ შემთხვევაში პირიტმა) გარდაქმნისას შედგენილობა და სტრუქტურა დაკარგა, სამაგიეროდ ფორმა შეინარჩუნა. ხშირად, დაჟანგვის პროცესი ბოლომდე მიდის და ვღებულობთ ლიმონიტის ფსევდომორფოზას პირიტის მიმართ. ბუნებაში ფართოდ არის გავრცელებული ლიმონიტის ფსევდომორფოზები მაგნეტიტის (Fe_3O_4), ჰემატიტის (Fe_2O_3) და რკინის შემცველი სხვა მინერალების მიმართ. გარდაქმნის ფსევდომორფოზების კლასიკურ მაგალითებად გამოდგება ასევე მალაქიტისა და აზურიტის ფსევდომორფოზები კუპრიტის მიმართ, კაოლინის ფსევდომორფოზები ორთოკლაზის მიმართ და სხვ.

გ ა მ ო ძ ე ვ ე ბ ი ს ფსევდომორფოზები. ამ ტიპის ფსევდომორფოზები წარმოიშობიან იმ შემთხვევაში, როდესაც ადგილი აქვს კრისტალიდან საწყისი ნივთიერების თანდა-

თანობით მთლიან გამოძევებას და ერთდროულად მის ჩანაცვლებას სხვა ნივთიერებებით, მათ შორის რაიმე სახის ქიმიური რეაქციების გარეშე. თქმულის კლასიკურ მაგალითად გამოდგება ოპალისა და ქალცედონის ფსევდომორფოზები ხის მერქნის მიმართ. მოცემულ შემთხვევაში ადგილი აქვს კაჟმიწის (SiO_2) მიერ ხის მერქნის ნივთიერების მთლიან გამოძევებას მერქნის შინაგანი უჯრედოვანი აღნაგობის სრული შენარჩუნებით (გაქვავებული ხე). გამოძევების ფსევდომორფოზების მაგალითებად გამოდგება ასევე: კვარცის, კალციტის, ფოსფორიტის ფსევდომორფოზები მცენარეული და ცხოველური ორგანიზმების ნაშთების მიმართ.

შ ე ვ ს ე ბ ი ს ფსევდომორფოზები წარმოიშობიან ქანში არსებული პორებისა და სიცარიელეების ახალი ნივთიერებებით შევსების გზით რომელიმე ქანმაშენი მინერალის გამოტუტვის ხარჯზე. ამ ტიპის ფსევდომორფოზები არის სუფთა ქიმიური რეაქციის პროცესის შედეგი, რომელიც მიმდინარეობს ქანმაშენ მინერალებზე პოსტვულკანური ჰიდროთერმული ხსნარების ზემოქმედებით. მაგალითად, ბაზალტებში პორები და სიცარიელეები ხშირად ამოვსებულია Ca-Na-იანი ცეოლითებით (შაბაზიტი, ტომსონიტი და სხვ.), რომლებიც Ca-Na მინდვრის შპატების (პლაგიოკლაზების) გამოტუტვის პროდუქტებს წარმოადგენს.

ი ნ კ რ უ ს ტ ა ც ი ა. ამ ტიპის ფსევდომორფოზების ქვეშ იგულისხმება ერთი მინერალის თხელი ქერქების (ფენების) სახით არსებობა მეორე მინერალის ზედაპირზე. მაგალითებად გამოდგება ლიმონიტის ფსევდომორფოზები კვარცის, ბარიტის, ფლუორიტისა და სხვა მინერალების მიმართ. ინკრუსტაციული ფსევდომორფოზის კლასიკურ მაგალითად განიხილავენ კვარცის კრისტალზე ფლუორიტის ინკრუსტაციულად შეზრდილ კრისტალებს. ეს უკანასკნელი დროთა განმავლობაში შეიძლება გაიხსნას და გატანილ იქნეს ხსნარების მიერ და მის ადგილას კვარცში დარჩეს სწორკუთხა ნაჭდევები.

პარამორფოზები

ამ მოვლენას განიხილავენ როგორც ფსევდომორფიზმის კერძო შემთხვევას. ერთი პოლიმორფული მოდიფიკაციის მეორეში გადასვლისას, ხშირად ნარჩუნდება საწყისი მინერალური ინდივიდის გარეგანი ფორმა. პარამორფოზებად იწოდებიან მინერალური ინდივიდები, რომელთაც გარეგანი ფორმა აქვთ ერთი მოდიფიკაციის და შინაგანი სტრუქტურა —მეორესი (ბერძ. ''პარა''—ახლოს ნიშნავს, ''მორფოსის''— წარმოქმნას). ცნობილია α კვარცის პარამორფოზა β კვარცის მიმართ, კალციტის — არაგონიტის მიმართ და სხვ.

პოლიტიპია

ბუნებაში ხშირია შემთხვევები, როდესაც მინერალებში ადგილი აქვს ცალკეული სტრუქტურული ელემენტების (ფენების, შრეების, პაკეტების) ერთმანეთის მიმართ შემობრუნებას ან გადანაცვლებას იმგვარად, რომ მისი შინაგანი სტრუქტურა მთლიანად ნარჩუნდება. ამ მოვლენას პოლიტიპიას უწოდებენ.

პოლიტიპური მოდიფიკაციები აღინიშნებიან ციფრებითა და ასოებით და იწერებიან ერთმანეთის გვერდით. მაგალითად 3H, 10R, 2M და ა. შ. ციფრები ელემენტარულ უჯრედში შრეების რაოდენობას აღნიშნავს, ხოლო ასოები ელემენტარული უჯრედის ტიპს. მაგალითად 3H ნიშნავს სამშრიან ჰექსაგონური ტიპის ელემენტარული უჯრედის მქონე მინერალებს, 10R—მინერალებს ათშრიანი რომბული ელემენტარული უჯრედით, 2M—მინერალებს ორშრიანი მონოკლინური ელემენტარული უჯრედით.

პოლიტიპიზმის მოვლენები ფართოდ ვლინდება: სფალერიტსა და ვიურტციტში, ქარსებისა და თიხების ჯგუფის მინერალებში. მაგალითად, განსხვავება სფალერიტსა და მის პოლიმორფულ მოდიფიკაციას—ვიურტციტს შო-

რის მდგომარეობს იმაში, რომ სფალერიტში S^{2+} იონები იმყოფებიან კუბურ-უმჭიდროეს წყობაში, ვიურტციტში კი ჰექსაგონურ უმჭიდროეს წყობაში.

ტიპომორფიზმი

ცნება ''ტიპომორფიზმი'' მინერალოგიაში შემოტანილ და დამკვიდრებულ იქნა 1903 წელს ფ. ბეკეს მიერ რეგიონალური მეტამორფიზმის ამა თუ იმ პროდუქტისათვის ყველაზე მეტად დამახასიათებელი ნიშნის აღსანიშნავად.

''ტიპომორფიზმის'' ქვეშ იგულისხმება მინერალთა ინდივიდების, აგრეგატებისა და მათი ასოციაციების სპეციფიკურ ნიშანთა ერთობლიობა, რომელიც აისახება მინერალთა ქიმიურ შედგენილობაში, კრისტალური სტრუქტურის აგებულებაში, მორფოლოგიაში, ინდივიდთა ზომებში, მრჩობლის ტიპში, ჩანართების ხასიათში, ფიზიკურ თვისებებში, შეცვლის პროდუქტებში და სხვ. ტიპომორფული მინერალები კონკრეტულად მიუთითებენ მინერალის წარმოშობის თერმოდინამიკურ პირობებზე, პარაგენეტულ ასოციაციებზე და სხვ. ტიპომორფულად ითვლება ისეთი ნიშნები, რომლებიც იცვლება მინერალის წარმომშობი გარემოს ცვალებადობის შესაბამისად.

ტიპომორფიზმის კლასიკურ მაგალითებად ითვლება: კასიტერიტი (SnO_2), კორუნდი (Al_2O_3), კვარცი (SiO_2), ტურმალინი (Na,Ca) (Li,Mg, Al) (Al,Fe,Mn)$_6$ $[BO_3]_3$ $[Si_6O_{18}]$ $[OH]_4$), სფალერიტი (ZnS) და მრავალი სხვა.

მაგალითად, კასიტერიტის ბიპირამიდული იერის კრისტალები (111) დამახასიათებელია მხოლოდ პეგმატიტებისათვის. კერძოდ, პეგმატიტებში განვითარებულ კასიტერიტის კრისტალზე პრიზმის წახნაგები ან საერთოდ არ არის, ან ძალიან სუსტად არის განვითარებული. ამ ტიპის კასიტერიტისათვის დამახასიათებელია შავი ფერი, Nb, Ta და Mn-ის გაზრდილი შემცველობა. სრულიად განსხვავე-

ბული იერი აქვს კასიტერიტს ჰიდროთერმული წარმოშობის ძარღვებში, სადაც ის წარმოდგენილია პრიზმული (ძირითადად) და ნემსისებრი იერის რუხი ფერის კრისტალებით. ამ უკანასკნელში, პეგმატიტური წარმოშობის ანალოგებისაგან განსხვავებით, WO_4-ის მაღალი შემცველობებია დადგენილი.

სფალერიტის შავი ფერის რკინიანი სახესხვაობა (მარმატიტი) დამახასიათებელია მაღალტემპერატურული მინერალწარმომშობი გარემოსათვის, ხოლო ყავისფერი, რკინით გაღარიბებული, ან ურკინო სახესხვაობა (კლეიოფანი) კი პირიქით—დაბალტემპერატურული მინერალწარმომშობი გარემოსათვის.

ტურმალინის შავი ფერის რკინიანი სახესხვაობა ფართოდ არის გავრცელებული კერამიკულ და ქარსიან (მუსკოვიტიან) გრანიტულ პეგმატიტებში.

კორუნდი დამახასიათებელია მხოლოდ კაჟმიწით გაუჯერებელი ქანებისათვის, ის არასდროს გვხვდება კვარცთან ერთად.

კვარცი ბიპირამიდული იერის კრისტალებით პრიზმის წახნაგების გარეშე ან მათი ძალიან სუსტი განვითარებით, დამახასიათებელია მაღალტემპერატურული მაგმური პროცესებისათვის (მაგმური კვარცი), კვარცი—გრძელი პრიზმული იერის კარგად განვითარებული კრისტალებით, რომბოედრებისა და ტრაპეცოედრების წახნაგებით დამახასიათებელია დაბალტემპერატურული—ალპური ტიპის ძარღვებისათვის (ჰიდროთერმული კვარცი).

ტიპომორფული ნიშნები წარმატებით გამოიყენება როგორც მინერალწარმომშობი გარემოს თერმოდინამიკური პირობების აღსადგენად, ასევე გეოლოგიურ-საძიებო სამუშაოების ჩატარებისას, როგორც მინერალებისა და მადნების საძიებო ნიშნები.

მინერალ-თერმომეტრები

მინერალები, რომელთა დახმარებითაც შესაძლებელი ხდება მათი და მათთან პარაგენეტულ ასოციაციაში თანმხლები მინერალების წარმომშობი გარემოს ტემპერატურული რეჟიმის აღდგენა, მინერალ-თერმომეტრებად იწოდებიან.

ხშირ შემთხვევაში მინერალების წარმომშობი გარემოს ტემპერატურული რეჟიმის აღდგენას ახდენენ პოლიმორფული გარდაქმნების ტემპერატურის მიხედვით, მაგალითად, ტრიგონული კვარცის (α კვარცი) ჰექსაგონურ კვარცში (β კვარცი) პოლიმორფული გარდაქმნის ტემპერატურა შეადგენს 573^{0}C. ეს არის ის ზღვრული ტემპერატურა, რომლის ქვემოთ კრისტალდება α კვარცი და მასთან პარაგენეტულ ასოციაციაში მყოფი სხვა დანარჩენი მინერალები.

მინერალ-თერმომეტრებად შეიძლება გამოყენებულ იქნეს კუბური სფალერიტისა და ჰექსაგონური ვიურტციტის, ჰექსაგონური ტრიდიმიტისა და კუბური ქრისტობალიტის პოლიმორფული გარდაქმნის ტემპერატურები (შესაბამისად 1590^0 და 1470^{0}C).

უნდა შევნიშნოთ, რომ ხშირ შემთხვევაში პოლიმორფული გარდაქმნის ტემპერატურა არის მინერალის წარმოშობის ტემპერატურის შესატყვისი. ის ხშირად ცვალებადობს მინერალის ქიმიური შედგენილობისა და წნევის ცვალებადობის შესაბამისად. მაგალითად, სფალერიტის ვიურტციტში გადასვლა რკინის 17% შემცველობის შემთხვევაში ნაცვლად 1020^0 C, მიმდინარეობს 880^0 C. აღნიშნული ფაქტის გამო, პოლიმორფული გარდაქმნის ტემპერატურის მინერალ-თერმომეტრად გამოყენების შემთხვევაში აუცილებელია ქიმიური შედგენილობისა და წნევის ფაქტორების გათვალისწინება.

მინერალური ინდივიდი, სახეობა და ნაირსახეობა

მინერალური ინდივიდი არის ბუნებაში მინერალის არსებობის ფორმა. თითოეული ინდივიდი ხასიათდება კრისტალთა მორფოლოგიით, განსაზღვრული ზედაპირით, ზომებით, ფიზიკური და ქიმიური თვისებებით, კრისტალთა სტრუქტურის შინაგანი აღნაგობით და სხვ. ხშირად ერთი და იგივე შედგენილობის მინერალური ინდივიდები იზომორფიზმის მოვლენების გამო გარკვეულ საზღვრებში ავლენს ქიმიური შედგენილობისა და კრისტალური სტრუქტურის ცვალებადობის ნიშნებს. მინერალური ინდივიდები ჩვეულებრივ იმყოფება სხვა მინერალებთან შენაზარდებში, ქმნის ქანებს, აგებს ინტრუზივებს, ძარღვებს, სასარგებლო ნამარხებს და სხვ.

მინერალურ სახეობას უწოდებენ სპეციფიკური ქიმიური შედგენილობისა და განსაზღვრული კრისტალური სტრუქტურის მქონე ბუნებრივ ნაერთებს. თითოეულ მინერალურ სახეობას აქვს საკუთარი დასახელება, რომლის ქიმიურ შედგენილობას გამოსახავენ ფორმულით.

მინერალურ სახეობაში გამოყოფენ მუდმივ და ცვალებადი შედგენილობის ნაირსახეობებს. პირველ მათგანს მიეკუთვნება მინერალთა ისეთი ინდივიდების თანაარსებობა, რომლებიც ერთმანეთთან მჭიდროდ არის დაკავშირებული ქიმიური შედგენილობითა და კრისტალური სტრუქტურით, ხოლო მეორეს—მინერალთა ინდივიდების ისეთი თანაარსებობა, რომელთა ქიმიური შედგენილობა და სტრუქტურა გარკვეულ ფარგლებში ცვალებადობს.

სხვადასხვა მინერალურ სახეობას მიეკუთვნება ერთი და იგივე შედგენილობისა და განსხვავებული სტრუქტურის ნაერთები (პოლიმორფული მოდიფიკაციები): მაგალითად, α და β კვარცი, α და β გოგირდი, გრაფიტი და ალმასი (C), პირიტი და მარკაზიტი (FeS_2) და სხვ.

მინერალური ნაირსახეობა. მინერალური სახეობის ფარგლებში ქიმიური შედგენილობისა და სტრუქტურული თვისებების საფუძველზე გამოყოფენ მინერალურ ნაირსახეობებს, რომელთაც მიეკუთვნება ერთნაირი ან თითქმის ერთნაირი კრისტალური სტრუქტურის ნაერთები. ქიმიური შედგენილობის საფუძველზე გამოყოფილი მინერალური ნაირსახეობების კლასიკური მაგალითია პლაგიოკლაზები, რომლებშიც იზომორფული ნარევის კიდურა წევრებთან (ალბიტი და ანორთიტი) შუალედური წევრებიც (ოლიგოკლაზი, ანდეზინი, ლაბრადორი, ბიტოვნიტი) წარმოადგენენ ცალკეულ მინერალურ ნაირსახეობებს.

ფიზიკური თვისებების მიხედვით მინერალური ნაირსახეობის გამოყოფა ხდება სპეციფიკური ფიზიკური ნიშნის მიხედვით. მაგალითად, უფერო ან თეთრი კვარცი—მთის ბროლი, იისფერი—ამეთვისტო, მწვანე ბერილი—ზურმუხტი, ცისფერი ბერილი—აქვამარინი და სხვ. მინერალური ნაირსახეობების გამოყოფა ხდება განსხვავებული ქიმიური შედგენილობისა და განსხვავებული ფიზიკური თვისებების მიხედვითაც. მაგალითად, რკინით გამდიდრებული სფალერიტი (მარმატიტი) შავი ფერია, რკინით გაღარიბებული — ყავისფერი (კლეიოფანი) და მრავალი სხვ.

ჩანართები მინერალებში

მინერალებში უცხო სხეულების ჩანართები არის ბუნებაში სრულიად ერთგვაროვანი შედგენილობის მინერალური ინდივიდების არარსებობის ერთ-ერთი მთავარი მიზეზი. ჩანართები ზოგიერთი ინდივიდებისათვის იმდენად დამახასიათებელია, რომ ისინი ხშირად მადიაგნოსტირებელ ნიშნადაც შეიძლება გამოდგეს.

განასხვავებენ ჰომოგენური და ჰეტეროგენული ტიპის ჩანართებს.

ჰომოგენური ტიპის ჩანართებში აგრეგატული მდგომარეობის მიხედვით გამოყოფენ მყარ, თხევად და გაზისებრ სახესხვაობებს; ჩართვის დროის მიხედვით—სინგენეტურ და ეპიგენეტურ ჯგუფებს. სინგენეტური ჩანართები ''მინერალ-პატრონში'' ხვდებიან მინერალწარმომშობი გარემოდან მისი ჩასახვისა და ზრდის პროცესის თანადროულად, ხოლო ეპიგენეტური ჩანართები —''მინერალ-პატრონის'' წარმოშობის შემდეგ, მასში არსებული ნაპრალების მეშვეობით. ზომების მიხედვით ჩანართები შეიძლება იყოს მიკროსკოპული და შეუიარაღებელი თვალით ადვილად გასარჩევი (ზოგიერთი ჩანართის ზომები 2-3 სმ-მდე აღწევს).

მყარი ჩანართები მინერალში შეიძლება არსებობდეს ადრე წარმოშობილი მინერალის ნატეხების, ქერცლების, ნემსისებრი სხეულების ან სხვა უსწორმასწორო ფორმის მარცვლების სახით. მყარი ჩანართების ფართო სპექტრია წარმოდგენილი კვარცის კრისტალებში. მათში ხშირად გვხვდება: საგენიტის (რუტილის ნემსისებური კრისტალები), აქტინოლიტის, ქარსების, გრაფიტისა და სხვა მინერალების ჩანართები. მათი დიდი რაოდენობით არსებობა მექანიკურ სირთულეებს უქმნის მინერალის ზრდის პროცესს და ისინი ხშირად ხდება ''მინერალ-პატრონის''ფიზიკური და ქიმიური თვისებების მკვეთრი ცვლილებების მიზეზი.

თხევადი ჩანართები ხშირად წარმოდგენილია ერთი სახის სითხით. ის შეიძლება იყოს წყალხსნარი, ნახშირმჟავა, ზოგჯერ ნავთობის მსგავსი სითხეები და სხვა. ჩანართებს შორის გამოყოფენ ერთფაზიან, ორფაზიან, სამფაზიან და ა. შ. ტიპის ჩანართებს.

ერთფაზიანი თხევადი ჩანართები ძირითადად ცივი ხსნარებიდან წარმოშობილი მინერალებისათვის არის დამახასიათებელი, თუმცა ისინი შეიძლება წარმოიქმნას თბილი—500^0 C ტემპერატურის მქონე ხსნარებიდანაც.

ერთფაზიანი ჩანართების შემთხვევაში ქანში არსებული სიცარიელეები მთლიანად შევსებულია სითხით.

ორფაზიანი ჩანართები (გაზი-სითხე) ვერ ახდენს მინერალში არსებული სიცარიელეების მთლიანად შევსებას მასში გაზის ბუშტუკების არსებობის გამო. ,,გაზი-სითხის" რაოდენობრივ თანაფარდობას მნიშვნელოვნად განსაზღვრავს ხსნარის გახურების ხარისხი. ბუნებრივია, გახურების ხარისხის ზრდას თან ახლავს გაზის ბუშტუკების რაოდენობრივი ზრდაც. დაბალტემპერატურულ-დანალექი წარმოშობის მინერალებში—ჰალიტში (NaCl), სილვინში (KCl). კარბონატული და ზოგი სხვა ჯგუფის მინერალებში ''მინერალ-ტურისტების" სახით ყოველთვის მონაწილეობს თხევადი ჩანართები. თხევადი ჩანართები დამახასიათებელია ჰიდროთერმული წარმოშობის ზოგი მინერალისთვისაც.

სამფაზიანი (მყარი, თხევადი, გაზისებრი) და მრავალფაზიანი ჩანართების წარმოშობის მექანიზმი იგივეა, რაც ორფაზიანი ჩანართების შემთხვევაში. ისინი მხოლოდ ჰიდროთერმული წარმოშობის მინერალებისათვის არის დამახასიათებელი.

გ ა ზ უ რ ი ჩ ა ნ ა რ თ ე ბ ი ძირითადად დამახასიათებელია ჰიდროთერმული და პნევმატოლითური გზით წარმოშობილი მინერალებისთვის, სადაც სითხის და გაზის ბუშტუკები თავსდება ''მინერალ-პატრონში''არსებულ სიცარიელეებსა და ზრდის პროცესში წარმოშობილ ნაპრალებში. გაზური ჩანართების შედგენილობა შეიძლება პასუხობდეს: HCl, HF, H_2O, CO_2 და სხვ.

''მინერალ-პატრონის''გახურებისას ადგილი აქვს გაზური ჩანართების ჰომოგენიზაციას და აფეთქებას. ჩანართების ფიზიკური მდგომარეობისა და გახურებისას მათი ქცევის შესწავლის შედეგად მიღებული ინფორმაცია შეიძლება გამოყენებულ იქნეს მინერალწარმომქმნელი გარემოს თერმოდინამიკური პარამეტრების (ტემპერატურა, წნევა) მიახლოებითი მნიშვნელობების აღსადგენად.

4
მინერალთა ფიზიკური თვისებები

მინერალთა ფიზიკური თვისებები განპირობებულია ქიმიური შედგენილობით, კრისტალური სტრუქტურის თავისებურებით და მინერალწარმომმშობი გარემოს თერმოდინამიკური პარამეტრებით. მინერალის სპეციფიკური ფიზიკური თვისებების ცოდნას დიდი პრაქტიკული და თეორიული მნიშვნელობა აქვს. კერძოდ, მინერალის ფიზიკური თვისებების ცოდნის საფუძველზე, სილიკატური ანალიზის ჩატარების გარეშე წინასწარ, მეტ-ნაკლები სიზუსტით შეიძლება ვიმსჯელოთ მინერალის ქიმიურ შედგენილობასა და სტრუქტურაზე. ფიზიკური თვისებები წარმატებით გამოიყენება გეოლოგიურ-საძიებო სამუშაოების ჩატარებისას მინერალების ზუსტი დიაგნოსტიკის მიზნით. ბუნებაში ხშირია შემთხვევები, როდესაც სხვადასხვა შედგენილობის მინერალები მსგავსი ფიზიკური თვისებებით ხასიათდება, თუმცა არის ისეთი შემთხვევებიც, როდესაც ერთი და იგივე შედგენილობის მინერალს მისი ,,სხეულის'' სხვადასხვა ნაწილში, სხვადასხვა მიმართულებით, განსხვავებული ფიზიკური თვისებები გააჩნია.

სიმაგრე

სიმაგრე არის წინააღმდეგობის ხარისხი, რომელსაც ავლენს საცდელი მინერალის ბრტყელი ზედაპირი მასზე მოქმედი მექანიკური ძალების მიმართ. მინერალის სიმაგრე, ისევე, როგორც სხვა ფიზიკური თვისებები, დამოკიდებულია:

ა) ქიმიური ბმის ტიპზე. მინერალები იონური და ნარჩენი (ვან-დერ-ვაალსის) კავშირებით ხასიათდება დაბალი და ზომიერი სიმაგრით. დაბალი სიმაგრეებით გამოირჩევა შერეული ქიმიური კავშირის მქონე მინერალებიც. კიდევ უფრო დაბალ სიმაგრეებს ფლობს მეტალური კავშირის მინერალები;

ბ) სტრუქტურის სიმჭიდროვის ხარისხზე. წყობის სიმჭიდროვის ხარისხის შესაბამისად სიმაგრე იზრდება;

გ) ატომებისა და იონების რადიუსის ზომებზე. მინერალების სიმაგრე იზრდება ატომებისა და იონების იონური რადიუსების ზომების შემცირებისა და ვალენტობის ზრდის შესაბამისად;

დ) მინერალის ზონალურ აგებულებაზე. მინერალის სიმაგრის ცვალებადობაზე მნიშვნელოვან ზეგავლენას ახდენს მინერალის არაერთგვაროვანი აგებულება. მაგალითად, მოლიბდოშეელიტის ზონალური აგებულების კრისტალში ცენტრიდან (მოლიბდენით გამდიდრებული უბნები) პერიფერიების მიმართულებით (შეელიტით გამდიდრებული უბნები) ადგილი აქვს სიმაგრის მნიშვნელოვან ზრდას. ზოგიერთ მინერალს აქვს თვისება სხვადასხვა კრისტალოგრაფიული მიმართულებით გამოამჟღავნოს სხვადასხვა სიმაგრე. მაგალითად, დისტენის ($Al_2[SiO_4]O$) სიმაგრე C ღერძის მიმართულებით 4 და 5 შორის მერყეობს, ხოლო b ღერძის მიმართულებით—6,5-დან 7-მდე იცვლება. ალმასი დიდ სიმაგრეს ფლობს ოქტაედრის წახნაგზე (111), შედარებით ნაკლებს—რომბოდოდეკაედრის წახნაგზე (110), ხოლო ყველაზე დაბალს კუბის წახნაგზე (100). განსხვავებულ სიმაგრეებს

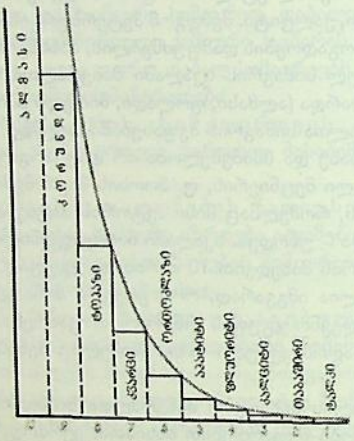
ამყლავნებს ზოგიერთი მინერალი ტკეჩვადობის სიბრტყეების გასწვრივ და მათ განივკვეთებში. მაგალითად, გრაფიტის (C) სიმაგრე სრული ტკეჩვადობის სიბრტყის გასწვრივ (0001) 1-ის ტოლია, ხოლო ტკეჩვადობის სიბრტყის განივკვეთებში გაცილებით მეტი (>5).

პირველი ცნობები მინერალთა სიმაგრის შესაფასებლად ეკუთვნის ალ ბირუნს. მის მიერ შემუშავებული სიმაგრის სკალა 3 მინერალ-ეტალონით განისაზღვრებოდა: ალმასი, კორუნდი, კალციტი. შემდგომ პეტერბურგის მინერალოგიური საზოგადოების დამფუძნებლის, ჰანსნერის მიერ შემოთავაზებულ სიმაგრის სკალაში მინერალთა რიცხვი ოთხამდე გაიზარდა (ალმასი, ფოლადი, წითელი სპილენძი, ტყვია). მინერალთა სიმაგრის შეფასებაში დღემდე თავისი პირვანდელი სახე და მნიშვნელობა არ დაუკარგავს 1824 წელს გერმანელი მეცნიერის, ფ. მოოსის მიერ შემოთავაზებულ სკალას, რომელსაც მისი ავტორის პატივსაცემად ''მოოსის სკალა'' უწოდეს. სკალაში წარმოდგენილი მინერალები სიმაგრის მიხედვით 10 ძირითად ჯგუფად იყოფა და დალაგებულია იმგვარად, რომ ყოველი წინა ჯგუფის მინერალი მომდევნო ჯგუფის მინერალით იკაწრება. შედეგად მიიღება ჩაღრმავებული ხაზი, რომელიც შეხებით არ იშლება.

მოოსის სკალის მიხედვით მინერალთა სიმაგრის განსაზღვრა ატარებს შეფარდებით ხასიათს. კერძოდ, როცა ვლაპარაკობთ, რომ ტალკის სიმაგრე 1, ხოლო თაბაშირის 2, სრულებით არ ნიშნავს, რომ თაბაშირის სიმაგრე 2-ჯერ მეტია ტალკის სიმაგრეზე. ასევე ითქმის დანარჩენ მინერალ-ეტალონების მიმართაც (სურ.27).

უკანასკნელ წლებში მინერალთა სიმაგრის ზუსტი განსაზღვრისათვის გამოიყენება სპეციალური ხელსაწყო — სკლერომეტრი, რომლის დახმარებით შესაძლებელი გახდა მოოსის სკალის მინერალ-ეტალონების სიმაგრის მნიშვნელობებს შორის რაოდენობრივი თანაფარდობის დადგენა. აღმოჩნდა, რომ სკალაში შემავალი მინერალ-ეტალონების სიმაგრის მატების შესაბამისად რაოდენობრივი თანაფარ-

დობა იზრდება და ცალკეული მინერალებისათვის შეადგენს: ტალკისათვის—24, თაბაშირისათვის— 36, კალციტისათვის — 109, ფლუორიტისათვის — 189, აპატიტისათვის — 539, ორთოკლაზისათვის—795, კვარცისათვის —1120, ტოპაზისათვის—1427, კორუნდისათვის—2060, ალმასისათვის — 10060. როგორც ირკვევა, ალმასის სიმაგრე კორუნდზე 5-ჯერ მეტია, ტალკზე—4000-ჯერ და ა.შ.



სურ. 27. მოოსის მინერალთა სიმაგრის სკალა.
1—ტალკი, 2—თაბაშირი, 3—კალციტი, 4—.ფლუორიტი, 5—აპატიტი, 6—ორთოკლაზი, 7—კვარცი, 8—ტოპაზი, 9—კორუნდი, 10—ალმასი

საველე პირობებში, სიმაგრის შეფარდებითი მნიშვნელობების დასადგენად შეიძლება გამოყენებულ იქნეს სხვადასხვა საგნები, რომელთა სიმაგრე წინასწარ არის ცნობილი. მაგალითად: ქლიბის—7, ფრჩხილის—2,5, ფანჯრის მინის ნატეხის—5—5,5, ფოლადის დანის — 5,5—6, სპილენძის მონეტის—3 და ა.შ. თუ მინერალით იწერება ქაღალდზე, მისი სიმაგრეა 1.

მსხვრევადობა

მსხვრევადობა არის მინერალის თვისება (უნარი), მის ზედაპირზე გარეგანი მექანიკური ძალების მოქმედებით (ჩაქუჩის დარტყმით ან ბასრი საგნების გატარებით) დაიმსხვრეს (ან დაიფქვას) მცირე ზომის ნატეხებად.

ჭედადობა

ჭედადობა არის მინერალის კიდეებში მომრგვალებისა და თხელ ფირფიტებად გაბრტყელების უნარი მის ზედაპირზე მექანიკური ძალების მოქმედებით (მაგალითად, ჩაქუჩის დარტყმით). ამ თვისების მატარებელია ხალასი ელემენტების კლასის მეტალების ჯგუფის მინერალები (Au, Ag, Cu და სხვ.).

დრეკადობა

დრეკადობა არის მინერალის თვისება, შეიცვალოს საწყისი ფორმა და ზომა მასზე მექანიკური ძალების მოქმედებით და კვლავ აღიდგინოს ისინი ძალების მოქმედების შეწყვეტის შემდეგ. დრეკადობის ხარისხი დამოკიდებულია ტემპერატურაზე (ტემპერატურის მატებით დრეკადობის ხარისხი იზრდება).

მონატეხი

მონატეხი არის უსწორმასწორო ზედაპირი, რომელიც წარმოიქმნება მინერალის მსხვრევის პროცესში. ის არასოდეს არ ემთხვევა მინერალის ტკეჩვადობის სიბრტყეს. ფორმის მიხედვით მონატეხი არის სწორი და არასწორი. პირველი მათგანი დამახასიათებელია ტკეჩვადობის მქონე მინერალებისათვის (ქვამარილი, მაგნეტიტი, კალციტი და სხვ.),

ხოლო მეორე—ტკეჩვადობის არმქონე მინერალებისათვის (კვარცი და სხვ.).

განასხვავებენ მონატეხის შემდეგ სახესხვაობებს:

ა) **ნიჟარისებრი** მონატეხი გარეგნული იერით ძალიან მიაგავს ნიჟარის შიგა ზედაპირს. დამახასიათებელია ტკეჩვადობის პრაქტიკულად არმქონე მინერალებისათვის (კვარცი, ოპალი, ქალცედონი და სხვ.);

ბ) **ხიწვისებრი** მონატეხი გარეგნულად ძალიან მიაგავს ხის ჯოხის ნატეხს. დამახასიათებელია ბოჭკოვანი აგებულების მინერალებისათვის (თაბაშირი, აზბესტი, აქტინოლიტი, ტრემოლიტი და სხვ.);

გ) **მარცვლოვანი** მონატეხი ქმნის მარცვლოვანი ზედაპირის შთაბეჭდილებას, მცირე გაღუნვებით და ამობურცვებით (მარმარილოები და სხვ.);

დ) **მიწისებრი** მონატეხი დამახასიათებელია მიწისებური აგებულების მინერალებისათვის (ბოქსიტები, გოგირდი, ფოსფორიტი და სხვ);

ე) **უსწორმასწორო** მონატეხი ხასიათდება სხვადასხვა ზომისა და ფორმის ზედაპირების მორიგეობით (აპატიტი და სხვ);

ვ) **საფეხურისებრი** მონატეხი დამახასიათებელია რამდენიმე მიმართულებით სრული ტკეჩვადობის მქონე მინერალებისათვის (მინდვრის შპატები, ჰალიტი, გალენიტი და სხვ.);

ზ) **კაუჭისებრი** მონატეხი დამახასიათებელია ხალასი მეტალებისათვის (ოქრო, პლატინა, ვერცხლი, სპილენძი და სხვ.).

ფერი

მინერალისათვის ფერი არის უმნიშვნელოვანესი დამახასიათებელი ნიშანი. მინერალსა და დამკვირვებელს შორის კავშირი ფერით მყარდება. ბუნებაში ხშირად გვხვდება ისეთი მინერალები, რომლებიც მხოლოდ ერთი მუდმივი ფერით ხასიათდება და რომლის დახმარებითაც ის შეიძლება გამოვიცნოთ ზუსტად და უშეცდომოდ (მალაქიტი, აზურიტი და სხვ). არის ისეთი მინერალებიც და არცთუ ისე მცირე, რომლებიც ხასიათდება ფერთა მრავალფეროვნებით. მათ მიეკუთვნებიან: ფლუორიტი, კვარცი, კალციტი, ბერილი, კორუნდი, გრანატები და სხვ. (ასეთ მინერალებს პოლიქრომულსაც უწოდებენ). ბუნებაში ადგილი აქვს ისეთ შემთხვევებსაც, როდესაც ერთი და იგივე შედგენილობის მინერალი მისი სხეულის სხვადასხვა ნაწილში ერთმანეთისაგან მკვეთრად განსხვავებულ ფერებს ივითარებს. მაგალითად, ტურმალინის კრისტალის ერთი ბოლო შავია, მეორე—მწვანე, შუა ნაწილი — ვარდისფერი.

მინერალთა ფერების გამომწვევი მიზეზების დადგენას ეძღვნება ა.ფერსმანის სპეციალური გამოკვლევა ''მინერალთა ფერი'' (1936), რომელშიაც ავტორი ცდილობს ფერთა გამომწვევი მიზეზები წარმოაჩინოს კრისტალოქიმიური თავისებურების პოზიციებიდან.

წარმოშობის მიხედვით მინერალებში გამოყოფენ იდიოქრომატულ, ალოქრომატულ და ფსევდოქრომატულ ფერებს.

იდიოქრომატულ (ბერძ. ''იდიოს''—საკუთარს ნიშნავს, ''ქრომოს'' — შეფერვას, ფერს) შეფერვას იწვევს მინერალის შედგენილობაში შემავალი, ფერის განმაპირობებელი ერთი მთავარი ელემენტი. ამ ტიპის შეფერვა მინერალებისათვის ყოველთვის არის მუდმივი და მისთვის ფუნდამენტალური თვისება, რის გამოც ითვლება მნიშვნელოვან მადიაგნოსტირებელ ნიშნად. იდიოქრომატული შეფერვა ახასიათებს სინგურს (წითელი), პირიტს (ოქროსებრ-

ყვითელი), მალაქიტს (მწვანე), როდონიტს (ვარდისფერი), ქალკოპირიტს (თითბრისებრ-ყვითელი), ნიკელინს (სპილენძისებრ-წითელი) და სხვ.

ალოქრომატული ანუ უცხო შეფერვა. ბუნებაში ხშირია შემთხვევები, როდესაც ერთი და იგივე მინერალს აქვს სხვადასხვა ფერი (კვარცი, ბერილი, გრანატები, ალმასი და სხვ.). ამ მოვლენის მიზეზებად ასახელებენ ქიმიურ შენაერთში ქრომოფორების, მექანიკური მინარევებისა და სტრუქტურული დეფექტების არსებობას.

უმრავლეს მინერალებში ფერის წარმოშობას განაპირობებს ქრომოფორ-ელემენტები. მათ მიეკუთვნება Fe, Cr, Mn, Co, Ni, Ti, Cu და სხვ. ძალიან დიდი მნიშვნელობა აქვს ქრომოფორ-ელემენტის ვალენტობასაც. მაგალითად, Fe^{3+} მონაწილეობის შემთხვევაში მინერალი იძენს ყვითელ და მომწვანო ფერებს, ხოლო Fe^{2+} მონაწილეობის შემთხვევაში—მწვანეს ან საერთოდ მას შეიძლება არ ჰქონდეს ფერი. ორივე იონის მონაწილეობის შემთხვევაში მინერალი იფერება შავად ან ცისფრად. ყველაზე ძლიერი შემფერავია ქრომი. მინერალი, მისი მონაწილეობის შემთხვევაში, იძენს მწვანე, წითელ, იისფერ და ყვითელ ფერებს.

შეფერვის ცვალებადობის მიზეზი ხდება ქიმიური შენაერთის სტრუქტურაში CO_3^2, SO_4^2 დამატებითი ანიონური ჯგუფების მონაწილეობაც. მაგალითად, Cl ანიონები სოდალიტს ანიჭებს მწვანე და ცისფერს, CO_3^2 ანიონები კანკრინიტს— ნარინჯისფერს და სხვ.

მექანიკური მინარევები (როგორც ორგანული, ისე არაორგანული) ხშირად ხდება უფერო მინერალების შეფერვის მიზეზი. მაგალითად კვარცი შეიძლება გახდეს მწვანე ქლორიტების მექანიკური მინარევების გამო; კალციტი შავი—ბიტუმებისა და მანგანუმის ჟანგის მინარევების წყალობით, მინდვრის შპატები ხორცისებრ-წითელი ჰემატიტის ჩანართების გამო და სხვა.

დეფექტური სტრუქტურის მინერალებში ფერის ცვალებადობა შეიძლება გამოწვეული იყოს გახურებისა და ატომური დაბომბვის მოვლენებით. მაგალითად, უფერო კვარცი (მთის ბროლი) ატომური დაბომბვით გადადის შებოლილ სახესხვაობაში (რაუხტოპაზი), ხოლო ეს უკანასკნელი 400^0-მდე გახურებით კვლავ უფერულდება. უფერო ალმასები რენტგენული სხივების ზემოქმედებით მომწვანო და მოცისფრო ფერებად იფერებიან. მწვანე ალმასები გახურებით იძენენ ყვითელ ფერს. ცირკონი ($ZrSiO_4$) ყავისფერი გახურებით იცვლება ლურჯად; ტოპაზის ($Al_2[SiO_4][F,OH]_2$) ყვითელი ფერი — ვარდისფრად. ატომური დაბომბვით ტოპაზი იბრუნებს ყვითელ ფერს, რომელიც მან გახურებით ვარდისფრად შეიცვალა.

ალოქრომატული ფერები არ წარმოადგენს მინერალის მადიაგნოსტირებელ ნიშანს.

ფსევდოქრომატული, ანუ ცრუ ფერი გამოწვეულია მინერალში სინათლის სხივების გაბნევით ან ანარეკლი სხივების ინტერფერენციით. აღნიშნული ფერი განპირობებულია „ფერთა თამაშით", რაც გამოწვეულია დიფრაქციით, ან კრისტალში სხივთა გაფანტვით. ფსევდოქრომატული შეფერვის მაგალითად გამოდგება ლაბრადორიტი, რომელშიც კარგად ჩანს ერთმანეთში გარდამავალი ლურჯი და მწვანე ფერების თამაში. როგორც ვარაუდობენ, ფერთა თამაში შეიძლება გამოწვეული იყოს კრისტალში არსებული იდეალური ტკეცვადობის ბზარების გასწვრივ ილმენიტის ან სხვა მინერალების თხელი ფირფიტების არსებობით.

მინერალთა შეფერილობის ინტენსივობას მნიშვნელოვნად განაპირობებს მინერალის აგრეგატული მდგომარეობა და მისი ზედაპირის ხასიათი. მაგალითად, მსხვილი და უხეშმარცვლოვანი აგრეგატების მქონე მინერალის შეფერილობა ძირითადად მუქია, წვრილმარცვლოვან აგრეგა-

ტებთან შედარებით. მინერალის ფერს დიდად განაპირობებს გამჭვირვალობის ხარისხი. კერძოდ, გამჭვირვალე მინერალები, როგორც წესი, სუსტად შეფერილია ან უფეროა. მინერალთა ფერი დამოკიდებულია ასევე იმაზე, თუ რა სიგრძის ტალღა აირეკლება მისი ზედაპირიდან განსხვავებული სიგრძის ტალღების შთანთქმის შემდეგ. იმ შემთხვევაში, თუ მინერალი არ განიცდის სხივების შთანთქმას, ის უფერო-გამჭვირვალეა. სხივების შთანთქმის შემთხვევაში იძენს მუქ ან თითქმის შავ ფერებს.

უნდა აღინიშნოს, რომ ფერი ქიმიურ შედგენილობასა და სხვა ძირითად ფიზიკურ თვისებებთან ერთად ხშირად წარმოადგენს მინერალის მადიაგნოსტირებელ ნიშანს. ზოგჯერ მინერალის ფერი იძლევა არა მარტო მისი განსაზღვრის საშუალებას, არამედ მის ქიმიურ შედგენილობაზეც მიუთითებს. მაგალითად, სპილენძის შემცველი წყლიანი მინერალები ყოველთვის მწვანეა ან ლურჯი. მინერალის ფერის სწორად განსაზღვრას განსაკუთრებული მნიშვნელობა აქვს საველე მუშაობის პირობებში გეოლოგმაძიებლისათვის, როდესაც ბუნებრივ გაშიშვლებებსა და მადნიანი სხეულის გამოსავლებზე წარმოშობილი მეორადი მინერალების მკვეთრი ფერები და ბრკეები მადნეული საბადოების ჟანგვითი ზონის დადგენის შესაძლებლობას იძლევა. ფერების საშუალებით მრავალი სასარგებლო ნამარხია აღმოჩენილი.

ჟღალა (ფერის გადაკვრა). ხშირად მინერალის ზედაპირზე ჩნდება თხელი ქერქი, რომლის შეფერილობა მისი ძირითადი ფერისაგან მნიშვნელოვნად განსხვავდება. ამ ფერებს ჟღალას უწოდებენ, ხოლო მოვლენას — ფერების გადაკვრას. ჟღალი რამდენიმე ფერისაგან შედგება და ცისარტყელას ფერებს მოგვაგონებს. მის კლასიკურ მაგალითად გამოდგება ბორნიტი (Cu_5FeS_4), რომლის ზედაპირი წითელ, ვარდისებრ, ლურჯ და იისფერებად იფერება.

ზოგჯერ ულალი შეიძლება ერთფერიანიც იყოს (ნაღვენთი ფორმის ოქროსფერი ლიმონიტი და სხვ.).

მინერალის ფერის განსაზღვრისას, ხშირად მიმართავენ ცნობილი საგნის ან ნივთიერების ფერებს. მაგალითად: ტყვიისებრ-ნაცრისფერი, ვაშლისებრ-მწვანე, თითბრისებრ-ყვითელი, მამალი იხვის კისრის ფერი, სვირული ღვინის ფერი, ზურმუხტისებრ-მწვანე, რძისებრ-თეთრი, ფოლადისებრ-ნაცრისფერი, სპილენძისებრ-წითელი და ა.შ.

ხაზის ფერი (შტრიხი)

ხაზის ფერი არის მინერალის ძალიან წმინდა ფხვნილის ფერი, რომელიც მიიღება ფაიფურის ფირფიტის მოუჭიქურებელ ზედაპირზე (ე.წ. ბისკვიტი) მინერალის გასმით. ფხვნილის ფერი ხშირად იგივეა, რაც მინერალის მონატეხის ფერი (მაგალითად, მაგნეტიტის—შავი და სხვ.), მაგრამ არის მინერალის მონატეხის ფერისაგან მკვეთრად განსხვავებული შტრიხიც (მაგალითად, პირიტის ფერი თითბრისებრ ყვითელია, ფხვნილის ფერი შავი, სუსტად მომწვანო იერით). მაგარი და ძალიან მაგარი მინერალი ბისკვიტის ზედაპირზე გასმისას, როგორც წესი, ფხვნილს არ იძლევა, გასმის ადგილას ფხვნილის ნაცვლად რჩება ნაკაწრი.

მინერალის ხაზის ფერი იცვლება მინერალის ქიმიური შედგენილობის ცვალებადობის შესაბამისად. ის შეიძლება გამოყენებულ იქნეს როგორც მინერალის ქიმიური შედგენილობის განსაზღვრის ერთ-ერთი დამატებითი ნიშანი. მაგალითად, რკინით გაღარიბებული დაბალტემპერატურული სფალერიტი (კლეოფანი) ფლობს ყვითელ, ყავისფერ, თითქმის უფერო შტრიხს, მაშინ, როდესაც რკინით მდიდარი მაღალტემპერატურული ნაირსახეობა (მარმატიტი) —შავ ფერს. ვოლფრამიტში (Fe,Mn) $[WO_4]$) ადგილი აქვს ხაზის ფერის ცვალებადობას — მოყვითალო რუხი ფერებიდან (ჰიუბნერიტი) თითქმის შავ ფერებამდე (ფერბერიტი).

ელვარება

ელვარება დამოკიდებულია მინერალის მიერ სხივის არეკვლისა და შთანთქმის უნარზე. თავის მხრივ, ეს უკანასკნელები დამოკიდებულია მინერალის გარდატეხის მაჩვენებლის სიდიდეზე, ამრეკლავი ზედაპირის მორფოლოგიაზე, ჩანართების ხასიათსა და ნაპრალიანობაზე. ელვარება ძალიან ხშირად ნიღბავს და ამახინჯებს მინერალის ძირითად ფერს. მაგალითად, სინგურში (HgS) ალმასის ელვარება ნიღბავს მისი კრისტალების წითელ ფერს და ანიჭებს მას რუხ ფერებს. ხშირად ადგილი აქვს ელვარების ცვალებადობას ერთი და იგივე კრისტალის ფარგლებში. მაგალითად, გოგირდის (S) ელვარება წახნაგზე მინისებრია, ნაპრალის გასწვრივ კი —სადაფის. თაბაშირის ($CaSO_4 2H_20$) მარცვლოვან აგრეგატებში ელვარება მინისებრია, ბოჭკოვან აგრეგატებში—აბრეშუმისებრი. მინერალის გარდატეხის მაჩვენებლის ზრდის შესაბამისად ელვარების ხარისხი იზრდება. ელვარების ხარისხის ცვალებადობაში დიდი როლი აქვს თვით ამრეკლავი ზედაპირის მორფოლოგიას. კერძოდ, სწორი ზედაპირები (მაგალითად, ტკეჩვადობის ზედაპირები) გაცილებით მეტ სინათლეს აირეკლავენ, ვიდრე უსწორმასწორო ზედაპირები.

გამოყოფენ: მეტალური და არამეტალური ელვარების ტიპებს.

მ ე ტ ა ლ უ რ ი ე ლ ვ ა რ ე ბ ა მოგვაგონებს მეტალის სალი ზედაპირის ელვარებას. ამ ტიპის ელვარების მქონე მინერალებს მიეკუთვნება გაუმჭვირვალე, შედარებით მძიმე მინერალები, კერძოდ — ხალასი ელემენტების მეტალების, ზოგიერთი სულფიდებისა და რკინის ჯგუფის მინერალები.

ა რ ა მ ე ტ ა ლ უ რ ი ე ლ ვ ა რ ე ბ ა ძირითადად დამახასიათებელია გამჭვირვალე და ნახევრად გამჭვირვალე მინერალებისათვის (მთის ბროლი, თაბაშირი, ტოპაზი და მრავალი სხვა). ამ ტიპის ელვარებაში გამოყოფენ:

ა) *მინის* ელვარება მიაგავს მინის ზედაპირის ელვარებას. ის დამახასიათებელია ისეთი გამჭვირვალე და ნახევრად გამჭირვალე მინერალებისათვის, რომელთა გარდატეხის მაჩვენებლები 1.3—1.9-მდე იცვლება (ქლორიტები, კარბონატები, სულფატები, ფოსფორიტები, კვარცი, ფელდშპატები და სხვ.).

ბ) *მეტალოიდური* ელვარება არის გარდამავალი მეტალურ და ალმასის ელვარებას შორის (სინგური, კუპრიტი და სხვ.).

გ)*სადაფის* ელვარებას განაპირობებს მინერალის წვრილბოჭკოვანი აგებულება და ტკეჩვადობის სიბრტყეებიდან სინათლის არეკვლა (მუსკოვიტი, ტალკი და სხვ.).

დ) *აბრეშუმის* ელვარება — დამახასიათებელია ბოჭკოვანი აგებულების მინერალებისათვის (აზბესტი, მალაქიტი და სხვ.).

ე) *ცვილის* ელვარება დამახასიათებელია ამორფული და ფარულკრისტალური მინერალებისათვის (ოპალი, ქალცედონი და სხვ.).

ვ) *მქრქალი* ელვარებისას მინერალის ზედაპირზე დაცემული სინათლის სხივი სხვადასხვა მიმართულებით იფანტება, რის გამოც ამრეკლავი ზედაპირი გამოიყურება მქრქალად.

ბუნებაში ხშირია შემთხვევები, როდესაც ერთი და იგივე მინერალი წახნაგებზე, მონატეხზე და აგრეგატებში ფლობს ერთზე მეტი სახის ელვარებას. მაგალითად, თაბაშირის ელვარება მარცვლოვან აგრეგატებში მინისებრია, ხოლო ბოჭკოვან სახესხვაობებში–აბრეშუმისებრი. მსგავსი მაგალითების მოყვანა მრავლად შეიძლება.

გამჭვირვალობა

გამჭვირვალობა არის მინერალის მიერ სხივის ამა თუ იმ ხარისხით გატარების უნარი. გამჭვირვალობის ხარისხი დამოკიდებულია კრისტალური სტრუქტურის აგებულებაზე და მინერალის შედგენილობის ერთგვაროვნების ხარისხზე. როგორც ნებისმიერ სხეულზე, ისე მინერალის ზედაპირზე დაცემული სინათლის ნაკადის ნაწილი აირეკლება, ნაწილიც მინერალში შედის და მის მიერ შთაინთქმება. თუ მინერალი სხივს მთლიანად ატარებს, მაშინ იგი გამჭვირვალედ ითვლება. სხივის მთლიანად შთანთქმის შემთხვევაში — გაუმჭვირვალედ.

გამჭვირვალობის ხარისხის მიხედვით მინერალებს ყოფენ:

გამჭვირვალე (სხივებს ატარებს ფანჯრის მინის მსგავსად — მთის ბროლი, ქვამარილი და სხვ.);

ნახევრად გამჭვირვალე (ოპალი, ქალცედონი, სინგური და სხვ.);

გამჭვირვალე მთლიან მასაში (ნეფრიტი, როდონიტი და სხვ.);

გამჭვირვალე მხოლოდ კიდეებში (მინდვრის შპატები, ბარიტი და სხვ.).

გაუმჭვირვალე მინერალები სინათლის სხივებს ძალიან თხელ ფირფიტებშიც კი ძნელად ატარებენ (ოქრო, პირიტი, გრაფიტი, გალენიტი და სხვ.). ბუნებაში ხშირია შემთხვევები, როდესაც მინერალის დიდი ზომის კრისტალი სრულიად გაუმჭვირვალედ გვეჩვენება, მაშინ, როდესაც მისი მცირე ზომის ნამსხვრევები სინათლეს ატარებენ (ბიოტიტი, რუტილი და სხვ).

ლღობადობა

ლღობადობა არის მინერალის თვისება, შინაგანი სითბური ენერგიის ხარჯზე გახურებით მყარი მდგომარეობიდან გადავიდეს მდნარში. ლღობის ტემპერატურა მნიშვნელოვნად არის დამოკიდებული მინერალში ქიმიური ბმის ტიპზე, კოორდინაციული რიცხვის სიდიდეზე და ელემენტის ვალენტობაზე. ლღობის ტემპერატურის მიხედვით მინერალებს ყოფენ შემდეგ ჯგუფებად:

ა) ძალიან ადვილად ლღობადი	$T=100—700^0$ C
ბ) ადვილად ლღობადი	$T=700—1000^0$ C
გ) ლღობადი	$T=1100—1300^0$ C
დ) ძნელად ლღობადი	$T=1300—1500^0$ C
ე) ძალიან ძნელად ლღობადი	$T=1500^0$ C და ზევით

ხსნადობა

ხსნადობის ქვეშ იგულისხმება ნივთიერების წყალში ან სხვა სახის გამხსნელებში გახსნის უნარი, ან სხვაგვარად— ნივთიერების გამხსნელებთან რეაქციული ურთიერთქმედების უნარი.

მინერალთა ხსნადობა შეუქცევადი პროცესია, რომელიც ძალიან ხშირად ახალი მინერალის წარმოქმნით მთავრდება. ბუნებაში არსებულ მინერალთა უმრავლესობა პრაქტიკულად უხსნადია (გამონაკლისს წარმოადგენს წყალში კარგად ხსნადი მინერალების ჯგუფი—ქლორიდები). უხსნადი მინერალების ხსნად მდგომარეობაში გადაყვანა მხოლოდ სპეციალური ქიმიური რეაქტივების (ძირითადად მჟავეების) დახმარებით არის შესაძლებელი.

ხსნადობის ხარისხის მიხედვით მინერალები იყოფიან: კარგად ხსნად, სუსტად ხსნად, ხსნად და პრაქტიკულად უხსნად სახესხვაობებად.

მინერალის ხსნადობას განაპირობებს: გასახსნელი მინერალის ქიმიური შედგენილობა, სტრუქტურის ტიპი, სტრუქტურულ ერთეულებს შორის ქიმიური ბმის ტიპი, ტემპერატურა და წნევა.

მინერალის ხსნადობის ხარისხი იზრდება:

ა) ტემპერატურის გაზრდით—მუდმივი წნევისა და ენდოთერმული პროცესების შემთხვევაში;

ბ) მინერალის მარცვლების ზომების შემცირებისას;

გ) კრისტალური სტრუქტურის მოუწესრიგებლობისა და მათში უცხო მინარევების არსებობის შემთხვევაში.

ხსნადობის პროცესი ფერხდება:

ა) ტემპერატურის გაზრდით მუდმივი წნევისა და ეკზოთერმული პროცესების შემთხვევაში

ბ) მინერალის გახსნისას მის ზედაპირზე ახლად წარმოქმნილი გახსნის პროდუქტების მიერ დამატებითი დიფუზიური წინააღმდეგობის შექმნის გამო.

საველე პირობებში მინერალის ხსნადობის ხარისხის განსაზღვრისათვის არსებულ მრავალრიცხოვან რეაქტივებიდან გამოიყენება წყალი და სხვადასხვა კონცენტრაციის მარილისა და აზოტის მჟავეები.

წყალში პრაქტიკულად უხსნადია თვითნაბადი ელემენტების — ოქროს, ვერცხლისა და პლატინის ჯგუფის მინერალები. მათი უნივერსალური გამხსნელია ''სამეფო წყალი'' ($3HCl + HNO_3$), რომელიც აქტიური ქლორის შემცველობის წყალობით იმავდროულად არის ძლიერი დამჟანგველიც.

აზოტის მჟავაში (HNO_3) იხსნება სულფიდების ჯგუფის მინერალების დიდი უმეტესობა (აზოტის მჟავასთან ერთად იყენებს სამეფო წყალსაც), ხალასი ელემენტებისა და ფოსფატების ჯგუფის მინერალების ნაწილი. მარილის მჟავაში (HCl) დუღილის გარეშე იხსნება: ჟანგეულების, სულფატების, სილიკატების, ფოსფატების, ჰიდროჟანგეუ-

ლების ჯგუფის მინერალების დიდი უმეტესობა. გაზური კომპონენტების შემცველი მინერალების მარილმჟავაში გახსნა მიმდინარეობს დუღილით, რასაც თან ახლავს შიშინი (კარბონატების ჯგუფის მინერალები) — გახსნისას დიდი რაოდენობით გაზების გამოყოფის გამო. სულფიდების მარილის სიმჟავეში გახსნა მიმდინარეობს შიშინის გარეშე. გახსნის პროცესს თან ახლავს ლაყე კვერცხის სუნის მქონე გოგირდწყალბადის, ზოგჯერ ქლორისა და ჰიდროქსილის გამოყოფა.

მინერალის ხსნადობის ხარისხს ხშირად იყენებენ მის ერთ-ერთ მადიაგნოსტირებელ ნიშნად. ის იძლევა მნიშვნელოვან ინფორმაციას მინერალწარმომქმნელი გარემოს თერმოდინამიკური პარამეტრების მნიშვნელობების დასადგენად.

ჟანგვა და აღდგენა

ჟანგვა-აღდგენა სრულიად საწინააღმდეგო სინქრონული პროცესების—ჟანგვისა და აღდგენის ერთობლიობას წარმოადგენს. ჟანგვას ყოველთვის თან ახლავს აღდგენა და პირიქით — აღდგენა ყოველთვის დაკავშირებულია ჟანგვასთან. ბუნებრივ პირობებში დიდია აღნიშნული პროცესების როლი მინერალის მთლიან ან ნაწილობრივ დაშლაში და მათ ხარჯზე სრულიად ახალი ნივთიერების წარმოშობაში. ჟანგვა და აღდგენა სუფთა ქიმიური პროცესებია. ისინი განპირობებულია ქიმიური რეაქციების მსვლელობისას სტრუქტურული ერთეულების (ატომების, მოლეკულების ან იონების) მიერ ელექტრობის გაცემის ან მიერთების უნარით. დამჟანგველად შეიძლება ჩაითვალოს ნებისმიერი ნივთიერება, რომელსაც გააჩნია ელექტრონების მიერთების უნარი, ხოლო აღმდგენლად — ელექტრონების გაცემის უნარის მქონე ნებისმიერი ნივთიერება.

ჟანგვის პროცესს ხშირად ოქსიდაციის პროცესსაც უწოდებენ. ის ინტენსიურად მიმდინარეობს დედამიწის ზედაპირზე ან მასთან ახლოს ჟანგბადის მაღალი შემცველობის პირობებში.

აქტიური დამჟანგველებია: O_2, H_2O, CO_2, F^{3+}, $Mn,^{4+}$ Mn^{3+}, შედარებით ნაკლები — Ti^{4+}, Cu^{2+}, Cr^{3+}, კიდევ უფრო ნაკლები— U, Mo^{6+} და სხვ. ძლიერი აღმდგენლებია: H_2S, H_2, CH_4, Mn^{2+}, Fe^{2+}, Fe^{3+}, V^{3+}, V^{4+} და სხვ. როგორც ჩანს, ერთი და იგივე ელემენტი შეიძლება იყოს როგორც დამჟანგველი, ისე აღმდგენელიც. მაგალითად, Fe^2, Mn^2 და სხვა არის აღმდგენელი ელემენტები, ხოლო Fe^{3+}, Mn^{3+}, Mn^{4+} — დამჟანგველები. მინერალები, რომლებიც ჩნდებიან დედამიწის ღრმა ნაწილებში—ჟანგბადის ნაკლებობის პირობებში, დედამიწის ზედაპირზე ან მასთან ახლოს ქმნიან მაღალი ვალენტობის ჟანგბადოვან ნაერთებს. მაგალითად, სულფიდები და მათი მსგავსი ნაერთები (გარდა HgS) წყლისა და ჟანგბადის აქტიური ზემოქმედებით ადვილად გადადიან სულფატებში, ჰიდროჟანგებში, კარბონატებსა და სხვა ჟანგბადოვან ნაერთებში. მაგალითად, პირიტის ჟანგვის პროცესი რკინის სულფატის და გოგირდმჟავას წარმოშობით მთავრდება ($FeS_2 + H_2O + 7O = H_2SO_4 + FeSO_4$). გოგირდმჟავა ანიჭებს გარემოს მჟავე ხასიათს და აჩქარებს გვერდითი ქანებისა და ძარღვის მინერალების გახსნის პროცესს.

აღსანიშნავია, რომ ჟანგვა-აღდგენითი პროცესების შედეგად წარმოშობილი მინერალები ხასიათდება სპეციფიკური სუნით და შედგენილობით, რის გამოც ეს უკანასკნელები წარმატებით გამოიყენება, როგორც მინერალთა მადიაგნოსტირებელი ნიშნები.

ტკეჩვადობა

ტკეჩვადობა ანუ ყავრიანობა არის მინერალის თვისება, დარტყმით ან სხვა სახის გარეგანი მექანიკური ძალების ზემოქმედებით გაიპოს (გაიხლიჩოს) განსაზღვრული კრისტალოგრაფიული სიბრტყეების გასწვრივ. გაპობის პროცესი მთავრდება პობის ზედაპირზე სარკისებურად მოელვარე —სწორი სიბრტყეების წარმოქმნით. ტკეჩვადობის ხარისხის განმსაზღვრელი ფაქტორებია: კრისტალთა შინაგანი აღნაგობა და ქიმიური ბმის ტიპი.

მეტალური ქიმიური ბმის მქონე მინერალები კარგი ტკეჩვადობით არ გამოირჩევა. ასევე სუსტია ტკეჩვადობის ხარისხი კოვალენტური ქიმიური ბმის მქონე მინერალებში. ერთი ან რამდენიმე მიმართულებით ნათლად გამოხატულ ტკეჩვადობას ავლენს იონური ქიმიური ბმის მქონე მინერალების დიდი ნაწილი. იდეალური ტკეჩვადობა აქვთ სუსტი—ვან-დერ-ვაალსის ქიმიური ბმის მქონე შრეებრივი სტრუქტურის მინერალებს.

მინერალთა ტკეჩვადობის ხარისხის შესაფასებლად შემოღებულია პირობითი ხუთსაფეხურიანი სკალა:

ფრიად სრული, ანუ იდეალური ტკეჩვადობისას მინერალი გარკვეული მიმართულებით ადვილად იპობა თხელ ფურცლებად, ფირფიტებად ან ქერცლებად. ამ დროს ჩნდება სწორი, სარკისებურად მოელვარე ტკეჩვადობის სიბრტყეები (ქარსები, თიხები, თაბაშირი, ქლორიტები და სხვ.).

სრული ან კარგი ტკეჩვადობის შემთხვევაში მინერალი ჩაქუჩის დარტყმისას განსაზღვრული მიმართულებით ადვილად იპობა ტკეჩვადობის სწორი სიბრტყეებით შემოსაზღვრულ სხვადასხვა ზომის ნატეხებად (კალციტი წესიერ რომბოედრებად, გალენიტი მცირე ზომის წესიერ ჰექსაედრებად და სხვ.). ამ ტიპის ტკეჩვადობისას მონატეხის

უსწორმასწორო ზედაპირები იშვიათად ან საერთოდ არ მიიღება.

საშუალო ტკეჩვადობისას ხლეჩვის ზედაპირი ყოველთვის არ არის სწორი და მოელვარე. მოცემულ შემთხვევაში მინერალის გაპობისას ადგილი აქვს როგორც უსწორმასწორო, ასევე ტკეცვაჩვადობის სიბრტყეებით შემოფარგლული ნამსხვრევების წარმოქმნას (მინდვრის შპატები, ფლუორიტი, და სხვა).

არასრული ტკეჩვადობისას ახლეჩვის სწორი ზედაპირები იშვიათია. ხშირ შემთხვევაში მიიღება ხლეჩვის უსწორმასწორო სიბრტყეებით შემოსაზღვრული ნატეხები (ბერილი, აპატიტი და სხვ).

ფრიად არასრული ტკეჩვადობის შემთხვევაში მინერალებს ტკეჩვადობა პრაქტიკულად არ აქვთ. ამ ტიპის ტკეჩვადობის მატარებელი მინერალები მექანიკური ძალების მოქმედებით სხვადასხვა ზომის მარცვლებად იმსხვრევა და განუსაზღვრელი მიმართულებით იძენს უსწორმასწორო და ნიჟარისებრი ფორმის ზედაპირებს (კვარცი, კასიტერიტი და სხვ.).

მინერალებში ტკეჩვადობა შეიძლება გამოვლინდეს: ერთი მიმართულებით (ქარსები, ქლორიტები და სხვ.), ორი მიმართულებით (კალიუმის მინდვრის შპატები), სამი მიმართულებით (ქვამარილი), ოთხი მიმართულებით (ფლუორიტი), ექვსი მიმართულებით (სფალერიტი) და ა.შ.

გემო

წყალში ხსნადი ზოგიერთი მინერალი ქმნის გემოს შეგრძნების ეფექტს. ამ თვისების მატარებელია მარილები: ჰალიტი (მლაშე), სილვინი (მომწარო მლაშე) და სხვ.

ცხიმოვნება

ზოგიერთი მინერალის შეხებისას ისეთი შთაბეჭდილება იქმნება, თითქოს მისი ზედაპირი ცხიმის თხელი ფენით იყოს დაფარული (ტალკი, სერპენტინი, ნეფელინი და სხვ). ცხიმოვნება მინერალის ერთ-ერთ მადიაგნოსტირებელ ნიშანს წარმოადგენს.

სუნი

მინერალების უმრავლესობას აქვს უნარი, წვის პროცესში გამოჰყონ მათთვის დამახასიათებელი სპეციფიკური სუნი. ზოგიერთი მინერალი სუნს გამოჰყოფს მსხვრევისას მასზე მექანიკური ძალების ზემოქმედებით. მაგალითად, პირიტი (FeS_2) გამოჰყოფს გოგირდოვანი გაზის სუნს, არსენოპირიტი (FeAsS) ნივრის სუნს და სხვ.

ხვედრითი წონა (სიმკვრივე)

მინერალებში ხვედრითი წონის სიდიდეთა მნიშვნელობები ფართო საზღვრებში იცვლება. მაქსიმუმს მეტალების ჯგუფის მინერალების ზოგიერთ წარმომადგენლებში აღწევს და 15-19გ/სმ^3, —19-23 გ/სმ^3 შორის იცვლება (ოქრო და პლატინის ჯგუფის მინერალები შესაბამისად).

კრისტალურ ნივთიერებათა ხვედრითი წონა დამოკიდებულია:

ა) მინერალის ამგები ელემენტების ატომებისა და იონების ატომურ წონაზე და კრისტალურ სტრუქტურაში მათი წყობის ტიპზე. ნათქვამის კლასიკურ მაგალითად გამოდგება ნახშირბადის (C) პოლიმორფული მოდიფიკაციები— ალმასი და გრაფიტი. ალმასი უმჭიდროესი წყობის სტრუქტურითა და მაღალი ხვედრითი წონით (3.50-3.56) ხასიათდება, ხოლო თავისუფალი წყობის სტრუქტურის მქონე გრაფიტი შედარებით მსუბუქია (2.09-2.33)

ბ) მინერალის გარდატეხის მაჩვენებელისა და კოორდინაციული რიცხვის სიდიდეზე. კერძოდ, კოორდინაციული რიცხვის ზრდით მინერალის ხვედრითი წონა იზრდება.

გ) იონური რადიუსების ზომებზე და ატომური ნომრის სიდიდეზე. დ. მენდელეევის ელემენტთა პერიოდულ სისტემაში ელემენტების ატომური ნომრის ზრდისა და იონური რადიუსის ზომების შემცირების შესაბამისად სიმკვრივეები იზრდება.

დ) იზომორფული ჩანაცვლების მოვლენებზე. იზომორფულ ნარევებში მსუბუქი ატომების მძიმე ატომებით ჩანაცვლების შემთხვევაში ხვედრითი წონა იზრდება და პირიქით—მძიმე ატომების მსუბუქი ატომებით ჩანაცვლებისას—მცირდება. ოლივინის ($(Mg,Fe)_2[SiO_4]$) ხვედრითი წონა, მინერალის კრისტალურ სტრუქტურაში Mg მსუბუქი ატომების Fe მძიმე ატომებით ჩანაცვლების შემთხვევაში, იზრდება: 3.22 გ/სმ^3-დან 4.41 გ/სმ^3-მდე, მსგავსი მოვლენა აღინიშნება პლაგიოკლაზებშიც. ალბიტიდან ($Na[Al(Si_3O_8)]$)—ანორთიტამდე ($Ca_2[Al_2Si_2O_8]$ ხვედრითი წონა იზრდება 2.62 გ/სმ^3-დან—2.76 გ/სმ^3-მდე. ხვედრითი წონის შემცირების ტენდენციას აქვს ადგილი შეელიტისა $Ca[WO_4]$ და პოველიტის $Ca[MoO_4]$ შემთხვევაში: 6.12 გ/სმ^3-დან (შეელიტი) 4.2 გ/სმ^3-მდე (პოველიტი).

ე) წნევისა და ტემპერატურის ფაქტორებზე. კრისტალურ ნივთიერებებს, რომლებიც არ შეიცავს მინარევებს და გააჩნია კრისტალური სტრუქტურა, განსაზღვრული წნევისა და ტემპერატურის პირობებში ახასიათებს მუდმივი ხვედრითი წონა, რაც ექსპერიმენტულადაც არის დადგენილი. მაგალითად, კვარცს (SiO_2), რომლის შედგენილობა თითქმის უცვლელია, ოთახის ტემპერატურისა და ატმოსფერული წნევის პირობებში აქვს მუდმივი ხვედრითი წონა (2,65 გ/სმ^3).

ვ) ქიმიური შედგენილობის ცვალებადობაზე. მინერალის შედგენილობასა და ხვედრითი წონის სიდიდეების ცვალებადობაზე მნიშვნელოვან ზეგავლენას ახდენს მინარევები. ამ უკანასკნელის მინერალში დიდი რაოდენობით არსებობის შემთხვევაში ერთ და იგივე მინერალს შეიძლება ჰქონდეს განსხვავებული ხვედრითი წონა. მაგალითად, სფალერიტში (ZnS) ხვედრითი წონა იცვლება 3.90 გ/სმ^3-დან—4.1 გ/სმ^3-მდე; ვოლფრამიტში (Fe,Mn)[WO_4] 7.1 გ/სმ^3-დან—7.5 გ/სმ^3-მდე.

ზ) გამჭვირვალობის ხარისხზე. გაუმჭვირვალე მინერალები გამჭვირვალეებთან შედარებით მაღალი ხვედრითი წონით ხასიათდება. საველე პირობებში მინერალის ხვედრითი წონის მიახლოებითი შეფასება ხდება ნატეხების ხელისგულზე აწონვით.

ხვედრითი წონის ზუსტი განსაზღვრისათვის არსებობს მრავალი ლაბორატორიული მეთოდი, რომელთა შორის ფართოდ გამოიყენება პიკნომეტრული და იმერსიული მეთოდები. პ ი კ ნ ო მ ე ტ რ უ ლ ი მ ე თ ო დ ი. პიკნომეტრი წარმოადგენს ბოთლს, მასიური მინის საცობით. აღნიშნული მეთოდით მინერალის ხვედრითი წონის განსაზღვრის თანმიმდევრობა ასეთია: მინერალის ხვედრითი წონის გაზომვამდე წონიან თვით მშრალ ცარიელ ბოთლს საცობით და წონას აღნიშნავენ X-ით. შემდეგ მასში მოათავსებენ გასაზომი მინერალის ნატეხს და ახდენენ მის განმეორებით აწონვას. წონას აღნიშნავენ Y-ით. X—Y სხვაობა არის ნიმუშის წონა ჰაერში. შემდგომ კოლბას, რომელშიც მოთავსებულია ნიმუში, ნაწილობრივ შეავსებენ დისტილირებული (გამოხდილი) წყლით და ბუშტულების გამოყოფამდე ადუღებენ რამოდენიმე წუთს. გაცივების შემდეგ პიკნომეტრი მთლიანად ივსება დისტილირებული წყლით და მინერალთან ერთად იწონება. წონას აღნიშნავენ Z-ით. აწონვის შემდგომი ეტაპი დგება მაშინ, როდესაც პიკნომეტრი-

დან ამოიღებენ მინერალის ნიმუშს და მასში დარჩება მხოლოდ დისტილირებული წყალი. წონას აღნიშნავენ P-თი. მინერალის ხვედრით წონას ითვლიან ფორმულით $G=\frac{(x-y)}{P+(X-Y)-Z}$, სადაც (x-y) არის ნიმუშის წონა, Z—პიკნომეტრის წონა წყლით მინერალის ნიმუშთან ერთად; P+(X-Y)-Z–მინერალის მიერ გამოდევნილი წყლის წონა.

იმერსიული მეთოდი. აღნიშნული მეთოდით მინერალის ხვედრითი წონის განსაზღვრა ხდება მძიმე სითხეების წინასწარ ცნობილ ხვედრით წონასთან შედარებით. მძიმე სითხეების ხვედრით წონას განსაზღვრავენ ჰიდროსტატიკური მეთოდით ან რეფრაქტომეტრის დახმარებით გარდატეხის მაჩვენებლის გაზომვის გზით. ძირითადად გამოიყენება შედარებით მაღალი გარდატეხის მაჩვენებლის მძიმე სითხეები — ბრომოფორმის ($CHBr_3$ G=2,89), იოდიანი ეთილენის (CH_2I_2 G=3.33) ხსნარები. სითხეების ხვედრითი წონის რეგულირებას ახდენენ აცეტონში განზავებით ან გახურებით. შედეგად შესაძლებელია ნებისმიერი სასურველი გარდატეხის მაჩვენებლის ხსნარების მიღება.

ელექტროგამტარობა

ელექტროგამტარობა, ან, სხვაგვარად, მინერალის ელექტრობის გამტარობის უნარი, დამოკიდებულია კრისტალურ სტრუქტურაში ქიმიური ბმის ტიპზე, ტემპერატურაზე, წნევაზე, კრისტალის დეფექტურობის ხარისხზე და სხვ. ელექტრობის გამტარობის ხარისხის მიხედვით მინერალები იყოფიან: გამტარებად, ნახევარგამტარებად და არაგამტარებად.

გამტარებს მიეკუთვნება: მეტალური კავშირების მქონე თვითნაბადი მეტალების ჯგუფების მინერალები (ოქრო, ვერცხლი, პლატინა და სხვა). არაგამტარებს, ანუ დიელექტრიკებს (მათ ზოგჯერ იზოლატორებსაც

უწოდებენ) მიეკუთვნება იონური და კოვალენტური კავშირის მქონე მინერალები. ნახევარგამტარებში გაერთიანებულია მინერალები, რომლებსაც უჭირავთ გარდამავალი მდგომარეობა საკუთრივ გამტარებსა და დიელექტრიკებს შორის (ზოგიერთი ჟანგეულები და სულფიდები).

მინერალის ელექტროგამტარობის ხარისხს განსაზღვრავს აგრეთვე კრისტალოგრაფიული მიმართულებაც. მაგალითად, ჰემატიტში (Fe_2O_3) ელექტროგამტარობა გაცილებით მეტია მესამე რიგის ღერძის მართობ კვეთში, ვიდრე ღერძის პარალელური მიმართულებით. ასევეა გრაფიტშიც (C)— მასაც C ღერძის მართობ კვეთებში აქვს ელექტრობის გატარების უფრო მაღალი ხარისხი, ვიდრე ღერძის პარალელური მიმართულებით. არის შემთხვევები, როდესაც ელექტრობის არაგამტარ ზოგიერთ მინერალში, ტემპერატურისა და წნევის ცვალებადობა შეიძლება გახდეს ელექტრული მუხტების აღძრვის მიზეზი. მოცემულ შემთხვევაში მინერალი იძენს პიროელექტრულ და პიეზოელექტრულ თვისებებს.

პიროელექტრულ თვისებას ელექტროგაუმტარი მინერალები იძენენ მხოლოდ გაცხელებით. ამ თვისების მატარებელ მინერალებად ითვლება მხოლოდ პოლარული ღერძის მქონე და სიმეტრიის ცენტრის არმქონე კრისტალები (ტურმალინი და სამი პოლარული ღერძის მქონე კვარცი). ტურმალინის მესამე რიგის პოლარული ღერძის ბოლოებზე ტემპერატურული რეჟიმის ცვალებადობა ხშირად საწინააღმდეგო მუხტების წარმოშობის მიზეზი ხდება.

პიეზოელექტრული თვისება მინერალებში აღმოჩენილ იქნა 1881 წელს ძმების— პიერ და ჟან კიურების მიერ. ეს არის ზოგიერთი ელექტროგაუმტარი მინერალის თვისება, მასზე მექანიკური ძალების ზემოქმედებით (გაჭიმვა, შეკუმშვა) აღიძრას ელექტრული მუხტი. ბუნებრივი პიეზოელექტრული კრისტალებიდან ფართოდ გამოიყენება

კვარცის უფერო და გამჭვირვალე (მთის ბროლი) და კვამლა (მორიონი) ნაირსახეობები. კვარცის კრისტალზე მექანიკური ძალების ზემოქმედებით მის მეორე რიგის (L_2) პოლარული ღერძის ბოლოებზე აღიძვრება დადებითად და უარყოფითად დამუხტული ელექტრონები. ბუნებრივი პიეზოკვარცის დეფიციტის შემთხვევაში იყენებენ სინთეტიკურ კვარცს, სეგნეტის მარილებს ($C_4H_4O_6KNa \cdot 4H_2O$) და ზოგჯერ ტურმალინსაც, თუმცა ამ უკანასკნელში კვარცთან შედარებით ეფექტი გაცილებით ნაკლებია.

პიეზოელექტრული თვისების მატარებელი კრისტალები გამოიყენება წყალქვეშა კავშირებში ულტრაბგერითი და ელექტრომაგნიტური ტალღების სიგრძის სტაბილიზაციისათვის, ზღვის სიღრმეების გასაზომად, რადიოსიგნალების გადასაცემად, გასროლისას იარაღის ლულაში და ძრავების ცილინდრებში წნევის გასაზომად და სხვ.

რადიოაქტიურობა

რადიოაქტიურობას უწოდებენ ქიმიური ელემენტის არამდგრადი იზოტოპების სხვა იზოტოპებად სპონტანური გარდაქმნის პროცესს, რასაც თან ახლავს ელემენტარული ნაწილაკების გამოსხივება.

ძლიერ ბუნებრივი რადიოაქტიურობით ხასიათდებიან U, Th არამდგრადი იზოტოპების შემცველი მინერალები: ურანინიტი (UO_2), თორიტი (Th $[SiO_4]$ და სხვ.

საშუალო და დაბალი რადიოაქტიურობით გამოირჩევა U, Th მინარევების მცირე რაოდენობით შემცველი მინერალები: მონაციტი (Ce,La, Nd, Th) $[PO_4]$), სხვ.

სუსტი რადიოაქტიურობით ხასიათდება კალიუმის რადიოიზოტოპების (^{40}K) შემცველი მინერალები: მიკროკლინი ($K[AlSi_3O_8]$), მუსკოვიტი ($KAl_2[AlSi_3O_{10}]$ $[OH, F]_2$), სილვინი (KCl) და სხვ.

ზოგიერთ რადიოაქტიურ ელემენტს გააჩნია არსებობის დიდი ხანგრძლივობა და შემცველ მინერალებში რამდენიმე გეოლოგიური პერიოდის განმავლობაში დაგროვებისა და შენახვის უნარი. პერმანენტულად მიმდინარეობს თითოეული რადიოაქტიური იზოტოპის დაშლის პროცესი. მაგალითად, U რადიოაქტიური დაშლით მიიღება ^{206}Pb, ^{207}Pb, ^{4}He იზოტოპები, ხოლო რადიოაქტიური კალიუმის (^{40}K) დაშლის ხარჯზე—არგონისა (^{40}Ar) და კალციუმის (^{40}Ca) იზოტოპები და სხვ. დადგენილია, რომ რადიოიზოტოპების დაშლის პროცესი მიმდინარეობს მუდმივი სიჩქარით, ის დამოკიდებულია არ არის ტემპერატურაზე, წნევაზე და მოცემული რადიოიზოტოპის შემცველი ნაერთის ბუნებაზე. იმ შემთხვევაში, თუ რადიოიზოტოპის დაშლის სიჩქარე (ნახევრად დაშლის პერიოდი) მუდმივია, და, ამასთან, რადიოაქტიური მინერალის საღ ნიმუშში დადგენილია U, Th, და Pb რადიოიზოტოპების შემცველობა, შესაძლებელი ხდება რადიოაქტიური მინერალის შემცველი ქანის ასაკის განსაზღვრა.

რადიოაქტიური ელემენტების გაზრდილი შემცველობის ნებისმიერი მინერალი დროთა განმავლობაში α ნაწილაკების დაბომბვით განიცდის მნიშვნელოვან სტრუქტურულ ცვლილებებს. კერძოდ, კრისტალური სტრუქტურის მინერალები ხდება ამორფულები—მათ მ ე ტ ა მ ი ქ ტ ურ მინერალებს უწოდებენ. არის პირუკუ შემთხვევებიც, როდესაც მეტამიქტური მინერალები გადადის კრისტალური სტრუქტურის მინერალებში, რასაც თან ახლავს კრისტალის მოცულობის მნიშვნელოვანი შემცირება და ხვედრითი წონის ზრდა. მინერალებსა და ქანებში რადიოაქტიურობის ხარისხს სწავლობენ სპეციალური ხელსაწყოს—რ ა დ ი ო მ ე ტ რ ი ს დახმარებით. ხოლო რადიოაქტიური ელემენტების განაწილების ხარისხს — რ ა დ ი ო გ რ ა ფ ი ს მეთოდით.

მაგნიტურობა

მაგნიტურობა არის ზოგიერთი ბუნებრივი მინერალის კომპასის მაგნიტურ ისარზე ზემოქმედების ან ბრტყელი და ნალისებური მაგნიტის მიზიდვის უნარი.

მაგნიტურობის ხარისხის მიხედვით მინერალებს ყოფენ: ფერომაგნიტურ, პარამაგნიტურ და დიამაგნიტურ ჯგუფებად.

ფერომაგნიტურ, ანუ ძლიერმაგნიტურ მინერალებს უნარი აქვთ დამაგნიტდნენ და შეინარჩუნონ მაგნეტიზმი მაგნიტური ველის მოხსნის შემთხვევაშიც. ფერომაგნიტური მინერალები ხასიათდება დადებითი მაგნიტური ამთვისებლობის მაღალი ხარისხით.

ბუნებრივი ფერომაგნიტური მინერალებია: მაგნეტიტი (Fe_3O_4), პიროტინი ($Fe_{1-x}S$), ჰემატიტი (Fe_2O_3), თვითნაბადი რკინა (Fe), ილმენიტი ($FeTiO_3$) და სხვ. აღნიშნული მინერალები შორეულ წარსულში კომპასებად გამოიყენებოდა.

პარამაგნიტური, ანუ საშუალო მაგნიტური მინერალები სუსტად მაგნიტდებიან მაგნიტური ველის მიმართულებით. საშუალო დამაგნიტების მქონე მინერალები ჩვეულებრივ პირობებში კომპასის ისრის გადახრაზე ზემოქმედებას ვერ ახდენს, თუმცა მდნობი მილით გახურების შემთხვევაში იძენს მაგნიტურ თვისებებს იმ დოზით, რაც სრულიად საკმარისი ხდება კომპასის ისრის გადახრისათვის.

პარამაგნიტური მინერალების ჯგუფს მიეკუთვნება: სილიკატური მინერალების უმრავლესობა, რკინის ჟანგები და ჰიდროჟანგები, რკინიანი სფალერიტი და სხვ.

დიამაგნიტური, ანუ არამაგნიტური მინერალები ფლობს უმნიშვნელო უარყოფით მაგნიტურ ამთვისებლობას და საერთოდ განიზიდებიან მაგნიტისაგან. ამ ჯგუფს

მიეკუთვნება: სპილენძი, კვარცი, ჰალიტი, მინდვრის შპატები, კალციტი, ოქრო, ვერცხლი და სხვ.

ხშირია შემთხვევები, როდესაც ერთი კრისტალის სხვადასხვა ნაწილში მაგნიტური თვისება ერთნაირი ხარისხით არ ვლინდება. მაგალითად, მაგნეტიტში მაგნეტიზმის გამოვლენის უმაღლესი ხარისხი ემთხვევა სიმეტრიის ღერძებს, რის გამოც ამ ღერძებს სხვაგვარად კრისტალის მაგნიტურ ღერძებსაც უწოდებენ.

მინერალებში მაგნიტური ამთვისებლობის ხარისხს მნიშვნელოვნად განაპირობებს ქიმიური შედგენილობა და იზომორფიზმის ხარისხი. მაგალითად, მაგნეტიტში მაგნიტურობის ხარისხი მნიშვნელოვნად ეცემა მასში Fe^{3+}-ის სტრუქტურული პოზიციის დამკავებელი Al^{3+} და Ti^{4+} რაოდენობრივი ზრდის ხარჯზე.

მინერალებში მაგნიტური თვისებების ცოდნას დიდი პრაქტიკული მნიშვნელობა აქვს. მაგნიტური თვისებები წარმატებით გამოიყენება სასარგებლო ნამარხების გეოფიზიკური მეთოდებით ძებნისას. ძებნითი სამუშაოების ჩატარებისას დედამიწის მაგნიტური ველის ცვალებადობას ზომავენ სპეციალური ხელსაწყოს— მაგნიტომეტრის დახმარებით. გაზომვის მონაცემების ინტერპრეტაციით შესაძლებელი ხდება მადნიანი სხეულის შემოკონტურება—ლოკალიზება. საკვლევ ლაბორატორიებსა და გამამდიდრებელ ფაბრიკებში სუფთა კონცენტრატის მიღებისას, მისგან ფუჭი ქანებისა და სხვა არასასურველი მინერალების მოსაცილებლად წარმატებით გამოიყენება მაგნიტური სეპარატორები.

ლუმინესცენცია

ლუმინესცენცია (ლათ.''ლუმენ''—სინათლე) არის ზოგიერთი მინერალის ნათების უნარი, გამოწვეული მასზე ულტრაიისფერი, კათოდური, რენტგენული ან სხვა მოკლეტალღიანი სხივების ზემოქმედებით. ხშირ შემთხვევაში ლუმინესცენციის მოვლენა იმდენად სუსტია, რომ ბუნებაში მისი შემჩნევა მხოლოდ სიბნელეში ხდება.

ლუმინესცენციის მოვლენა ასევე დიდად არის დამოკიდებული მინერალებში არსებულ დეფექტებზე და მინარევ-იონების (აქტივატორების) არსებობაზე.

ამგზნები წყაროების მიხედვით ლუმინესცენციაში გამოყოფენ: ფოტოლუმინესცენციას (ამგზნები ენერგიის წყარო—სინათლე, ულტრაიისფერი სხივები), რენტგენოლუმინესცენციას (ამგზნები ენერგიის წყარო—რენტგენული სხივები), ელექტროლუმინესცენციას (ამგზნები ენერგიის წყარო—ელექტრული ველები), თერმოლუმინესცენციას (ამგზნები ენერგიის წყარო—ტემპერატურა), ტრიბოლუმინესცენციას (ამგზნები ენერგიის წყარო—წნევა) და სხვ.

ფოტოლუმინესცენციის მოვლენა კარგად ჩანს სიბნელეში. ბევრი მინერალისათვის ფოტოლუმინესცენციის თვისება მადიაგნოსტირებელ ნიშანს წარმოადგენს. მაგალითად, ლალი (Al_2O_3) ადვილად გამოიცნობა წითელი, ფლუორიტი—იისფერი, კალციტი—ვარდისფერი, ალმასი—ყვითელი ან ცისფერი ნათებით. ზოგიერთი მინერალისათვის დამახასიათებელია სხვადასხვა ფერებში ნათება. მაგალითად, კალციტი ($CaCO_3$) ანათებს წითლად, ნარინჯისფრად, ყვითლად, მწვანედ, თეთრად და ა. შ.

ფლუორესცენციის მოვლენას სახელი ფლუორიტის (CaF_2) მიხედვით დაერქვა. ფლუორიტი ლუმინესცენციის თვისებას ულტრაიისფერი სხივების ზემოქმედებით ამჟღავნებს და მიმდინარეობს მხოლოდ მის კრისტალურ სტრუქტურაში Ca^{2+} იონების იშვიათ— მიწა ელემენტების

იონებით ჩანაცვლების შემთხვევაში. ფლუორესცენციის მოვლენას სხვაგვარად ხანმოკლე ლუმინესცენციასაც უწოდებენ, რადგან ნათების მოვლენა შეიმჩნევა მხოლოდ ამგზნები ენერგიის წყაროს მოქმედების მომენტში და წყდება ამ უკანასკნელის მოქმედების შეწყვეტისთანავე.

ფლუორესცენციის მოვლენა დამახასიათებელია შეელიტისთვის, კალციტისთვის, სკაპოლიტისათვის, ალმასისთვის და სხვ.

ფოსფორლუმინესცენციის არსი მდგომარეობს იმაში, რომ მინერალს შეუძლია გააგრძელოს ნათება საკმაოდ დიდი ხნის განმავლობაში მასზე მოქმედი ამგზნები ენერგიის წყაროს შეწყვეტის შემდეგაც. ფოსფორლუმინესცენციას ზოგჯერ ხანგრძლივ ლუმინესცენციასაც უწოდებენ და დამახასიათებელია სფალერიტისთვის, არაგონიტისთვის და სხვ.

თერმოლუმინესცენცია არის ზოგიერთი მინერალის მიერ სინათლის გამოსხივების უნარი, რომელსაც ის 50-100^0 C გახურებით იძენს (475^0 C ნათება წყდება). თერმოლუმინესცენციის მაღალი ხარისხით გამოირჩევა იონაქტივატორების შემცველი არამადნეული მინერალები: კალციტი, აპატიტი, მინდვრის შპატები, ფლუორიტი და სხვ. თერმოლუმინესცენციის თვისების მატარებელი მინერალები შეიძლება გამოყენებულ იქნეს, როგორც გეოთერმომეტრები და სტრატიგრაფიული ინდიკატორები.

ტრიბოლუმინესცენცია არის მინერალის სინათლის ერთჯერადი გამოსხივების უნარი, გამოწვეული წნევით, გაკაწვრით ან სხვა სახის მექანიკური ძალების ზემოქმედებით. ამ ტიპის ლუმინესცენციის თვისების მატარებლებია ძირითადად სრული ტკეჩვადობის მქონე არამადნეული მინერალები: კალციტი, ბარიტი, არაგონიტი, ფლუორიტი, სკაპოლიტი და სხვ.

კრისტალოლუმინესცენციის მოვლენას ადგილი აქვს მხოლოდ ხსნარებიდან და მდნარებიდან მინერალის კრისტალიზაციის პროცესში.

მინერალებში ლუმინესცენციამ, როგორც დიდი პრაქტიკული მნიშვნელობის მოვლენამ, ჯერ კიდევ ადრე მიიქცია მეცნიერთა ყურადღება. უკანასკნელ პერიოდში ეს მოვლენა წარმატებით გამოიყენება რიგი გეოლოგიური ამოცანების გადასაწყვეტად. მაგალითად, თერმოლუმინესცენციის დახმარებით შესაძლებელი ხდება კარბონატული ქანების შეფარდებითი ასაკის განსაზღვრა, ქანების დაძირვის სიღრმეების დადგენა, ქანებზე წნევის ზემოქმედების შეფასება და სხვ.

5
მინერალოგიური კვლევის მეთოდები

მინერალოგიის, როგორც დამოუკიდებელი მეცნიერების, განვითარება მჭიდრო ურთიერთკავშირშია მინერალთა კვლევის უახლესი მეთოდების დამუშავებასთან და მათ შემდგომ სრულყოფასთან. მინერალთა შესწავლის პროცესი ორ ეტაპად იყოფა: საველე და ლაბორატორიული.

საველე ეტაპი

ნებისმიერი გეოლოგიური და მინერალოგიური კვლევის საწყისი ეტაპი საველე პირობებში ბუნებრივ და ხელოვნურ გაშიშვლებებზე უშუალო დაკვირვებით იწყება. მკვლევარი ვალდებულია პირველ რიგში დეტალურად აღწეროს შესასწავლი ობიექტი და შეადგინოს ობიექტის სქემატური ჩანახაზი; გაარკვიოს ობიექტის ფარგლებში განვითარებულ ძარღვებსა და კონტაქტურ ზონებში არსებული მინერალის (მინერალების) გამოყოფის ფორმები და წარმოშობის გეოლოგიური პირობები, შემცველ ქანებთან და პარაგენეტულ ასოციაციაში მყოფ მადნეულ და არამადნეულ მინერალებთან შეფარდებითი ასაკობრივი ურთიერთობე-

ბი; აღწეროს მადნეული ძარღვებისა და კონტაქტური ზონების ფორმები, ზომები და სიმძლავრეები.

საველე პირობებში მინერალის დიაგნოსტიკა ხდება მხოლოდ ფიზიკური თვისებებისა და მორფოლოგიური ნიშნების მიხედვით — ლუპის, ფოლადის ნემსის, ფრჩხილის, ფაიფურის ნატეხისა და განზავებული მჟავეების დახმარებით.

მინერალის შესწავლის საველე ეტაპზე ყველაზე საპასუხისმგებლო მომენტი არის მინერალის ნიმუშის აღება და მისი მომზადება შემდგომი ლაბორატორიული შესწავლისათვის. მკვლევარი ვალდებულია საველე წიგნაკში ზუსტად მიუთითოს ნიმუშის აღების ადგილი, მოკლედ დაახასიათოს საკვლევი მინერალის შემცველი ქანის ფიზიკური თვისებები, სტრუქტურულ-ტექსტურული თავისებურებანი, მინერალოგიური შედგენილობა და სხვ.

გაცილებით ადვილია მინერალის საანალიზოდ მომზადების პროცესი, მისი ცალკეული (ეული) კრისტალების არსებობის შემთხვევაში. თუმცა საანალიზოდ მომზადებული მონომინერალური ფრაქცია მაინც უნდა გაკონტროლდეს ბინოკულარისა და გამადიდებელი მინის დახმარებით. გაცილებით რთულია და დამატებით ლაბორატორიულ სამუშაოებს მოითხოვს მინერალის საანალიზოდ მომზადება ქანებში მათი ჩანაწინწკლების არსებობისას. მსგავს შემთხვევებში საჭიროა სპეციალური სანაყების დახმარებით ქანის ნიმუშის მთლიანი დაფქვა, შემდეგ სხვადასხვა დიამეტრის საცრებში გატარება და მიღებული მასალიდან, სეპარაციის წესით, სასურველი მინერალის მონომინერალური (სუფთა) ფრაქციის გამოყოფა.

ლაბორატორიული ეტაპი

მინერალოგიური კვლევის ლაბორატორიული ეტაპი მოიცავს კვლევის ფიზიკურ და ქიმიურ მეთოდებს.

კ რ ი ს ტ ა ლ ო ო პ ტ ი კ უ რ ი მეთოდი. მეთოდის ძირითადი ამოცანა არის მინერალის ოპტიკური თვისებების შესწავლა სპეციალური პოლარიზაციული მიკროსკოპის დახმარებით სხვადასხვა სახის პრეპარატებში—შლიფებსა და ანშლიფებში.

შ ლ ი ფ ი არის მინერალებისა და ქანების თხელი ანათალი (სისქე—0,02-0,03მმ საზღვრებში), რომელიც კანადის ანუ ფიჭვის ბალზამით არის დამაგრებული სასაგნე მინაზე და ზემოდან დაფარულია საფარი მინით. ასეთ შლიფებში სწავლობენ ქანებისა და მადნების მხოლოდ გამჭვირვალე მინერალებს.

პოლარიზაციული მიკროსკოპით შესაძლებელია შლიფებში ანიზოტროპული და იზოტროპული თვისებების მატარებელი მინერალების დადგენა. იმ შემთხვევაში, თუ საკვლევი მინერალი ჯვარედინ ნიკოლებში, მიკროსკოპის მაგიდის 360^0 ბრუნვისას ინარჩუნებს სრული ჩაქრობის ეფექტს, ის იზოტროპულად ჩაითვლება (გრანატები, ზოგიერთი ცეოლითი და სხვ). ანიზოტროპულ მინერალებში, იზოტროპულისაგან განსხვავებით, ჯვარედინ ნიკოლებში მიკროსკოპის მაგიდის 360^0 შემობრუნებისას ყოველ 90^0-ზე ფიქსირდება ჩაქრობის, ხოლო შუალედურ მდგომარეობაში, განათების ეფექტი — ინტერფერენციული შეფერვით (პიროქსენები, ამფიბოლები, მინდვრის შპატები და სხვ.).

ა ნ შ ლ ი ფ ი (პოლირებული შლიფი) არის მადნის ან მინერალის (მაგნეტიტი, ჰემატიტი, გალენიტი და სხვ.) სარკისებურად მოპრიალებული ზედაპირის მქონე ნატეხი, რომელიც მიიღება გაშლიფვით და მისი შემდგომი დამუშავებით. ანშლიფში მინერალის შესწავლა ხდება ანარეკლ სინათლეზე სპეციალური ხელსაწყოს — ო პ ა კ-ი ლ უ მ ი ნ ა ტ ო რ ი ს

დახმარებით. ანშლიფებში სწავლობენ გაუმჭვირვალე მინერალებს (მადნებს).

მინერალის გარდატეხის მაჩვენებლის განსაზღვრის მეთოდი. მინერალს აქვს გარდატეხის საკუთარი მაჩვენებლები, რომლის განსაზღვრის სიზუსტეზე დიდად არის დამოკიდებული მინერალის სწორი დიაგნოსტიკა. მინერალოგიურ პრაქტიკაში გარდატეხის მაჩვენებლის გაზომვის რამოდენიმე მეთოდი არსებობს, რომელთაგან უპირატესობა იმერსიული სითხეების მეთოდს ეკუთვნის. მეთოდის ფიზიკური არსი მდგომარეობს იმერსიული სითხეების გარდატეხის ცნობილ მაჩვენებლებთან საკვლევი მინერალის გარდატეხის მაჩვენებლის შედარებაში. მოცემულ შემთხვევაში მინერალის გარდატეხის მაჩვენებლის განსაზღვრის პროცედურა მარტივია. სასურველი მინერალის ერთი ან რამოდენიმე მარცვალი მოვათავსოთ სასაგნე მინაზე და დავაწვეთოთ იმერსიული სითხე, რომლის გარდატეხის მაჩვენებელი წინასწარ არის ცნობილი. იმ შემთხვევაში, თუ მინერალის მარცვალი სითხეში არ ჩანს, მაშინ მინერალისა და სითხის გარდატეხის მაჩვენებლები დაახლოებით ტოლია. უფერო მარცვლებში მინერალისა და სითხის გარდატეხის მაჩვენებლის სიდიდეების მკვეთრი განსხვავების შემთხვევაში, მინერალის გარშემო ჩნდება ვიწრო თეთრი არშია — ე.წ. ''ბეკეს ნათელი ზოლი'' რომლის სიმკვეთრე მნიშვნელოვნად იზრდება მიკროსკოპის სუსტად დახურული დიაფრაგმის პირობებში. მინერალის გარდატეხის მაჩვენებლის გაზომვის მომენტში მიკროსკოპი ზუსტად უნდა იყოს ფოკუსირებული გასაზომად მარცვალზე. ამის შემდეგ ვიწყებთ ტუბუსის ნელა გადაადგილებას ზევით და ქვევით. ტუბუსის ზევით აწევისას ბეკეს ხაზი გადადის მეტი გარდატეხის მქონე ნივთიერებაზე, ხოლო ქვევით დაწევისას, ნაკლები გარდატეხის მქონეზე

ელექტრონული მიკროსკოპიის მეთოდი ძირითადად გამოიყენება ფარულკრისტალური და წმინდადისპერსული ნივთიერებების (თიხები და სხვ.) კვლევაში. ელექტრონული მიკროსკოპით მიღებული მონაცემების შე-

დეგები სასურველია შეჯერდეს მინერალთა კვლევის სხვა მეთოდებით მიღებულ მონაცემებთან.

ოპტიკურ ადსორბციული სპექტრომეტრიის მეთოდის გამოყენებით შესაძლებელი ხდება მინერალში შემავალი კომპონენტების რაოდენობის დიდი სიზუსტით დადგენა მათი დაბალი შემცველობების შემთხვევაშიც კი.

მასსპექტრომეტრული ანალიზის მეთოდით შესაძლებელი ხდება მინერალში შემავალი ქიმიური ელემენტებისა და მათი იზოტოპური შედგენილობის შეფარდებითი განსაზღვრა სპეციალური ხელსაწყოს—მასსპექტრომეტრის დახმარებით. აღნიშნულ მეთოდს აქვს დადებითი მხარეები—იგი არ საჭიროებს საანალიზო მასალის დიდ რაოდენობას და წარმატებით გამოიყენება ნიმუშში ელემენტების მცირე შემცველობის შემთხვევაშიც.

ემისიური სპექტრული ანალიზის მეთოდი გამოიყენება მინერალის რაოდენობრივი ქიმიური შედგენილობის განსაზღვრის მიზნით. არის ძალიან იაფი მეთოდი და არ საჭიროებს საანალიზე ნიმუშის დიდ რაოდენობას.

ქიმიური ანალიზის მეთოდი. ამ მეთოდს სხვაგვარად სრული სილიკატური ქიმიური ანალიზის მეთოდსაც უწოდებენ. მისი გამოყენებით შესაძლებელი ხდება ქანებსა და მინერალებში შემავალი ჟანგეულების რაოდენობრივი და თვისობრივი შემცველობების დადგენა წონით პროცენტებში. მეთოდს გააჩნია უარყოფითი მხარეებიც. საჭიროებს საანალიზე ნიმუშის შედარებით დიდ რაოდენობას (5 გ-მდე), რომლის გამოყოფა ქანებიდან ხშირ შემთხვევაში არცთუ ისე ადვილია. განსაკუთრებით გაძნელებულია მონომინერალური ფრაქციის მიღება მინერალის ზონალური აგებულების და მასში ჩანართების არსებობის შემთხვევაშიც. ანალიზის სიძვირისა და შრომატევადობის გამო აღნიშნული მეთოდი ადგილს უთმობს მინერალის შედგენილობის განსაზღვრის სხვა, შედარებით იაფ მეთოდს.

ატომურ ადსორბციული ანალიზის მეთოდი გამოიყენება ქანებისა და მინერალების ქიმიური შედგენილობის განსაზღვრის მიზნით ელემენტების ძალიან მცირე

შემცველობის (<0,1%) შემთხვევაში. პირველ რიგში ეს მეთოდი წარმატებით გამოიყენება ტუტე და ტუტემიწა ელემენტების რაოდენობრივი შემცველობის დასადგენად. მეთოდის გამოყენებისას სასურველია საანალიზო ნიმუში იმყოფებოდეს ხსნარის მდგომარეობაში.

რენტგენოსპექტრული ანალიზის მეთოდს ძირითადად იყენებენ იშვიათი მიწების რაოდენობრივი შემცველობების განსაზღვრის მიზნით. მინერალის ქიმიური შედგენილობის განსაზღვრა ხდება 1-10 მმ დიამეტრის მქონე წერტილში რენტგენოსპექტრული მიკროანალიზატორის დახმარებით. მეთოდს აქვს ნაკლი, კერძოდ, მინერალის ლოკალურ უბანში მისი ზღვრული შედგენილობა არ არის მთლიანი შედგენილობის ადეკვატური.

რენტგენოსტრუქტურული ანალიზის მეთოდი ეფუძნება კრისტალებში რენტგენული სხივების დიფრაქციის მოვლენას და კრისტალური ბადეების სიბრტყეებიდან სხივების არეკვლის კანონებს. რენტგენული ანალიზის მეთოდის დახმარებით შესაძლებელი ხდება როგორც კრისტალური, ასევე ფარულკრისტალური და წმინდადისპერსული ნივთიერების შესწავლა სპეციალური ხელსაწყოს —რენტგენული დიფრაქტომეტრის დახმარებით. პრაქტიკაში მიღებულია ე. წ. ''ფხვნილის მეთოდი'', რომლის გამოყენებით მიიღება დიფრაქციული გამოსახულებები— დებაეგრამების სახით. ანალიზის ჩატარების პროცედურა ასეთია: საკვლევი ნიმუშის ფხვნილს მიამაგრებენ მინის დაფაზე ან შეფუთავენ რეზინის ბურთულაში და ათავსებენ ცილინდრის ფორმის საკანში, რომლის კედლების გასწვრივ მოთავსებულია ფოტოფირი. დიფრაქციის შემდეგ ფოტოფირზე ხდება რენტგენული სხივების რეგისტრაცია. ფირის გამომჟღავნების შემდეგ რენტგენოგრამაზე (დებაეგრამაზე) ნათლად ჩანს განსაზღვრული ინტენსივობის ხაზები. იზომება ხაზებს შორის მანძილები და მათი ჩაბნელების ინტენსივობა. მიღებული მონაცემების მიხედვით შესაძლებელი ხდება მინერალის კრისტალურ სტრუქტურაში შრეთა შორის მანძილისა და ელემენტარული უჯრე-

დის პარამეტრების გამოთვლა. საკვლევი ნივთიერების საბოლოო დიაგნოსტიკის მიზნით მიღებული შედეგები აუცილებლად უნდა შედარდეს მის მსგავს სხვა ცნობილი ნივთიერებების ეტალონურ დებაეგრამებს.

ლუმინესცენტური ანალიზის მეთოდი საშუალებას იძლევა გამოსხივების სპექტრის აღგზნებისა და ნათების ხანგრძლივობის მიხედვით ვიმსჯელოთ საკვლევი მინერალის შედგენილობის თავისებურებებზე, კრისტალურ სტრუქტურასა და დეფექტიანობის ხარისხზე. მინერალიდან ნათების მიზეზებად სახელდებიან: გახურება, წნევა, გახსნის პროცესი და სხვ.

სპექტრომეტრული ანალიზის მეთოდით შესაძლებელი ხდება ქიმიური ელემენტების იზოტოპების შეფარდებითი შემცველობის განსაზღვრა სპეციალური ხელსაწყოს — მასსპექტრომეტრის დახმარებით. მიღებული შედეგები წარმატებით გამოიყენება მინერალებისა და მათი შემცველი ქანების შეფარდებითი ასაკის განსაზღვრისათვის, მინერალწარმომშობი გარემოს თერმოდინამიკური პირობების აღსადგენად და სხვ.

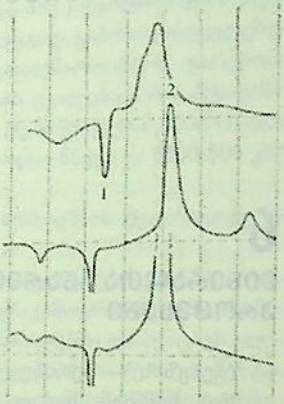
თერმობარომეტრული ანალიზის მეთოდი გამოიყენება მინერალთა წარმომშობი გარემოს ტემპერატურის, ფიზიკურ-ქიმიური პარამეტრების, ფუგიტურობის, ყველა სახის ჩანართების (მყარი, თხევადი, გაზისებური) დადგენისა და შედგენილობის განსაზღვრის მიზნით.

მდნობი მილის მეთოდს მინერალოგიურ პრაქტიკაში იყენებენ მინერალის ლღობის ხარისხის შესაფასებლად. მდნობი მილით მინერალი შეიძლება გახურდეს 1100°-დან 1300°C ტემპერატურულ ინტერვალში. მეთოდი ხშირად იძლევა მინერალში წყლისა და აქტიური კომპონენტების დადგენის საშუალებას. მდნობი მილის მეთოდს სხვაგვარად თვისობრივ მეთოდსაც უწოდებენ, რადგან მისი გამოყენებით ასევე შესაძლებელი ხდება მინერალში ამა თუ იმ ელემენტის არსებობის დადგენა. მეთოდი არის სწრაფი, იაფი და არ საჭიროებს დიდი რაოდენობით საანალიზე ნიმუშს. ადვილად ტარდება საველე პირობებშიც.

ინფრაწითელი სპექტროსკოპის მეთოდი (იწს). მეთოდი ემყარება სხვადასხვა აგრეგატულ მდგომარეობაში მყოფი ნივთიერებების შთანთქმულ ან არეკლილი ინფრაწითელი სხივების რხევითი სპექტრის შესწავლას. სპექტრების გაზომვა ხდება სპექტრომეტრების დახმარებით.

ინფრაწითელ სპექტრზე შთანთქმითი ზოლების რაოდენობისა და ინტენსივობის მიხედვით განისაზღვრება მინერალის კრისტალური სტრუქტურა, ქიმიური შედგენილობა და ქიმიური ბმის ტიპები. ინფრაწითელი სპექტროსკოპიის მეთოდი განსაკუთრებით გამოიყენება იმ მინერალების კვლევისათვის, რომლებიც თავიანთ შედგენილობაში შეიცავენ წყალს, ჰიდროქსილის ჯგუფს [OH] და კომპლექსურ ანიონებს. მეთოდი საშუალებას იძლევა ერთმანეთისაგან განვასხვაოთ მინერალში შემავალი [OH] სტრუქტურული ჯგუფი და კრისტალიზაციური წყალი. აღნიშნული მეთოდი ფართოდ გამოიყენება ასევე მადნეული და არამადნეული სასარგებლო ნამარხების ნივთიერი შედგენილობის შესწავლის მიზნითაც.

დიფერენციული თერმული ანალიზის მეთოდი წარმატებით გამოიყენება ფარულკრისტალური და წვრილდისპერსული მინერალების კვლევაში. მინერალის გახურების და გაცივების პროცესებს განსაზღვრულ ტემპერატურულ ინტერვალში ხშირად თან ახლავს სითბური ეფექტები — სითბოს შთანთქმა ან გამოყოფა. მსგავსი ეფექტები გამოწვეულია დეჰიდრატაციით, აქროლადი კომპონენტების დაკარგვით, პოლიმორფული გარდაქმნებით, კრისტალური სტრუქტურის დაშლით, ჟანგვა-აღდგენითი პროცესებით და სხვ. მინერალის გარდაქმნისას სითბოს შთანთქმით მიღებულ მრუდს ენდოთერმულ ეფექტებს უწოდებენ (პიკის წვეროები მიმართულია ქვევით), ხოლო სითბოს გამოყოფით მიღებულს—ეკზოთერმულს (პიკის წვეროები მიმართულია ზევით (სურ. 28).



სურ. 28.
გახურების მრუდეები
1—ენდოთერმული
2—ეკზოთერმული

თერმული ანალიზის მეთოდი (DTA) მინერალის სრული შეცნობის საშუალებას არ იძლევა. ამის გამო, მინერალის დიაგნოსტიკის დროს აღნიშნული მეთოდით მიღებული შედეგები შესაძლებელია გამოყენებულ იქნეს მხოლოდ მინერალოგიური კვლევის სხვა მეთოდებით მიღებულ მონაცემებთან შედარების შემთხვევაში.

თერმოგრავიმეტრიის ანალიზის მეთოდი. მინერალის გახურების ერთ-ერთი თანმხლები მოვლენა არის წყლის დაკარგვა, ანუ დეჰიდრატაცია. აღნიშნული მეთოდის გამოყენებით შესაძლებელი ხდება საკვლევი ნიმუშის გახურებისას ნიმუშის წონის ცვალებადობისა და დაკარგული წყლის რაოდენობის გაზომვა. ეს მეთოდი შეიძლება ჩავთვალოთ დიფერენციალური თერმოანალიზის მეთოდის შემადგენელ ნაწილად.

ბირთვული მაგნიტური რეზონანსის მეთოდი მინერალში წყლის როლის განსაზღვრის საშუალებას იძლევა. მეთოდს ფართო გამოყენება აქვთ თიხის მინერალებისა და ცეოლითების კვლევაში.

ნაწილი II. მინერალთა გენეზისი

6
მინერალთა წარმოშობის გეოლოგიური პროცესები

''გენეზის''— ბერძნული სიტყვაა და წარმოშობას, შექმნას ნიშნავს. სიტყვა ''გენეზისი'' გამოიყენება არა მხოლოდ მინერალების, არამედ ქანების, ნიადაგების, მცენარეების, ცხოველების და ადამიანების წარმოშობის აღმნიშვნელ ტერმინად. მინერალოგიაში ''გენეზისის'' ქვეშ იგულისხმება მინერალის მთელი ''ცხოვრების'' ისტორია—ჩასახვა, ზრდა, არსებობა და განვითარება. ამ ტერმინთან მჭიდროდ არის დაკავშირებული მინერალის შემდგომი ცვალებადობისა და გარდაქმნის ისტორიაც.

მინერალთა და ქანთა წარმომშობი გეოლოგიური პროცესები ენერგიის წყაროს მიხედვით იყოფა: ენდოგენურ, ეკზოგენურ და კოსმოგენურ გენეტურ ჯგუფებად.

ენდოგენური (ჰიპოგენური) მინერალწარმომშობი პროცესები

აღნიშნული პროცესები მიმდინარეობს დედამიწის სხვადასხვა სიღრმეზე — წნევისა და ტემპერატურის დიდ ინტერვალში შინაგანი სითბური ენერგიის ხარჯზე. სითბური

ენერგიის წყაროებად განიხილება რადიოაქტიული ელემენტების (^{40}K, ^{238}U, ^{235}U, ^{232}Th და სხვ.) დაშლისა და ბუნებრივი ქიმიური რეაქციების შედეგად გამოთავისუფლებული სითბო. ენდოგენურ მინერალწარმომშობ გარემოში მაგმური მდნარის შედგენილობის ცვალებადობის შესაბამისად მაგმის კრისტალიზაციის ტემპერატურა 1200^0 C-დან 700^0 C ინტერვალში იცვლება, ხოლო წნევა — 5500-500 კბრ ინტერვალში.

მინერალებისა და ქანების წარმოქმნის დედანივთიერება არის მაგმა.

მაგმა არის ბუნებრივი გავარვარებული ბლანტი (ცომისებრი) მასის რთული ფიზიკურ-ქიმიური სისტემა, რომელიც ჩნდება დედამიწის ღრმა ნაწილებში და შეიცავს ელემენტთა პერიოდული სისტემის ყველა ქიმიურ ელემენტს, წყალს, წყლის ორთქლს და აირად კომპონენტებს. თერმოდინამიკის კანონების მიხედვით მიწის ქერქის ღრმა ნაწილებში არსებული ნივთიერება მაღალი ტემპერატურის გამო უნდა იმყოფებოდეს თხევად მდგომარეობაში, თუმცა ნივთიერებას ამ მდგომარეობაში გადასვლის საშუალებას არ აძლევს იქ არსებული დიდი წნევა. ამის გამო ნივთიერება იძენს პლასტიკურ (პოტენციურად მყარ) მდგომარეობას.

მაგმის ბუნებისა და შედგენილობის შესახებ წარმოდგენას იძლევა მინერალებისა და ქანების სრული სილიკატურ- ქიმიური ანალიზები, თუმცა, უნდა შევნიშნოთ ისიც, რომ მიღებული ქიმიური ანალიზების შედეგები მათი წარმომშობი საწყისი მაგმის ქიმიური შედგენილობის სრული ადეკვატური არასოდეს არ არის.

მაგმის შემადგენელი მთავარი კომპონენტებია მიწის ქერქში ყველაზე მეტად გავრცელებული ქიმიური ელემენტების ჟანგეულები: SiO_2, TiO_2, Al_2O_3, Fe_2O_3, FeO, MnO, CaO, K_2O, Na_2O, H_2O. მაგმა განსაზღვრულ მომენტამდე იმყოფება წონასწორულ მდგომარეობაში. მას შემდეგ, როდესაც

ის დაიწყებს გადაადგილებას მაღალი წნევისა და ტემპერატურის არიდან დედამიწის ზედაპირისაკენ —შედარებით დაბალი ტემპერატურისა და წნევის არეებისაკენ, მიწის ქერქის ცივ, ტექტონიკურად შესუსტებულ ზონებისა და ნაპრალების გასწვრივ, იწყება მის მიერ შემცველი ქანებისათვის სითბოს გაცემისა და მისი, როგორც გავარვარებული მასის თანდათანობითი გაცივების პროცესი. ტემპერატურისა და წნევის შეცვლის გამო მაგმის წონასწორობა ირღვევა, რისი მიზეზით მაგმას, როგორც ასეთს, არსებობა უკვე აღარ შეუძლია. მაგმის გაცივებისა და დაკრისტალების პროცესი შეიძლება მოხდეს: დედამიწის ღრმა ნაწილებში, ზედაპირთან ახლოს ან უშუალოდ ზედაპირზე. პირველ ორ შემთხვევაში წარმოიშობიან განსხვავებული ფორმისა და ზომის ინტრუზიული, ანუ პლუტონური ქანები. მესამე შემთხვევაში — როდესაც გაზებით დატვირთული მაგმა ამოიღვრება დედამიწის ზედაპირზე, ის ქმნის ლავას, რომლის გაცივებით წარმოიშობა ეფუზიური, ანუ ვულკანური ქანები. შედგენილობით ლავა იგივეა, რაც მაგმა, თუმცა გაზებით მნიშვნელოვნად გაღარიბებული (ლავას ზოგჯერ გაზებით გაღარიბებულ მაგმასაც უწოდებენ). ინტრუზიული და ეფუზიური ქანები ერთმანეთისაგან მნიშვნელოვნად განსხვავდება წარმოშობის თერმოდინამიკური პირობებით: ინტრუზიული ქანები ჩნდება შედარებით მაღალი წნევისა და მაღალი ტემპერატურის პირობებში, ეფუზიები—მაღალი ტემპერატურისა და დაბალი ატმოსფერული წნევის პირობებში.

ამგვარად, მაგმის ფიზიკურ-ქიმიური მდგომარეობის განმსაზღვრელი ფაქტორებია: ტემპერატურა, წნევა და კონცენტრაცია.

ტ ე მ პ ე რ ა ტ უ რ ა. შახტებში და ჭაბურღილებში უშუალო დაკვირვებებმა ცხადყო, რომ დედამიწის ზედაპირიდან სიღრმის მიმართულებით ადგილი აქვს ტემპერატუ-

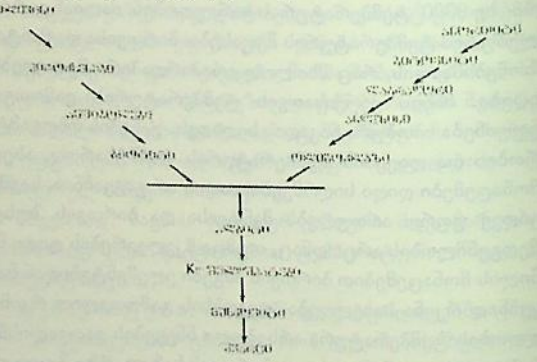
რის ზრდას. ასევე დადგენილ იქნა, რომ დედამიწის შიგნით განსხვავებული ენდოგენური აქტივობისა და ქანების განსხვავებული სითბოგამტარიანობის მიზეზით, ტემპერატურის მატება სიღრმის მიმართულებით ყველგან ერთნაირად არ ხდება. კერძოდ, ზოგ ადგილებში მომენტალურად იზრდება, ზოგანაც მცირდება. მაგალითად, ყველაზე დიდი გეოთერმული გრადიენტი (სიღრმეს, რომელიც საჭიროა ტემპერატურის 1^0-ით ასაწევად — გეოთერმულ გრადიენტს უწოდებენ) დაფიქსირებულია ოროგენის შტატში (აშშ)—150^0 C 1კმ-ზე, ხოლო მინიმალური—60^0 C 1კმ-ზე — სამხრეთ აფრიკაში. არსებობს ე. წ. მუდმივი ტემპერატურის სარტყლებიც, რომელთა სიღრმეები დედამიწის სხვადასხვა ნაწილში განსხვავებულია, მაგალითად პარიზში მუდმივი ტემპერატურის სარტყელი 28 მ სიღრმეზე მდებარეობს, ლენინგრადში—20 მ, მოსკოვში 25 მ. და ა. შ.

მეცნიერულად დასაბუთებულია, რომ დედამიწის ზედაპირიდან სიღრმის მიმართულებით ყოველ 33 მეტრზე ტემპერატურა საშუალოდ 1^0-ით მატულობს. ასეთი გეოთერმული გრადიენტის არსებობის შემთხვევაში 1000კმ სიღრმეზე 3000^0 ტემპერატურას ვარაუდობენ. ძალიან გართულებულია ტემპერატურის შეფასება ბირთვისა და მანტიის ზონებისათვის, რაც მხოლოდ არაპირდაპირი მეთოდებით ხდება. მინის ქერქისათვის ტემპერატურის გამოთვლა ეფუძნება სითბური ნაკადის სიდიდეს, ქანების თბოგამტარობას და ლავების ტემპერატურას. სამწუხაროდ, ასეთი მონაცემები დიდი სიღრმეებისათვის არ გაგვაჩნია. საქმეს კიდევ უფრო ართულებს მანტიისა და ბირთვის ზუსტი შედგენილობის არცოდნაც, თუმცა მკვლევრების დიდი ნაწილის მონაცემებით ბირთვის ამგები ელემენტებიდან წამყვანად რკინა სახელდება. ჯეკობსის გამოთვლით რკინის ლღობის ტემპერატურა არსებული წნევების გათვალისწინებით—ქვედა მანტიისა და ბირთვის საზღვარზე შეადგენს

3700°C, შიდა და გარე ბირთვების საზღვარზე—4300° C, უშუალოდ ბირთვში—4000—5000°C.

წნევა (P). წნევა, ისევე როგორც ტემპერატურა, დედამიწის ზედაპირიდან ცენტრის მიმართულებით ყოველ 1 კმ-ზე საშუალოდ 275 ატმოსფეროთი იზრდება. ვარაუდობენ, რომ ყველა სახის წნევა მაგმაში არის ჰიდროსტატიკური.

მაგმის კრისტალიზაციური დიფერენციაცია. მაგმური დიფერენციაცია მიმდინარეობს თხევად მდგომარეობაში. ის არის კრისტალიზაციური დიფერენციაციის წინმსწრები პროცესი. კრისტალიზაციური დიფერენციაციის დროს ჩნდება განსხვავებული შედგენილობის მინერალები და, შესაბამისად, მათი ქანები. საინტერესოა აღინიშნოს, რომ დიფერენციაციის იდეა ეკუთვნის ჩარლზ დარვინს, თუმცა აღნიშნული პროცესის მწყობრი თეორიის შემუშავების ფუძემდებლად ნ.ბოუენი ითვლება. მან პირველმა შეძლო განსხვავებული ტემპერატურის ფარგლებში მაგმური მდნარიდან მინერალთა გამოყოფის რიგის სქემის შემუშავება, რომელსაც მის პატივსაცემად ''ბოუენის რეაქციულ რიგს'' უწოდებენ (სურ. 29).



სურ. 29. ბოუენის რეაქციული რიგი

''ბოუენის რეაქციულ რიგს'' აქვს ორი შტო: მარცხენას უწოდებენ წყვეტილს ან, სხვაგვარად, ფემური მინერალების (რკინა-მაგნიუმიან) შტოს, ხოლო მარჯვენას—უწყვეტს, ანუ სიალური მინერალების (პლაგიოკლაზები) შტოს. როგორც ჩანს, სილიკატური მდნარიდან რეაქციული რიგის წყვეტილ შტოზე პირველად კრისტალდება მაღალტემპერატურული ოლივინი (1890^{0}C, ფორსტერიტი), რომელიც მდნართან შედარებით მაღალი ხვედრითი წონის გამო იძირება მაგმური აუზის ფსკერზე (გრავიტაციული დიფერენციაცია). 1570^0 C ტემპერატურაზე ოლივინი რეაგირებს მდნართან და წარმოქმნის რომბულ პიროქსენებს, რომბული პიროქსენები მონოკლინურ პიროქსენებს, მონოკლინური პიროქსენები—რქატყუარას. საბოლოოდ წყვეტილი შტო ბიოტიტის წარმოქმნით მთავრდება.

''რეაქციული რიგის''უწყვეტ შტოზე ჩვეულებრივი წნევისა და 1550^0 C ტემპერატურულ ინტერვალში კრისტალიზაციას იწყებს ანორთიტი. კრისტალიზაციის პროცესს თან ახლავს მაგმური მდნარიდან კაჟმიწის (SiO_2), ალბიტის მოლეკულის, რკინისა და წყლის შემცველობების ზრდა და მათი შემცირების ფონზე რკინა-მაგნიუმიანი ელემენტების მნიშვნელოვანი შემცირება. სიალური მინერალების შტო მთავრდება კალიუმის მინდვრის შპატების, მუსკოვიტის და კვარცის წარმოქმნით.

ენდოგენურ მინერალთა წარმომშობი პროცესის მსვლელობაში გამოყოფენ: საკუთრივ მაგმურ, პეგმატიტურ და პოსტმაგმურ — (პნევმატოლითურ და ჰიდროთერმულ) სტადიებს.

საკუთრივ მაგმური (ორთომაგმური) მინერალწარმომშობი სტადია. მაგმის კრისტალიზაციის ორთომაგმურ სტადიაზე პირველად ისახება და იზრდება მხოლოდ ის მინერალები, რომელთაც კრისტალიზაციისა და დნობის მაღალი ტემპერატურა გააჩნია. მინერალის კრისტალური

ფორმის ჩამოყალიბება ძირითადად მაგმური მდნარის გაცივების სიჩქარეზეა დამოკიდებული. მდნარის ნელა — თანდათანობითი გაცივების შემთხვევაში, მინერალებს გაჩნია თავისუფალი ზრდის ყოველგვარი პირობები და შეუძლია მიიღოს კარგად განვითარებული ყოველმხრივ ან ნაწილობრივ წახნაგებით შემოფარგლული კრისტალური ფორმები.

პეგმატიტური მინერალთა წარმომშობი სტადია მიმდინარეობს საკუთრივ მაგმური სტადიის ბოლო ეტაპზე— მაგმური კერის სულ ზედა აპიკალურ ნაწილებში მაღალი გარეგანი წნევის პირობებში. პეგმატიტები ჩნდება მინერალიზატორებით (განსაკუთრებით წყლის ორთქლის, F, Cl, B), ტუტეებით (Na,K,Li), იშვიათი, რადიოაქტიური და იშვიათი მიწაელემენტებით (Zr,Li, Be, Nb, U,Th, Pb, Sr, Hf და სხვ). გამდიდრებული ნარჩენი სილიკატური მდნარის კრისტალიზაციის ხარჯზე. მდნარში არსებული მინერალიზატორები მნიშვნელოვნად ამცირებს მაგმის სიბლანტეს, გამყარების ტემპერატურას და ამით ხელს უწყობს მაგმის მოძრავუნარიანობის ზრდას. ნარჩენი მდნარი იჭრება მაგმური სხეულების აპიკალურ ნაწილებში არსებულ პორებში, სიცარიელეებსა და ნაპრალებში, იწვევს მათ გარდაქმნას და დასაბამს აძლევს სრულიად განსხვავებული წარმოშობისა და სტრუქტურის მქონე ქანების—პეგმატიტების წარმოშობას.

სიტყვა ''პეგმატიტი'' ლათინურად ''მჭიდრო კავშირს'' ნიშნავს. ტერმინი პირველად 1822 წელს იქნა შემოთავაზებული ფრანგი მეცნიერის ო.ჰაიუის მიერ კვარცისა და ორთოკლაზის კრისტალების გრაფიკული შენაზარდების აღსანიშნავად. ამ ტიპის შენაზარდებში კვარცის მუქი (ზოგჯერ მოშავო ფერის) არაკანონზომიერად ორიენტირებული კრისტალები კალიუმის მინდვრის შპატების კრისტალების ფონზე გარეგნული იერით ძველებრაულ დამ-

წერლობას მოგვაგონებს, რის გამოც პეგმატიტები ხშირად ''წერილი გრანიტის'' ან კიდევ ,,ებრაული ქვის'' სახელითაც მოიხსენება.

პეგმატიტების წარმოშობის საკითხთან დაკავშირებით მკვლევრებს შორის ერთიანი აზრი არ არის. ა.ფერსმანის მიხედვით პეგმატიტები წარმოადგენს აქროლადი კომპონენტებით და იშვიათი ტუტე მიწა ელემენტებით გამდიდრებული ნარჩენი მდნარის კრისტალიზაციის პროდუქტს. მეცნიერთა დიდი ნაწილი, ა.ფერსმანისაგან განსხვავებით, თვლის, რომ პეგმატიტების წარმოშობის პროცესი დახურულ სისტემაში მიმდინარეობს. ამერიკელი გეოლოგი რ. ჯონსი პეგმატიტების წარმოშობაში ორ ეტაპს გამოყოფს: პირველი ეტაპი განისაზღვრება, როგორც ნახევრად ჩაკეტილი ან დახურული სისტემა, სადაც ადგილი აქვს მარტივი პეგმატიტების ფორმირებას. მეორე ეტაპი არის ღია სისტემა, რომელიც უზრუნველყოფს სიღრმიდან ამომავალი გაზებისა და ხსნარების გადაადგილებას, რომელთა ზემოქმედებით ადგილი აქვს გვერდითი ქანების ინტენსიურ მეტასომატურ გარდაქმნებს.

პეგმატიტების წარმოშობის საკითხთან დაკავშირებით განსხვავებულ აზრს ავითარებს ა.ზავარიცკი. ის საერთოდ უარყოფს ე.წ ,,.ნარჩენი პეგმატიტური მდნარის'' არსებობას და პეგმატიტებს განიხილავს როგორც პირველადი ,,დედა ქანის'' გადაკრისტალების პროდუქტს მათზე გაზური ხსნარების ზემოქმედებით. მსგავსი მოსაზრება გამოთქვა ა.ნიკიტინმაც კოლის ნახევარკუნძულისა და კარელიის პეგმატიტების შესწავლის მაგალითზე. ის ამტკიცებს, რომ პეგმატიტებისათვის დამახასიათებელი თავისებურებები ვითარდება ჩვეულებრივი ინტრუზიული ქანების (გრანიტები და სხვ.) ძარღვული სხეულებიდან მათი გადაკრისტალებისა და მეტასომატური გარდაქმნების გზით.

პეგმატიტები, როგორც გეოლოგიური სხეულების დიდი უმრავლესობა, ჩვეულებრივ ასოცირდება გრანიტებთან და ნეფელინიან სიენიტებთან, მცირე ნაწილი—გაბროებთან და დიორიტებთან. ქმნის ძარღვებს, შტოკებს, ლინზისებურ სხეულებს, ნეკებს, უსწორმასწორო ბუდობებს და სხვ. გრანიტული მაგმის კრისტალიზაციისას წარმოშობილი ნარჩენი პეგმატიტური მდნარი წარმოადგენს 24% კაჟმიწისა (SiO_2) და 76% ორთოკლაზის ($K[AlSi_3O_8]$ ნარევს, რომლის კრისტალიზაციის ტემპერატურა 900—600^0 C ინტერვალში იცვლება (ზოგიერთი ავტორის აზრით პეგმატიტების კრისტალიზაციის ტემპერატურა 700—400^{0}C იცვლება). გრანიტული პეგმატიტების მინერალოგიური შედგენილობა თითქმის იგივეა, რაც გრანიტების:კალიუმის მინდვრის შპატი + მჟავე პლაგიოკლაზები + ქარსები (ბიოტიტი ან მუსკოვიტი ან ორივე ერთად).

გრანიტულ პეგმატიტებში გამოყოფენ: კერამიკულ (მიკროკლინი + კვარცი), ქარსიან (მუსკოვიტი), იშვიათ მინაელემენტებიან (Li, Be, Ta, Nb, Ce), ბროლიან (კვარცი, ტოპაზი, ბერილი), ალბიტ-სპოდუმენიან სახესხვაობებს.

პეგმატიტური წარმოშობის მინერალებს ახასიათებს გიგანტური ზომები, ხშირ შემთხვევაში იდეალურად განვითარებული კრისტალები. მაგალითად, მდინარეების—პატარა და დიდი ჩუისა და მამის აუზებში (აღმოსავლეთი ციმბირი) აღწერილ პეგმატიტებში განვითარებული მუსკოვიტის კრისტალი ერთ ტონას იწონის; სამხრეთ დაკოტაში (აშშ) ნაპოვნია 12 მეტრის სიგრძის ლითიუმიანი სპოდუმენის კრისტალი; მინდვრის შპატის რეკორდული წონის კრისტალი (1000 ტ.) აღწერილია კარელიის კერამიკული ტიპის პეგმატიტებში; ვოლინის (რუსეთი) პეგმატიტებში ცნობილია მსოფლიოში ტოპაზის ყველაზე დიდი წონის (117კგ) კრისტალი; 1929 წელს ჩრდილო ამერიკის პეგმატიტებში ნანახია 18-ტონიანი, 5,5მ სიგრძისა და 12მ სისქის

ბერილის კრისტალი; 19 მეტრის სიგრძისა და 300- ტონიანი ბერილის კრისტალი აღწერილია მადაგასკარის პეგმატიტებში.

პნევმატოლითური მინერალწარმომშობი სტადია. (ბერძნ. ''პნეუმა'' — სულს, გაზს ნიშნავს. სხვაგვარად ამ პროცესს პნევმატოლიზს უწოდებენ, ხოლო პროდუქტებს — პნევმატოლითებს). პნევმატოლითური მინერალწარმოშობის პროცესი იწყება გაზური ფაზიდან მაგმური კრისტალიზაციის დამთავრებისთანავე. დადგენილია, რომ მაგმაში ელემენტთა დიდი ნაწილი და მათი ნაერთების უმრავლესობა ქროლად მდგომარეობაში იმყოფება. გაზების შედგენილობის შესახებ მსჯელობა მხოლოდ ვულკანური ამოფრქვევის პროცესში შეიძლება. ისინი თავიანთი მოძრაობის გზებზე აქტიურად რეაგირებენ შემცველ ქანებთან და ხსნარებთან და ქმნიან სრულიად ახალ ნაერთებს და მინერალებს. პნევმატოლითური მინერალწარმომშობი პროცესი იწყება მაშინ, როდესაც გაზების შიდა წნევა მნიშვნელოვნად გადააჭარბებს გარეგანს. შიდა წნევის ნაკლებობის შემთხვევაში იწყება დულილი, რის შედეგად ადგილი აქვს ცალკეული ელემენტებისა და მათი ნაერთების მაგმიდან დიდი რაოდენობით გამოყოფას აქროლადების სახით. წარმოშობის სიღრმის მიხედვით პნევმატოლითები იყოფა ზედაპირულ და სიღრმულ სახესხვაობებად.

ზ ე დ ა პ ი რ უ ლ ი პნევმატოლითები ძირითადად ვულკანური მხარეებისათვის არის დამახასიათებელი. მოცემულ შემთხვევაში მინერალწარმომშობი პროცესი მიმდინარეობს იმ გაზების ხარჯზე, რომლებიც დედამიწის ზედაპირთან ახლოს ან უშუალოდ მის ზედაპირზე გამოიყოფა. გაზებს შორის მთავარია წყლის ორთქლი, CO, CO_2, H_2S, HCl,HF, B $(OH)_3$, CH_4, NH_4Cl, NH_3, O_2, Nb, As; Na, K, Ca, Al - ის ქროლადი და გოგირდოვანი ნაერთები. ვულკანური გაზები დიდ გავლენას ახდენს ატმოსფეროს შედგენილობაზე. გა-

მოთვლილია, რომ წლის განმავლობაში მოქმედი ვულკანებიდან ატმოსფეროში გამოიყოფა მილიონი ტონა HCl და HF.

პნევმატოლითებიდან მინერალ- და მადანწარმომშობი პროცესები ძირითადად მიმდინარეობს ლავური განფენების ნაპრალებში, სიცარიელეებსა და ვულკანის ამომყვან ყელში. პროცესი მთავრდება სულფიდების, სულფატების, ჟანგეულების, ქლორიდებისა და ხალასი ელემენტების ზოგიერთი მინერალის წარმოქმნით. ახლად გაჩენილი მინერალები ქმნის ქერქებს, ბრკეებს, წანაცხებებს. ხშირად წვრილკრისტალური და მიწისებრი აგრეგატების სახით არის გავრცელებული ვულკანური კრატერისა და გამყარებული ლავის ნაპრალების კედლებზე. ვულკანური გაზებიდან წარმოშობილი მინერალები არ სარგებლობს ფართო გავრცელებით და არც დიდი სამრეწველო მნიშვნელობით გამოირჩევა. გამონაკლისს მხოლოდ სელენის შემცველი თვითნაბადი გოგირდი (S) და ბუნებრივი ბორის მჟავა — სასოლინი ($H_3[BO]_3$) წარმოადგენს. ვულკანური გაზებიდან მადნეული მინერალის წარმოქმნის კლასიკურ მაგალითად გამოდგება ჰემატიტი (Fe_2O_3). მაგალითად, ვულკან ვეზუვის (იტალია) ერთ-ერთ ნაპრალში 10 დღის განმავლობაში ერთი მეტრი სიმძლავრის ჰემატიტის ძარღვის წარმოქმნას ადასტურებენ. მსგავსი წარმოშობის ჰემატიტის კარგად განვითარებული კრისტალები (კრისტალთა დრუზები) აღწერილია ვულკან სამსარის (ჯავახეთის ზეგანი) კრატერში — თაბაშირთან, იაროზიტთან და ალუნიტთან ასოციაციაში.

ს ი ღ რ მ უ ლ ი პნევმატოლითები და მათი პროდუქტები წარმოიშობიან მიწის ქერქის ღრმა ნაწილებში — მაგმური კერიდან გამოყოფილი გაზების გვერდით ქანებთან რეაგირებისას. პროცესი მიმდინარეობს გვერდითი ქანების მინერალოგიური და ქიმიური შედგენილობის მთლიანი და ნაწილობრივი გარდაქმნით. გარდაქმნის ხარისხი დამოკიდე-

ბულია გაზების ქიმიურ შედგენილობასა და მათი აქტიურობის ხარისხზე, ქანების ლითოლოგიურ და ქიმიურ შედგენილობაზე, რაიონის გეოლოგიურ—ტექტონიკური აგებულების თავისებურებებზე, თვით პროცესის მოქმედების ხანგრძლივობაზე და სხვ. სიღრმული წარმოშობის პნევმატოლითური პროცესის პროდუქტებია გრეიზენები (გრეიზენების წარმოშობაში მაგმურ ემანაციებთან ერთად წამყვანი როლი წყალხსნარებსაც ეკუთვნის) და ზოგიერთი ძარღვული ქანი.

ჰიდროთერმული მინერალწარმომშობი სტადია. ჰიდროთერმები, ანუ ცხელი წყალხსნარები, გაზური ფაზის შემცველი კომპონენტების ტემპერატურის— წყლის კრიტიკულ წერტილზე (374^0 C) დაბლა დაცემის შემთხვევაში წარმოიშობა. ჰიდროთერმული სისტემების წარმოშობის საკითხთან დაკავშირებით მეცნიერების აზრი განსხვავებულია. მე-20 საუკუნის დასაწყისში მეცნიერთა დიდი ჯგუფი ჰიდროთერმული ხსნარების ფორმირებაში უპირატესობას მაგმას, კერძოდ, მაგმიდან გამოყოფილ წყლის ორთქლსა და გაზებს ანიჭებდა. მეცნიერთა ეს ჯგუფი მადნეული ელემენტებითა და მათი ნაერთებით დატვირთულ ხსნარებს წყლის ორთქლისა და გაზების კონდენსაციის პროდუქტებად განიხილავენ და მათ გავრცელებას თანამედროვე და ახალგაზრდა ვულკანიზმის რეგიონებს უკავშირებენ. შემდგომმა კვლევებმა დაადასტურა, რომ მაგმა არ არის ჰიდროთერმული ხსნარების ფორმირების ერთადერთი წყარო. დ.უატმა და კრაუსკოპფმა ჰიდროთერმების შემადგენლობაში იუვენური და მაგმური წყლების გარდა მეტამორფული, განამარხებული და მეტეორული (ვადოზური) წყლების მონაწილეობაც დაადასტურეს. ჰიდროთერმული ხსნარების ფორმირებაში მნიშვნელოვანი როლი ეკუთვნის ასევე კონსტიტუციურ, კრისტალიზაციურ, ვა-

დოზურ და დანალექი ქანებიდან პროგრესული მეტამორფიზმის შედეგად გამოთავისუფლებულ წყლებსაც.

ჰიდროთერმული ხსნარები მაღალი შინაგანი წნევის გამო გადაადგილდება დედამიწის ზედა ჰორიზონტებისაკენ დაბალი გარეგანი წნევის არის მიმართულებით ქანებში არსებული სიცარიელეების, პორების, ტექტონიკურად აშლილი ზონებისა და ნაპრალების გასწვრივ. მაგმური კერებიდან ხსნარების მოძრაობას თან ახლავს ტემპერატურის თანდათანობითი შემცირება, რაც სისტემიდან მინერალთა კრისტალიზაციის პროცესის დაწყების ერთ-ერთი მთავარი მიზეზი ხდება. გარდა ტემპერატურული ფაქტორისა, კრისტალიზაციის პროცესი დამოკიდებულია წყალბადიონთა (P^H) კონცენტრაციაზე, წნევაზე (P), მინერალწარმომშობი გარემოს ქიმიური პირობების ცვალებადობაზე, ნივთიერების კონცენტრაციაზე და სხვ.

ჰიდროთერმული პროცესები წარმოშობის ტემპერატურის მიხედვით იყოფიან: მაღალტემპერატურულ, ანუ ჰიპოთერმულ, საშუალოტემპერატურულ, ანუ მეზოთერმულ და დაბალტემპერატურულ, ანუ ეპითერმულ ჯგუფებად.

მ ა ღ ა ლ ტ ე მ პ ე რ ა ტ ურ უ ლ ი ჰიდროთერმული პროცესი მიმდინარეობს მაგმურ კერებთან სიახლოვეში 450-300° C ინტერვალში, დაახლოებით 4 კმ (ზოგჯერ უფრო მეტი) სიღრმის პირობებში. პროცესი ძირითადად მჟავე (გრანიტული) და საშუალო (დიორიტული) შედგენილობის მაგმატიზმისათვის არის დამახასიათებელი. ამ ჯგუფის წარმონაქმნებში მადნეულ მინერალთა გაბატონებულ ასოციაციას ქმნის: კასიტერიტი, მოლიბდენიტი, არსენოპირიტი, მაგნეტიტი, პირიტი, ქალკოპირიტი, კობალტინი, ოქრო და სხვ.; არამადნეულ მინერალთა ასოციაციას — კვარცი, მუსკოვიტი და სხვა.

ს ა შ უ ა ლ ო ტ ე მ პ ე რ ა ტ ურ უ ლ ი ჰიდროთერმული პროცესი ვლინდება პირველადი მაგმური კერებიდან მო-

შორებით 2—2,5 კმ-ის სიღრმეზე, 300—150° C ტემპერატურულ ინტერვალში. პროცესი ძირითადად ანდეზიტური და დაციტური მაგმატიზმისათვის არის დამახასიათებელი. აღნიშნულ ტემპერატურულ ინტერვალში ფორმირდება განსხვავებული შედგენილობის მინერალებით აგებული სამრეწველო ტიპის სხვადასხვა მასშტაბის, მათ შორის მსოფლიო მნიშვნელობის, საბადოები, რომელთაგან ჭარბობს გოგირდოვანი ნაერთები: გალენიტი, სფალერიტი, აურიპიგმენტი, რეალგარი, ანთიმონიტი, სინგური, ბორნიტი, პიროტინი და სხვ. მათთან ასოციაციაში მონაწილეობს ოქრო და ვერცხლი. ძარღვის მინერალებიდან — კვარცი, კალციტი, დოლომიტი, ფლუორიტი და სხვა. განსაკუთრებით დიდია საშუალოტემპერატურული ჰიდროთერმული მადნიანი ძარღვების პრაქტიკული მნიშვნელობა. ისინი ოქროს, ვერცხლის, სპილენძის, თუთიის მსოფლიო მარაგების დიდ ნაწილს იძლევა.

დაბალტემპერატურული ჰიდროთერმული პროცესი მიმდინარეობს მაგმური კერებიდან საკმაოდ მოშორებით, რაც ძალიან ხშირად ართულებს მის კონკრეტულ მაგმურ კერასთან კავშირის მიბმას. პროცესი მიმდინარეობს 150-50° C ტემპერატურულ ინტერვალში. დაბალტემპერატურულ ჰიდროთერმული ტიპის საბადოებში მადნეულ მინერალთა ასოციაციას ქმნის: გალენიტი, სფალერიტი, ქალკოპირიტი, სინგური, ანთიმონიტი, რეალგარი, აურიპიგმენტი და სხვ. არამადნეული მინერალებიდან—ისლანდური შპატი (კალციტი), ბარიტი, ფლუორიტი, იშვიათად ოპალი და ქალცედონი. დაბალტემპერატურული ჰიდროთერმული საბადოებიდან განსაკუთრებული მნიშვნელობა აქვს დარიშხანისა და ვერცხლისწყლის საბადოებს. ამ ტიპის საბადოებზე ვერცხლისწყლის მსოფლიო მოპოვების 95%, ხოლო დარიშხანის — 80% მოდის.

თერმულ წყლებს უდიდესი მნიშვნელობა აქვს არა მხოლოდ ცალკეული ელემენტებითა და მათი ნაერთებით აგებული საბადოების ფორმირებაში, არამედ მათ განსაკუთრებულად სწავლობენ, როგორც სითბური და ელექტროენერგიის წყაროს.

მეტასომატური მინერალწარმომშობი სტადია. მეტასომატური მინერალწარმომშობი პროცესების მსვლელობისას შემცველ ქანებსა და მინერალებზე პლუტონის ტემპერატურულ ზემოქმედებას ემატება ცხელი მაგმური და პეგმატიტური მდნარების, გაცივების პროცესში მყოფი მაგმური კერებიდან გამოყოფილი გაზებისა და ჰიდროთერმების, ინტრუზიული მაგმური სხეულების წყალობით გადახურებული და ქიმიურად გააქტიურებული გრუნტის წყლების ზემოქმედებაც. ამ ფაქტორთა ერთობლივი მოქმედება იწვევს არა მხოლოდ შემცველი ქანების, არამედ თვით პლუტონური ქანების მეტასომატურ გარდაქმნას, რაც საბოლოოდ ქიმიური და მინერალური შედგენილობით განსხვავებული ქანების—ე.წ. მ ე ტ ა ს ო მ ა ტ ი ტ ე ბ ი ს წარმოშობით მთავრდება. მეტასომატური პროცესის თანმხლები მოვლენებია: მინერალებიდან და ქანებიდან არსებული ნივთიერების გატანა და მათი სრულიად ახალი ნივთიერებითა და ნაერთებით ჩანაცვლება.

მეტასომატური თეორიის შემუშავებაში დიდია აკად. დ.კორჟინსკის დამსახურება. დ.კორჟინსკის მოძღვრების მიხედვით ''მეტასომატოზი ეწოდება ქანის ქიმიური შედგენილობის შეცვლის პროცესს, რომელიც ჩვეულებრივ მთავრდება ერთი მინერალის სხვა მინერალით ჩანაცვლებით. ჩანაცვლება მიმდინარეობს პოროვანი ხსნარების მონაწილეობით, რომლებიც ხსნიან ერთ მინერალს და იქვე ლექავენ მეორეს, ისე, რომ ჩანაცვლების პროცესის მთელი დროის განმავლობაში ქანი ინარჩუნებს მყარ მდგომარეობას''. მეტასომატოზის პროცესის ინტენსივობა განპირო-

ბებულია იონების დიფუზიის ხარისხით და მინერალის კრისტალური მესრის აგებულების თავისებურებებით. თავის მხრივ, დიფუზიის ხარისხი ძირითადად ტემპერატურაზეა დამოკიდებული. კერძოდ, მაღალი ტემპერატურის პირობებში დიფუზიის ხარისხი იზრდება, რასაც თან ახლავს კრისტალური სტრუქტურის შესუსტება და მცირე ზომის იონების მიგრაციისათვის ხელსაყრელი პირობების შექმნა. მეტასომატური მეტამორფიზმის ქანებია: სკარნები, გრეიზენები, მეორადი კვარციტები, პროპილიტები და სხვ.

სკარნები (შვედურად „სკარნ" ფუჭ ქანს ნიშნავს) წარმოადგენენ კონტაქტ-მეტასომატური მეტამორფიზმის ქანებს, რომლებიც ფორმირდება წარმოშობითა და შედგენილობით განსხვავებული ქანების—გრანიტული ინტრუზივების კირქვებთან და დოლომიტებთან კონტაქტის ზონაში, მათი მეტასომატური გარდაქმნის გზით— მაღალი ტემპერატურისა და მაგმიდან გამოყოფილი გაზებისა და ხსნარების რეაქციული ზემოქმედების შედეგად. სკარნული პროცესები მიმდინარეობს სავარაუდოდ 3-4 კმ სიღრმეზე, თუმცა, ზოგიერთი მკვლევრის მონაცემებით ის 15 კმ-მდე აღწევს.

კარბონატული ქანების შედგენილობის მიხედვით სკარნებს ყოფენ კირიან (წარმოშობილია კირქვების ხარჯზე), რკინიან და მაგნიუმიან (განვითარებულია სიდერიტისა და დოლომიტის ხარჯზე) სახესხვაობებად.

კირიანი სკარნების დამახასიათებელი მინერალებია: დიოპსიდი, ჰედენბერგიტი, ეპიდოტი, ვოლასტონიტი, გრანატები (გროსულარი, ანდრადიტი), კვარცი, მაგნეტიტი, შეელიტი, გალენიტი, სფალერიტი, მოლიბდენიტი, ოქრო, კასიტერიტი და სხვ.; რკინა-მაგნიუმიანი სკარნების — ფორსტერიტი, რომბული პიროქსენები (ენსტატიტი, ჰიპერსტენი), აქტინოლიტი, კვარცი, ფლოგოპიტი, მაგნეტიტი, შპინელი და სხვ.

სკარნები დიდი პრაქტიკული მნიშვნელობის ქანებია. მათთან არის დაკავშირებული ვოლფრამის, თუთიის, ტყვიის, მოლიბდენის, რკინის, სპილენძის, ოქროს და სხვ. სამრეწველო მნიშვნელობის საბადოები.

გ რ ე ი ზ ე ნ ე ბ ი (გერმ. ''გრეისენ'' გახლეჩვას, გაპობას ნიშნავს) პნევმატოლითურ-ჰიდროთერმული წარმოშობის ქანებია. ძირითადად ჩნდება კვარც-მინდვრისშპატიანი მაგმური ქანების — გრანიტების, გრანოდიორიტების და ზოგიერთი კვარცითა და ალუმინით გამდიდრებული მეტამორფული ქანების მეტასომატური გარდაქმნის ხარჯზე—მათზე აქროლადი კომპონენტებით (F, Cl, B, Sn, Li, W, Pb , Fe და სხვ.) დატვირთული მაღალტემპერატურული პოსტმაგმური ემანაციებისა და მჟავე წყალხსნარების ზემოქმედებით. გრეიზენიზაციის პროცესი მიმდინარეობს 600-500^0 C ტემპერატურულ ინტერვალში. პროცესს თან ახლავს ქანებიდან ტუტე და ტუტემიწა ელემენტების გატანა. გრეიზენებში არამადნეული მინერალებიდან ჭარბობს: კვარცი, მუსკოვიტი, ლითიუმიანი ქარსი, ტურმალინი, ტოპაზი, ბერილი (აქვამარინი), ფლუორიტი და სხვ.; მადნეული მინერალებიდან — შეელიტი, ვოლფრამიტი, ქალკოპირიტი, პირიტი, კასიტერიტი, არსენოპირიტი, პიროტინი, ოქრო, მოლიბდენიტი და სხვ. გრეიზენებთან არის დაკავშირებული ოქროს, ვოლფრამის, ბერილის, ტოპაზის სამრეწველო მნიშვნელობის საბადოები.

გ ა კ ვ ა რ ც ე ბ ა არის საშუალო და მჟავე შედგენილობის ვულკანური ქანების, მათი ტუფებისა და ლავური ბრექჩიების კვარცით ჩანაცვლების საშუალო ტემპერატურული (T=200-300^{0}C) ჰიდროთერმულ-მეტასომატური პროცესი. გაკვარცებას თან ახლავს კონტაქტის ზონის ქანების კვარცითა და სერიციტით გამდიდრებისა და Ca და Mg შემცველი მინარალებით (ფუძე პლაგიოკლაზები, პიროქსენები და სხვ) გაღარიბების პროცესი. შედეგად ჩნდებიან კვარც-სე-

რიციტით გამდიდრებული ქანები—ე.წ.მეორადი კვარციტები, რომლებშიაც კვარცთან და სერიციტთან ერთად თითქმის ყოველთვის მონაწილეობს: კაოლინიტი, ანდალუზიტი, დიასპორი, კორუნდი და სხვ. მადნეული მინერალებიდან—პირიტი, ქალკოპირიტი, მოლიბდენიტი, გალენიტი, სფალერიტი, რუტილი, ჰემატიტი, ტოპაზი და სხვ. მეორად კვარციტებთან არის დაკავშირებული ოქროს, სპილენძის, თუთიის, ვერცხლის, კორუნდის ანდალუზიტის, ალუნიტის, დიასპორის სამრეწველო ტიპის საბადოები.

სერიციტიზაცია არის დაბალტემპერატურული მეტასომატური მეტამორფიზმის ერთ-ერთი სახე, რომელიც მიმდინარეობს მინდვრის შპატების (ძირითადად პლაგიოკლაზების) გახსნისა და მათი წვრილქერცლოვანი, ზოგჯერ ბოჭკოვანი აგებულების ქარსით (სერიციტი) ჩანაცვლების გზით. პროცესი მთავრდება კვარც-სერიციტიანი ქანების წარმოქმნით, რომლებშიაც კვარცთან და სერიციტთან ერთად მონაწილეობს: ქლორიტები, ტურმალინი, კაოლინიტი, დოლომიტი, სიდერიტი, ბარიტი, ფლუორიტი, რუტილი, პირიტი და სხვ. ამ ქანებთან არის დაკავშირებული სპილენძის, ტყვიის, თუთიის, ვერცხლისწყლის, მოლიბდენის, ვერცხლის საბადოები, კვარც-ოქროს მადნიანი ძარღვები და სხვ. პირიტისა და რუტილის მინარევებიანი კვარც-სერიციტიანი ქანები პირველად აღწერილ იქნა ბერეზოვსკის (ურალი) ოქროსმადნიან საბადოზე, რომელსაც გ.როზემბერეზიტები უწოდა. ეს ქანები ბერეზიტიზაციის პროცესის შედეგია, რომელიც მიმდინარეობს გრანიტებსა და მის ეფუზიურ ანალოგებზე ჰიდროთერმული ხსნარების ზემოქმედებით. ხშირად ბერეზიტებს ოქროს საბადოების ძებნის კრიტერიუმადაც იყენებენ.

პროპილიტიზაცია (ლათ. ,,პროპილეა'' სადარბაზოს ნიშნავს) არის რეგიონული მეტასომატური მეტამორფიზმის პროცესის ერთ-ერთი სახე, რომელსაც გააჩნია დი-

დი ფართობული გავრცელება და მიმდინარეობს ტექტონიკურად შესუსტებულ ზონებში დედამიწის ზედაპირთან ახლოს, მცირე სიღრმეზე, დაბალი წნევისა და დაბალი ტემპერატურის პირობებში. პროპილიტიზაციას განიცდის ბაზალტური, ანდეზიბაზალტური, ანდეზიტური, დაციტური და, იშვიათად, რიოლითური შედგენილობის ვულკანიტები მათზე—წყლით, გოგირდითა და ნახშირორჟანგით დატვირთული პოსტვულკანური ან პოსტმაგმური ჰიდროთერმული ხსნარების ზემოქმედებით.

პროპილიტიზაციის პროცესის მსვლელობისას ადგილი აქვს პირველადი ქანმაშენი მინერალების ჩანაცვლებას: ქლორიტით, ეპიდოტით, აქტინოლიტით, ცოიზიტით, ცეოლითებით, ადულარით, ალბიტით. მათთან ხშირად გვხვდება: სერიციტი, კალციტი, კვარცი, თაბაშირი, ბარიტი და სხვ. პროპილიტიზაციის თანმხლები პროცესებია: პირიტიზაცია, გაკვარცება, სერიციტიზაცია, კაოლინიზაცია და სხვ. პროპილიტები პრაქტიკულად მნიშვნელოვანი ქანებია. მათთან არის დაკავშირებული ოქროს, სპილენძის, ვერცხლის, ტყვიის, მოლიბდენის, დარიშხანის, ანთიმონიტის, თუთიის, ვერცხლისწყლის საბადოები და მადანგამოვლინებები.

მეტამორფული მინერალწარმომშობი პროცესები

მეტამორფიზმი არის მინერალებისა და ქანების სტრუქტურის, ტექსტურის, ფიზიკური თვისებებისა და ქიმიური შედგენილობის გარდაქმნის პროცესი (ბერძ. ''მეტამორფოზის'' — გარდაქმნა, გადასხვაფერება). მეტამორფიზმს განიცდის ნებისმიერი წარმოშობის (მაგმური, დანალექი და ადრე არსებული მეტამორფული) ქანი განსხვავებულ თერმოდინამიკურ პირობებში მოხვედრისას—მასზე მაღალი საერთო წნევის, მაღალი ტემპერატურის, სიღრმული ფლუიდების (აქროლადი კომ-

პონენტები), წყალხსნარებისა და მაღალი ტემპერატურის მაგმური სხეულების ზემოქმედებით.

მეტამორფიზმს მისი გამომწვევი ამა თუ იმ ფაქტორის წამყვანი როლისა და სივრცეში გამოვლინების მასშტაბების მიხედვით ყოფენ: ლოკალურ და რეგიონულ ტიპებად.

ლოკალური მეტამორფიზმი ვლინდება შედარებით მცირე ფართზე და აერთიანებს კონტაქტურ და დინამომეტამორფიზმს.

კონტაქტური მეტამორფიზმი ვითარდება: მაღალი ტემპერატურისა და სითბოს მატარებელი მაგმური მასების მინის ქერქის ზედა—შედარებით გაცივებულ ნაწილებში შემოჭრით და რეაგირებაში მონაწილე ქანების კონტაქტის ზონებში აქროლადი კომპონენტებისა და წყალხსნარების ზემოქმედებით. რეაგირების პროცესი მნიშვნელოვნად ჩქარდება მასში მონაწილე ქიმიურად აქტიური კარბონატული ქანების არსებობის შემთხვევაში. კონტაქტური მეტამორფიზმის გავრცელების არეალი განპირობებულია შემოჭრილი მაგმური მასების ზომებით, შედგენილობითა და ტემპერატურით.

კონტაქტური მეტამორფიზმის ერთ-ერთი სახეა თერმული ანუ ტემპერატურული მეტამორფიზმი, რომელიც მიმდინარეობს მაგმური ინტრუზიული სხეულების სიახლოვეში მინერალიზატორების მონაწილეობის გარეშე მხოლოდ მაღალი ტემპერატურის არსებობის პირობებში. ამ დროს მაგმიდან ახალი ნივთიერების შემოტანა და შემცველი ქანიდან ნივთიერების გატანა არ ხდება. შემცველ ქანზე მაღალტემპერატურული მაგმური მასების ზემოქმედების წყალობით ადგილი აქვს ქანების მხოლოდ გამოწვას, წრთობას, მინერალური და ქიმიური შედგენილობისა და სტრუქტურის უმნიშვნელო ცვლილებებით. ამ ტიპის მეტამორფიზმის შედეგად წარმოქმნილ, ბუნებაში ფართოდ გავრცელებულ ქანებს მიეკუთვნება რქაულები.

რქაულები (როგოვიკები) ინტრუზიული სხეულების კირქვებთან და თიხაფიქლებთან უშუალო კონტაქტის ზონებში ჩნდება გარეგნულად მასიურ, მკვრივ, წვრილმარცვლოვან ქანებს წარმოადგენს დამახასიათებელი გრანობლასტური ტექსტურით და როგოვიკული სტრუქტურით. რქაულები ადვილად გამოიცნობა პლუტონის კონტაქტის ზონებთან სიახლოვეში, კონტაქტიდან მოშორებით, ფლუიდების ტემპერატურისა და წნევის შემცირების შესაბამისად თანდათან გადადის ლაქებრივ და ზოლებრივ ფიქლებში. მეტამორფიზმის ტემპერატურის შემცირების ფონზე იცვლება რქაულების მინერალური ასოციაციაც. კერძოდ, პლუტონთან ახლოს ჩნდება შედარებით მაღალტემპერატურული—კორდიერიტიანი, პიროქსენიანი, ანდალუზიტიანი რქაულები; კონტაქტიდან მოშორებით —ამფიბოლებიანი, ბიოტიტიანი, ქლორიტიანი, მუსკოვიტიანი სახესხვაობები.

კონტაქტური რქაულების მინერალურ შედგენილობას განსაზღვრავს საწყისი (დედა) ქანის მინერალური შედგენილობა. კერძოდ, თიხიანი საწყისი ქანების თერმული გარდაქმნის ხარჯზე წარმოშობილ რქაულებში მინერალურ ასოციაციას ქმნის პლაგიოკლაზები, მიკროკლინი, კვარცი, ბიოტიტი, სილიმანიტი, კორუნდი, ანდალუზიტი, კორდიერიტი და სხვ.; კარბონატული საწყისი ქანების გარდაქმნის შემთხვევაში —კალციტი, ვოლასტონიტი, დოლომიტი, დიოპსიდი, ტალკი, ტრემოლიტი, აქტინოლიტი, ჰედენბერგიტი, გროსულარი, კვარცი, შპინელი და სხვ.; ფუძე და მაგნიუმიანი საწყისი მაგმური ქანების გარდაქმნის შემთხვევაში -- დიოპსიდი, ფუძე პლაგიოკლაზები, ჰიპერსტენი, კორდიერიტი, ბიოტიტი, ფორსტერიტი, ეპიდოტი და სხვ.; არკოზული ქვიშაქვებისა და კაჟმიწით მდიდარი ვულკანური საწყისი ქანების გარდაქმნის შემთხვევაში —კალიუმის მინდვრის შპატები, კვარცი, მუსკოვიტი, ბიოტიტი.

კონტაქტური მეტამორფიზმის ერთ-ერთ თავისებურ სახედ შეიძლება განვიხილოთ დარტყმითი მეტამორფიზმი.

დარტყმითი მეტამორფიზმი არის მეტად თავისებური პროცესი, რომელიც სრულიად განსხვავებულია დედამიწის ზედაპირზე მიმდინარე ნებისმიერი სხვა ტიპის გეოლოგიური პროცესებისაგან. ამ ტიპის მეტამორფიზმი კოსმოსური სხეულების (მეტეორიტები, ასტეროიდები, კომეტები) დედამიწაზე დაცემის ადგილებში ვითარდება. დარტყმით პროცესს თან ახლავს წრიული, თასისებრი ფორმის გეოლოგიური სტრუქტურების—მეტეორიტული კრატერების წარმოშობა, რომლებსაც სხვაგვარად ასტრობლემას (ბერძ. ''ასტრონ''—ვარსკვლავი, ''ბლემა'' — ჭრილობა) უწოდებენ.

ასტრობლემის ქანებია იმპაქტიტები (ინგლ. ''იმპაქტ''— დარტყმა), რომლებიც ნივთიერი შედგენილობითა და სტრუქტურით არსებითად განსხვავდება მაგმური და მეტამორფული ქანებისაგან. ისინი ჩნდებიან დარტყმა-აფეთქებითი ქანთნარმომშობი პროცესების შედეგად, 2000—3000^0 C ტემპერატურისა და რამდენიმე ათეული ГП წნევის პირობებში. იმპაქტიტურ მოვლენებთან არის დაკავშირებული სპეციფიკური ქანების—ტექტიტებისა და კატასტროფული შრეების წარმოშობა.

ტექტიტები (ბერძნ. ''ტექტოს''—გალღობილი) განსხვავებული ფორმისა და ზომის, მოყვითალო, მომწვანო და შავი ფერის ნახევრად გამჭვირვალე, პრაქტიკულად ერთგვაროვანი, მინებრივი ქანებია, პორებისა და სიცარიელეების გარეშე (SiO_2=88.5%, Al_2O_3=20.5%, FeO=11.5%, CaO=5.8%).

კატასტროფული შრე არის დანალექი ქანების (ძირითადად თიხები) ჰორიზონტი — მათი მეტამორფული პროდუქტების: იმპაქტური მინის, მაღალწნევიანი მინერალებისა და, იშვიათად, მეტეორიტების უწვრილესი ნატეხე-

ბის მინარევებით. ამ შრისათვის დამახასიათებელია Ni, Co, Os მაღალი შემცველობები.

კოსმოსური სხეულების დედამიწის ზედაპირზე დაცემის ადგილებში წარმოშობილი ტალღა იწვევს წნევისა და ტემპერატურის უეცარ ზრდას, რასაც თან ახლავს მაღალი წნევის მინერალური ფაზის—სტიშოვიტისა და კოესიტის (SiO_2—ის პოლიმორფული მოდიფიკაციები), ლონსდეილიტისა და ალმასის (ნახშირბადის პოლიმორფული მოდიფიკაცია) და სხვათა წარმოშობა.

დარტყმითი მეტამორფიზმის ქანები პრაქტიკულად მნიშვნელოვანი ქანებია. იმპაქტიტებში ნანახი იქნა ალმასის უსწორმასწორო ფორმის მარცვლები, რომელთა ფორმირება ნახშირბადის შემცველ წყებებზე მაღალი წნევისა და ტემპერატურის მოქმედების პირობებში ხდება.

ასტრობლემებისა და მათი ქანების — იმპაქტიტების შესწავლას აქვს როგორც პრაქტიკული, ისე თეორიული მნიშვნელობა, რადგან მათი კომპლექსური შესწავლის გარეშე შეუძლებელია სრული წარმოდგენა გვქონდეს მზის სისტემის პლანეტებისა და ლითოსფეროს აგებულების შესახებ.

ასტრობლემებთან არის დაკავშირებული ნახშირის, ცეოლითების, თაბაშირის, ანჰიდრიდის მსოფლიო მნიშვნელობის საბადოები, მასვე უკავშირდება Ni, Cu, Pb, Zn, Hg - ისა და ალმასის სამრეწველო ტიპის საბადოებიც. წარმოადგენენ „მახეს" ნავთობისა და გაზისათვის.

დინამომეტამორფიზმი. ამ ტიპის მეტამორფიზმს სხვაგვარად დისლოკაციურ და კატაკლაზურ მეტამორფიზმსაც უწოდებენ. ის ვლინდება ტექტონიკური მოძრაობებით წარმოქმნილ ნაწევებში, ნასხლეტებსა და სხვა ტიპის დისლოკაციური აშლილობის ზონებში (განსაკუთრებული ეფექტურობით ვლინდება ლითოსფერული ფილების კონტაქტის ზონაში) საწყის ქანებზე ერთი მიმართულებით ორიენტირებული წნევის (სტრესის) მოქმედებით, მაგმუ-

რი ემანაციებისა და ხსნარების მონაწილეობის გარეშე. ამ ტიპის მეტამორფიზმის მსვლელობისას ტემპერატურული ფაქტორი მეორეხარისხოვანია. დინამომეტამორფიზმის დროს ადგილი აქვს საწყისი ქანებისა და მათი ამგები მინერალების მექანიკური დეფორმაციისა და გრანულაციის პროცესს სტრუქტურულ–ტექსტურული ნიშნების მოშლამდედაც კი. მინერალოგიური და ქიმიური შედგენილობა ნარჩუნდება. კატაკლაზურ ქანებს მიეკუთვნება: კატაკლაზიტები, მილონიტები და ფილონიტები.

კ ა ტ ა კ ლ ა ზ ი ტ ე ბ ი (ბერძ. ''კატაკლასოს''—ვარღვევ) დინამომეტამორფიზმის საწყის ეტაპზე ჩნდება ქანების ნაწილობრივი მსხვრევით, რასაც თან ახლავს შემადგენელი მინერალების კრისტალური მესრის დეფორმაცია. პროცესი მიმდინარეობს პერეკრისტალიზაციისა და ახალი მინერალების წარმოშობის გარეშე. კატაკლაზიტებში მსხვრევის ხარისხი იმდენად დაბალია, რომ მათში სტრუქტურისა და მინერალური შედგენილობის აღდგენა ჯერ კიდევ შეიძლება.

მ ი ლ ო ნ ი ტ ე ბ ი (ბერძ. ,,მილოს''—წისქვილი) წვრილმარცვლოვანი, მკვრივი, კომპაქტური, კვარცის მსგავსი ქანებია—ხშირად ფიქლებრივი ტექსტურით; ჩნდება რღვევების, ნაწევების, ნასხლეტებისა და სხვა დიზუნქტიური დისლოკაციების ზონებში. კატაკლაზიტებისაგან განსხვავდება მსხვრევის მაღალი ხარისხით.

ფ ი ლ ო ნ ი ტ ე ბ ი წვრილმარცვლოვანი ქანებია. ჩნდება მარცვლოვანი, თხელშრეებრივი და ფიქლებრივი საწყისი ქანების მილონიტიზაციით.

დინამომეტამორფიზმთან არის დაკავშირებული ა ლ პ ური ტ ი პ ის ძ ა რ ღ ვ ე ბ ი ს წარმოშობა, რომლებიც წარმოადგენს ლინზის მსგავს ნაპრალთა სისტემას, ორიენტირებულს შემცველი ქანების გავრცელების მართობულად. ძარღვების ფორმა დამოკიდებულია ნაპრალის ტიპ-

ზე და იმ ქანების შედგენილობაზე, რომლებშიაც ისინი ვითარდება. მაგალითად, მყარ ერთგვაროვან ქანებში (გრანიტებში და სხვ) განვითარებული ნაპრალები სწორია, განსხვავებით კირქვებისაგან, სადაც ძირითადად არასწორი ნაპრალები ვითარდება. ალპური ტიპის ძარღვებში მინერალურ ასოციაციას ქმნის: კვარცი (ძირითადად), ადულარი, ეპიდოტი, ქლორიტები, რუტილი, სფენი, ანატაზი და სხვ. არ მონაწილეობს სულფიდები, ოქრო, ვოლფრამიტი და სხვ. ძარღვის მინერალებისათვის დამახასიათებელია კარგად განვითარებული კრისტალები გამჭვირვალობის მაღალი ხარისხით და ხშირად გიგანტური ზომებით. ძარღვის კვარცში ხშირად მონაწილეობს საგენიტის (რუტილი) თითქმის პარალელურად ორიენტირებული ნემსისებრი (ვენერას თმები) კრისტალები.

ალპური ტიპის ძარღვები ფორმირდება მეტამორფული ჰიდროთერმული ხსნარებიდან. ეს უკანასკნელები წარმოიშობა შემცველი ქანებიდან— მეტამორფიზმის შედეგად გამოთავისუფლებული წყლის ხარჯზე. ფაქტობრივად ესენია გადახურებული წყალხსნარები, რომელთაც რაიმე გენეტური კავშირი სიღრმულ მაგმურ კერებთან არ გააჩნია.

ალპური ტიპის ძარღვები პრაქტიკული თვალსაზრისით მნიშვნელოვანი წარმონაქმნებია. მათთან დაკავშირებულია პიეზოკვარცის (მთის ბროლი) და მთვარის ქვის (ადულარი) სამრეწველო მნიშვნელობის საბადოები.

რეგიონული მეტამორფიზმი დიდ ფართზე ვრცელდება (ათას და მეტ კმ^2), მოიცავს თითქმის ყველა სახის მეტამორფიზმს და მიმდინარეობს მიწის ქერქის ღრმა ზონებში მაღალი პეტროსტატიკური ყოველმხრივი წნევისა და მაღალი ტემპერატურის ერთობლივი მოქმედების პირობებში. არსებით როლს თამაშობს ასევე ცალმხრივი გვერდითი წნევები (სტრესი) და ქიმიურად აქტიური ნივთიერებები

(წყალი, ნახშირორჟანგი, წყალბადი, ქლორისა და გოგირდოვანი ნაერთები და სხვ.).

P-T თერმოდინამიკური ფაქტორების მნიშვნელობათა ცვალებადობის მიხედვით გამოყოფენ რეგიონული მეტამორფიზმის დაბალ, საშუალო და მაღალი საფეხურის ქანებს.

რეგიონული მეტამორფიზმის დაბალი საფეხურის ქანები დიდ ფართობზე გავრცელებით სარგებლობს და წარმოდგენილია მწვანე ფიქლებისა და გლაუკოფანიანი (ცისფერი) ფიქლების ფაციესის ქანებით.

მწვანე ფიქლების ფაციესის ქანები ფორმირდება 350—400-დან 500—550°C ტემპერატურისა და 7—10 ათასი ატმოსფერული წნევის პირობებში. მინერალურ ასოციაციას ქმნის: ქლორიტები, ეპიდოტი, აქტინოლიტი, ტრემოლიტი, სერპენტინი, ტალკი, გრანატები, კვარცი, ალბიტი, მუსკოვიტი. მადნეული მინერალებიდან—ჰემატიტი, მაგნეტიტი და სხვ. ტემპერატურისა და წნევის მატების შემთხვევაში წყლის შემცველი მინერალებიდან ადგილი აქვს კონსტიტუციური წყლის ნაწილობრივ დაკარგვას. შემდგომ ტემპერატურისა და წნევის კიდევ უფრო მატებამ შეიძლება გამოიწვიოს მწვანე ფიქლების ფაციესის ქანების მინერალური ასოციაციის ამფიბოლიტური ფაციესის ქანების მინერალურ ასოციაციად გარდაქმნა.

გლაუკოფანიანი ან ცისფერი ფიქლების ქანები მწვანე ფიქლების ფაციესის ქანების მსგავსი მინერალური ასოციაციით ხასიათდება, თუმცა გლაუკოფანიანი ფიქლების ქანებში ფართოდ არის წარმოდგენილი რკინით მდიდარი ეპიდოტი, გრანატები (ალმანდინი) კვარცი და ჟადეიტი. გლაუკოფანიანი ფიქლების ქანების მინერალური შედგენილობა დამოკიდებულია საწყისი—დედა ქანის შედგენილობაზე. მაგალითად, პელიტური ქანების გარდაქმნით წარმოიშობა ქლორიტიანი, მუსკოვიტიანი,

კვარციანი, გლაუკოფანიანი ფიქლები; ფუძე ქანების შეცვლით — ჟადეიტიანი და გრანატიანი სახესხვაობები.

რეგიონული მეტამორფიზმის საშუალო საფეხურის ქანებია **ამფიბოლიტური** ფაციესის ქანები. ისინი ჩნდება 650—800° C ტემპერატურისა და 4—8 ათასი ატმოსფერული წნევის პირობებში. ამფიბოლიტური ფაციესის ქანების შემადგენელი მინერალებია: პლაგიოკლაზი, ჩვეულებრივი რქატყუარა, რკინით მდიდარი ეპიდოტი, ბიოტიტი, გრანატები (ალმანდინი). განასხვავებენ ორთო- და პარაამფიბოლიტებს. პირველი მათგანი ჩნდება ბაზალტებისა და გაბროების, ხოლო მეორე — თიხიან-კარბონატული ქანების შეცვლის ხარჯზე. ამფიბოლიტური ფაციესის ქანებს სახელი ერქმევათ ერთი ან რამოდენიმე სილიკატის მიხედვით. მაგალითად, ბიოტიტ-პლაგიოკლაზიანი, ალმანდინიანი და სხვ.

მიგმატიტები. ეს ქანები რთული წარმოშობისაა. წარმოადგენს გრანიტოიდული მასალისა და სუბსტრატის მეტამორფული ქანების (ამფიბოლიტები, გნეისები და სხვ.) ნარევს (ბერძ. ''მიგმა'' — ნარევი). მიგმატიტებში, სუბსტრატის ქანების გადამუშავების ხარისხისა და ტექსტურული თავისებურებების მიხედვით, განასხვავებენ: ლინზურ, ტოტისებრ, ნაოჭა, ბადისებრ და შრეულ სახესხვაობებს.

გრანულიტური ფაციესის ქანები რეგიონული მეტამორფიზმის მაღალი საფეხურის ქანებია. ჩნდება 700—800° C-დან 900—1000° C-მდე ტემპერატურისა და 4—5-დან 12—13 -მდე ატმოსფერული წნევის პირობებში. ქანების ამ ჯგუფს მიეკუთვნება: გრანულიტები, ეკლოგიტები, გნეისები და კრისტალური ფიქლები.

გრანულიტები. ამ ქანებში მინერალურ ასოციაციას ძირითადად უწყლო მინერალები ქმნის: რომბული და მონოკლინური პიროქსენები, კვარცი, გრანატები, ნატრიუმით მდიდარი მყავე მინდვრის შპატები (პლაგიოკლაზე-

ბი), ორთოკლაზი, სილიმანიტი, დისტენი, კორდიერიტი, რუტილი და სხვ. ''აკრძალულ'' მინერალებს მიეკუთვნება წყლის შემცველი მინერალები: რქატყუარა, ბიოტიტი და მუსკოვიტი. გრანულიტებს, ამ უკანასკნელების არმონაწილეობის გამო, სხვაგვარად „მშრალ" ქანებსაც უწოდებენ.

ეკლოგიტები, გრანულიტების მსგავსად, მაღალი ტემპერატურისა და მაღალი წნევის პირობებში წარმოიშობა (ტემპერატურა 850—1000°C, წნევა 14 ათასი ატმოსფერო). ქიმიური შედგენილობით ძალიან ახლოს დგას ბაზალტებთან, რის გამოც მათ წარმოშობას ბაზალტებს უკავშირებენ. მარტივია ეკლოგიტების მინერალოგიური შედგენილობა: მწვანე პიროქსენი (ომფაციტი) + გრანატი (პიროპი), მცირე რაოდენობით მონაწილეობენ დისტენი და კვარცი. ეკლოგიტები შავი ფერის, მკვრივი, მძიმე ქანებია, რომელიც ძირითადად მიწის ქერქის ღრმა ნაწილებისათვის არის დამახასიათებელი.

გნეისები გარეგნული იერით ზოლებრივი ან ფიქლებრივი ქანებია. შემადგენელი მინერალებია: კვარცი, პლაგიოკლაზი, ორთოკლაზი, გრანატები, პიროქსენები, კორდიერიტი. გნეისები ჩნდება როგორც მაგმური, ისე დანალექი ქანების შეცვლის ხარჯზე (შესაბამისად ორთოგნეისები და პარაგნეისები).

კრისტალური ფიქლები ზოლებრივი, თხელფირფიტოვანი ტექსტურის ქანებია. მთავარი ქანმაშენი მინერალებია: კვარცი, მინდვრის შპატები და ქარსები. კრისტალური ფიქლები, გნეისების მსგავსად, შეიძლება წარმოიქმნას როგორც მაგმური, ისე დანალექი ქანების შეცვლის ხარჯზე (შესაბამისად, ორთოფიქალი და პარაფიქალი).

ეკზოგენური მინერალწარმომშობი პროცესები

ჰიპერგენული (ბერძ. ''ჰიპერ''— ზემოთ) მინერალწარმომშობი პროცესები მიმდინარეობს დედამიწის ზედაპირზე ან მასთან ძალიან ახლოს. ჰიპერგენული მინერალებისა და ქანების წარმოშობის საწყისი ეტაპი ადრე არსებული მაგმური, მეტამორფული და დანალექი ქანების გამოფიტვით იწყება. ფიტვით პროცესებს ადგილი აქვს როგორც კონტინენტურ, ისე წყალქვეშა გარემოში. განასხვავებენ ფიზიკურ, ქიმიურ და ბიოგენურ (ორგანოგენულ) გამოფიტვას.

ფიზიკური გამოფიტვა

ფიზიკურ გამოფიტვას სხვაგვარად ტემპერატურულ ან მექანიკურ გამოფიტვას უწოდებენ. ამ სახის გამოფიტვის მსვლელობისას ადგილი აქვს ქანების მექანიკურ დაქუცმაცებას (დეზინტეგრაციას) მინერალოგიური და ქიმიური შედგენილობის შეცვლის გარეშე. მექანიკურ გამოფიტვას განაპირობებს: ტემპერატურის დღეღამური და სეზონური ცვალებადობა, ქარის, წყლის, ყინულის მოქმედება, მინერალთა კრისტალიზაციის პროცესი, ორგანიზმების ცხოველმოქმედება, მცენარეების ფესვები და სხვ. გამოფიტვის სისწრაფე დიდად არის დამოკიდებული რელიეფის მოსწორების ხარისხზე, რეგიონის ტექტონიკურ ბუნებაზე, კლიმატზე, ქანებისა და მინერალების ქიმიურ შედგენილობაზე, კრისტალთა და აგრეგატთა ზომებზე, ქანებისა და მინერალების გაფართოების ხარისხზე და სხვ. ფიზიკური გამოფიტვის პროცესი აქტიურად მიმდინარეობს მაღალმთიანეთში, არიდულ რეგიონებში და სხვ.

ფიზიკური გამოფიტვის ერთ-ერთი მთავარი ფაქტორი ქანებისა და მინერალების გახურებისა და გაცივების პროცესია, რაც, თავის მხრივ, ტემპერატურის დღეღამური და

სეზონური ცვალებადობით არის განპირობებელი. ამ ტიპის გამოფიტვის მასშტაბები განსაკუთრებით ფართოა უდაბნოებში, სადაც, დიდია სინესტის დეფიციტი. უდაბნოებში ტემპერატურის დღეღამურ და სეზონურ ცვალებადობას თან ახლავს ქანების არათანაბარი გახურება-გაცივების პროცესი (ქანები და მათი ამგები მინერალები დღისით მაღალი ტემპერატურის პირობებში ხურდებიან, ე.ი. ფართოვდებიან, ხოლო ღამით—გაცივებით იკუმშებიან). ტემპერატურის მკვეთრი ცვალებადობის ხანგრძლივი ზემოქმედების შედეგად ქანები კარგავენ სიმტკიცეს და იწყება მათი მსხვრევისა და ნგრევის პროცესი სხვადასხვა ზომის ნატეხებად და ცალკეულ ბლოკებად. დადგენილია, რომ მონომინერალური და პოლიმინერალური ქანები მკვეთრად განსხვავდება გამოფიტვის პროცესისადმი დაქვემდებარების ხარისხით. მაგალითად, პოლიმინერალური ქანების შემცველი ცალკეული მინერალები, რომელთაც გაფართოებისა და შეკუმშვის განსხვავებული კოეფიციენტი გააჩნია, გამოფიტვას უფრო ადვილად ექვემდებარებიან, ვიდრე მონომინერალური ქანები და მინერალები.

ქანებზე მნიშვნელოვან მექანიკურ ზემოქმედებას ახდენს მცენარეთა ფესვები. ისინი ქანებში სოლის როლს ასრულებს და იწვევს მათ გაფართოება-დანაწევრებას და მსხვრევას. ფესვების მიერ გამოყოფილი მჟავეების მიერ, მექანიკურ გამოფიტვის პროცესის თანადროულად, ადგილი აქვს ქანების ქიმიურ დაშლასაც. დიდია აგრეთვე მღრღნელების, მინის ჭიების, ჭიანჭველების და თხუნელების როლი ქანების მექანიკურ გამოფიტვაში. ნიადაგის დაქუცმაცებით ეს ცხოველები ქმნის H_2O და CO_2 თავისუფალი გადაადგილების შესანიშნავ პირობებს, რაც საბოლოოდ ნიადაგის შედგენილობის ცვალებადობით მთავრდება.

ქანების მექანიკური დაშლის ერთ-ერთი მიზეზია ქანებში არსებულ ნაპრალებსა და პორებში კრისტალთა (კალ-

ციტი, არაგონიტი, თაბაშირი, ცეოლითები და სხვ.) ზრდის პროცესიც. კრისტალების ზრდის თანმხლები ნნევები იწვევს ნაპრალებისა და პორების გაფართოებას, რითაც ხელს უწყობს ქანის მთლიანობის დარღვევისა და დაქუცმაცების პროცესის დაჩქარებას.

გარდა აღნიშნული ფაქტორებისა, ქანების მექანიკურ ნგრევაში დიდია მყინვარული გამოფიტვის როლი. ბუნებაში ხშირია შემთხვევები, როდესაც წყალი ქანში არსებულ პორებსა და ნაპრალებში მოხვედრისას დაბალი ტემპერატურის პირობებში იყინება. შედეგად ადგილი აქვს ქანის მოცულობაში 9-10% მატებას და, შესაბამისად, დიდი წნევების წარმოშობას. გაყინული წყლებით ცალკეულ ნატეხებად დაშლის პროცესი ინტენსიურად მიმდინარეობს იმ ქანებში, რომლებშიაც პორები მათი მთლიანი მოცულობის არანაკლებ 15—30% შეადგენს.

ქიმიური გამოფიტვა

ქიმიური გამოფიტვა არის პროცესი, რომელიც მიმდინარეობს მინერალებისა და ქანების ქიმიური გახსნით და ზედაპირული პირობებისათვის მდგრადი ახალი მინერალური ასოციაციების წარმოქმნით. ფიზიკური გამოფიტვა, რომელიც ამა თუ იმ ხარისხით თან ახლავს ქიმიურ გამოფიტვას, იწვევს პირველად ქანებზე რეაქციული ზედაპირების წარმოქმნას და ამით ქიმიური და ბიოგეოქიმიური რეაქციების აქტივიზაციის წინაპირობას ქმნის.

ქიმიური გამოფიტვის მთავარი ფაქტორებია: წყალი, ჟანგბადი, ნახშირმჟავა (H_2CO_3), ორგანული და არაორგანული მჟავეები. ქიმიური გამოფიტვისათვის ხელსაყრელი პირობები იქმნება ჰუმიდურ რეგიონებში—განსაკუთრებით ტროპიკულ და სუბტროპიკულ ზონებში. ქიმიური გამოფიტვა ფაქტობრივად არის რამდენიმე სახის ქიმიური რეაქციების ერთობლივი მოქმედების შედეგი. მათ შორის

მთავარია: ჰიდროლიზი, ჰიდრატაცია, ჟანგვა, აღდგენა, გახსნა და სხვ.

ჰ ი დ რ ო ლ ი ზ ი. ჰიდროლიზის მსვლელობისას მინერალის პირველადი კრისტალური სტრუქტურა მთლიანად იშლება—მათზე წყლისა და წყალში დისოცირებული წყალბად (H^{1+}) და ჰიდროქსილ [OH] იონების მოქმედებით. პროცესი მთავრდება საწყისი მინერალისაგან სრულად განსხვავებული (ახალი), დედამიწის ზედაპირის პირობებისათვის საკმაოდ მდგრადი მინერალების (მინერალთა ასოციაციის) წარმოქმნით. მაგალითად გამოდგება მინდვრის შპატების გახსნის სქემა: $K[AlSi_3O_8]$ (კალიუმის მინდვრის შპატი)+H_2O+$2CO_2$ = $Al_4[Si_4O_{10}](OH)_8$ (კაოლინიტი) + K_2CO_3 +SiO_2. მოცემულ შემთხვევაში ორთოკლაზის კარკასული სტრუქტურა მთლიანად იშლება და მის ხარჯზე ფენობრივი სტრუქტურის მინერალი (კაოლინიტი) ჩნდება. განუსაზღვრელად დიდია ჰიდროლიზის მნიშვნელობა მინდვრის შპატებით გამდიდრებული მაგმური და მეტამორფული ქანებიდან კაოლინის სამრეწველო ტიპის საბადოების ფორმირებაში. მართალია, კაოლინიტი დედამიწის ზედაპირზე ერთ-ერთ ყველაზე მდგრად ჰიპერგენულ მინერალს წარმოადგენს, მაგრამ ისიც კი დიდი ტემპერატურისა და მომატებული ნესტიანი მუსონური კლიმატის პირობებში არამდგრადი ხდება და ალუმინის ჰიდროჟანგების მდგრად ნაერთებში — გიბსიტში ($Al[OH_3]$), დიასპორში (AlO(OH) და ბემიტში AlO(OH) გადადის.

ქანმაშენ მინერალებს გააჩნია გამოფიტვის სიჩქარისა და გამოფიტვის მიმართ გამძლეობის განსხვავებული ხარისხი. ს. გოლდიჩმა ''ბოუენის რეაქციული რიგის'' მაგალითზე პირველმა მიუთითა მინერალების გამოფიტვის პროცესებთან დამოკიდებულება. მისი მონაცემებით ყველაზე ადვილად და სწრაფად იფიტება (იხსნება)''რეაქციული რიგის'' მაღალი წნევისა და მაღალი ტემპერატურის პი-

რობებში წარმოშობილი—იზოლირებული სილიციუმჟანგბადოვანი ტეტრაედრულ სტრუქტურის ($[SiO_4]^{4-}$) სილიკატები (ფორსტერიტი, ფაიალიტი, ოლივინი); შედარებით ნაკლებად—ძეწკვისებრი სილიციუმჟანგბადოვანი ტეტრაედრის სტრუქტურის ($[Si_2O_6]^{4-}$) მინერალები (რომბული და მონოკლინური პიროქსენები). ძნელად იფიტება და შეცვლის დაბალი სიჩქარეებით ხასიათდება კრისტალიზაციის ბოლო ეტაპზე წარმოშობილი კარკასული ($[Si_4O_8]$) და შრეებრივი-($[Si_4O_{10}]$) სტრუქტურის მინერალები (K-ის მინდვრის შპატები, ქარსები და სხვ.). ''რეაქციული რიგის'' უწყვეტი რიგის წევრებიდან კალციუმიანი პლაგიოკლაზები (ანორთიტი, ბიტოვნიტი, ლაბრადორი) უფრო ადვილად ექვემდებარება გამოფიტვის პროცესს, ვიდრე მჟავე პლაგიოკლაზები (ალბიტი, ოლიგოკლაზი). შესაბამისად იქცევა აღნიშნული მინერალების შემცველი ქანებიც. მაგალითად, ულტრაფუძე ქანები ბევრად უფრო ადვილად ექვემდებარება გამოფიტვის პროცესებს, ვიდრე მჟავე ქანები.

ჟანგვა. ჟანგვა არის მინერალის მიერ ჟანგბადის მიერთების პროცესი. ის მიმდინარეობს როგორც წყლის გარემოში, ისე დედამიწის ზედაპირზე ქიმიურად თავისუფალი ჟანგბადის დიდი რაოდენობით არსებობის პირობებში. ჟანგვის პროცესი განსაკუთრებული აქტიურობით ვლინდება ცვალებადი ვალენტობის, მაღალი წნევისა და მაღალი ტემპერატურის პირობებში წარმოშობილ მინერალებში. ნათქვამის მაგალითად გამოდგება მაგნეტიტის დაჟანგვის სქემა: $Fe_3O_4+O_2=Fe_2O_3$. მაგნეტიტი ჟანგბადის მიერთებით გადადის უფრო მდგრად მოდიფიკაციაში—ჰემატიტში, შესაბამისად, ორვალენტიანი რკინა სამვალენტიანში. დაჟანგვას განიცდის რკინის სულფიდებიც. საილუს-

ტრაციოდ გამოდგება პირიტის გარდაქმნა მასზე ჟანგბადის ზემოქმედებით წყლის მონაწილეობის პირობებში:

$$FeS_2+nH_2O+mO_2 \rightarrow FeSO_4 \rightarrow Fe_2(SO_4)_3 \rightarrow Fe_2O_3 \cdot nH_2O.$$

რკინის შემცველ სილიკატურ მინერალებზე (ოლივინი, ამფიბოლები, პიროქსენები და სხვ.) წყლის, ჟანგბადისა და ნახშირორჟანგის მოქმედება იწვევს სტრუქტურის მოშლას და ორვალენტიანი რკინის სამვალენტიანში გადასვლას. პროცესს თან ახლავს მინერალების პირველადი მწვანე და შავი ფერების მოყვითალო, მოწითალო და რუხ ფერებში გადასვლა. რკინის შემცველი მინერალების, ქანებისა და საბადოების გამოფიტულ ზედაპირზე, ტკეჩვადობის სიბრტყეებისა და მექანიკური დეფექტების გასწვრივ ხშირად დაიკვირვება რკინის ჰიდროჟანგები—ლაქების, წნაცხებების და მცირე სისქის ქერქების სახით. სულფიდურ მადნებში ისინი ქმნის მძლავრ ე.წ. ''რკინის ქუდებს'', რომელიც ამ ტიპის საბადოების ერთ-ერთ საძიებო კრიტერიუმს წარმოადგენს. ხშირია შემთხვევები, როდესაც დანალექ ქანებში (თიხები, ქვიშაქვები, მერგელები და სხვ.) ჩანართების სახით მონაწილეობს რუხი და მოწითალო — ოქრისფერი რკინის მინერალები (ლიმონიტი, გოეთიტი და სხვ) — წარმოშობილი რკინიანი მინერალების (პირიტი, მარკაზიტი და სხვ) დაჟანგვის ხარჯზე.

აღდგენა. აღდგენა არის ჟანგვის საწინააღმდეგო პროცესი, რომელიც მიმდინარეობს თავისუფალი ჟანგბადის ნაკლებობისა და გოგირდწყალბადით (H_2S) მდიდარ გარემოში. აღდგენის პროცესი აქტიურად მიმდინარეობს მოლეკულური წყალბადის (H_2), ნახშირბადის ნაერთების (CH_4, CO_2), განამარხებული ორგანული ნაერთების არსებობისა და მიკროორგანიზმების მოქმედების წყალობით. დადგენილია, რომ სილრმის მატების შესაბამისად ჟანგვი-

თი პროცესები თანდათანობით მცირდება და ე.წ. ''ჟანგბადის ზედაპირით''(თავისუფალი ჟანგბადის ჩაღწევის სიღრმე) იფარგლება. ''ჟანგბადის ზედაპირის'' სიღრმე არ არის მუდმივი. ის დამოკიდებულია გრუნტის წყლის დონეზე და ვრცელდება ერთეული მეტრიდან რამდენიმე კმ სიღრმემდე. ცვალებადობა მრავალ ფაქტორზეა დამოკიდებული — მათ შორის: გრუნტის წყლის დონის მერყეობაზე, ქანების გამტარუნარიანობაზე, ტექტონიკურ პირობებზე და სხვ. აღდგენით პირობებში წარმოშობილი მინერალის ერთ-ერთ მაგალითად გამოდგება სიდერიტი, რომელიც ჩნდება რკინის ჰიდროჟანგის ორგანული ნივთიერებით აღდგენისას: $Fe_2O_3.nH_2O + C = FeCO_3$.

ჰ ი დ რ ა ტ ა ც ი ა. ჰიდრატაცია არის მინერალის კრისტალურ სტრუქტურაში ან მათი ზედაპირის ცალკეულ ნაწილებში წყლის ქიმიურად (H_2O ან OH სახით) მიერთების პროცესი, რაც ხშირად სრულიად ახალი მინერალის (მინერალური ასოციაციის) წარმოქმნით მთავრდება. ჰიდრატაციის მაგალითებად გამოდგება ანჰიდრიდის გადასვლა თაბაშირში (რეაქცია შექცევადია) $CaSO_4 + 2H_2O = CaSO_4 \cdot 2H_2O$ და რკინის ოქსიდის გადასვლა რკინის ჰიდროჟანგში $Fe_2O_3 + nH_2O = Fe_2O_3.n\ H_2O$. ჰიდრატაციის პროცესს ხშირ შემთხვევაში თან ახლავს ქანის მოცულობის მნიშვნელოვანი ზრდა, რაც იწვევს მასზე განლაგებული ქანების დეფორმაციას და საბადოების გავრცელების რეგიონებში სამთო სამუშაოების წარმართვის მნიშვნელოვნად შეფერხებას.

ხ ს ნ ა დ ო ბ ა. ხსნადობას განაპირობებს: წყალხსნარში წყალბად-იონების კონცენტრაცია (P^H), ჟანგბადის (O_2), ნახშირორჟანგისა (CO_2) და სხვადასხვა არაორგანული და ორგანული მჟავების არსებობა. ხსნადობა ასრულებს ერთ-ერთ წამყვან როლს ქანების ქიმიურ გამოფიტვაში. პროცესის მსვლელობისას ადგილი აქვს ქანებიდან ადვილად

ხსნადი (Ca, Mg, Na, K და სხვ.) და ზოგჯერ ძნელად ხსნადი (Fe, Al, Ti და სხვ.) კომპონენტების გატანას. ხსნადობის მაღალი ხარისხით ხასიათდება ქლორიდები (ნატრიუმისა და კალიუმის მარილები), შემდეგ სულფატები (თაბაშირი), კარბონატები (კალციტი, არაგონიტი) და კარბონატული ქანები (კირქვები, მარმარილოები, მერგელები და სხვ.).

საველე პირობებში მინერალთა ხსნადობის ხარისხის შეფარდებითი მნიშვნელობების შესაფასებლად გამოიყენება წყალი და სხვადასხვა კონცენტრაციის მჟავები. არიან ისეთი მინერალები, რომლებიც HCl იხსნებიან დუღილით და მის გარეშეც. მაგალითად, კარბონატულ მინერალებსა და ქანებზე HCl მოქმედებას თან ახლავს CO_2 დიდი რაოდენობით გამოყოფა, რომელიც მიმდინარეობს შიშინით ($CaCO_3=CaO+CO_2$). ზოგიერთ სულფიდურ მინერალზე HCl რეაგირებისას გამოიყოფა H_2S, რომელიც ძალიან ადვილად გამოიცნობა ლაყე კვერცხის სუნით. სილიკატებზე HCl რეაგირებისას წარმოიშობა უხსნადი—ძირითადად კაჟმიწის ფხვიერი ან გელისებური ნაერთები. გახსნის უნარის მქონე ზედაპირული ან მიწისქვეშა წყლების ზოგიერთ დანალექ ქანებზე (ძირითადად კარბონატული ქანები) მოქმედებით ჩნდება ჩავარდნილი ადგილები — ძაბრების, ორმოებისა და, უფრო ღრმად, მღვიმეების სახით.

გამოფიტვის ქერქი

როგორც უკვე ითქვა, ქანებისა და მინერალების გამოფიტვა არის ურთიერთკავშირში მყოფი ქიმიური, ფიზიკური და ბიოქემოგენური ფაქტორების ერთობლივი მოქმედების შედეგი. გამოფიტვის ქერქის ფორმირების ხელშემწყობი პირობებია: ჰუმიდური (ნესტიანი) და არიდული (მშრალი) კლიმატის შერწყმა, მშვიდი ტექტონიკური რეჟიმი, შედარებით მოსწორებული ან სუსტად ბორცვიანი (პლატო, ზეგანი) რელიეფი, მცენარეული საფარის არსებობა, გამოფიტვის

აგენტების მოქმედების ხანგრძლივობა, ქანებისა და მინერალების გამოფიტვისადმი მიდრეკილების უნარი და სხვ.

გამოფიტვის პროცესი ხშირად მოძრავი და უძრავი გამოფიტვის პროდუქტების დაგროვებით მთავრდება. პირველი მათგანი წყლის, ქარის, ყინულის, ორგანიზმებისა და სხვა გადამტანი აგენტების მიერ გამოფიტვის ადგილიდან გადაიტანებიან სხვადასხვა მანძილზე, ხოლო უძრავი პროდუქტები დედა ქანის გამოფიტვის ზონაში რჩება და კონტინენტური ნალექების ერთ-ერთ მნიშვნელოვან გენეტურ ტიპს—ე ლ უ ვ ი უ რ ნალექებს ქმნის.

დედამიწის ზედაპირზე დაგროვილ სხვადასხვა ელუვიურ წარმონაქმნთა ერთობლიობას, რომელიც საწყისი ქანებისაგან მკვეთრად განსხვავდება მინერალოგიური და ქიმიური შედგენილობით და დამახასიათებელი სპეციფიკური სტრუქტურულ-ტექსტურული ნიშნებით, გ ა მ ო ფ ი ტ ვ ი ს ქ ე რ ქ ს უწოდებენ. გამოფიტვის ქერქის ფორმირების ზოგადი ტენდენცია მდგომარეობს გამოფიტვის არეებიდან ადვილად მოძრავი ელემენტების (Na, K, Ca, Mg, Fe^{2+}) და ადვილად ხსნადი პროდუქტების მთლიანად გატანასა და გამოფიტვის ზონაში ან მასთან სიახლოვეში ნაკლებმოძრავუნარიანი ელემენტების (Al, Fe^{3+}, Ti) და ძნელად ხსნადი პროდუქტების დაგროვებაში.

გამოყოფენ ავტომორფულ და ჰიდრომორფულ გამოფიტვის ქერქებს. ა ვ ტ ო მ ო რ ფ უ ლ ი (ბერძ.''აუტოს'' თვითონ, ''მორფე''—ფორმა), ანუ პირველადი გამოფიტვის ქერქი მთლიანად აგებულია დედა ქანების ხარჯზე წარმოშობილი უძრავი ელუვიური ნალექებით, ხოლო ჰ ი დ რ ო მ ო რ ფ უ ლ ი (ბერძ. ''ჰიდრო''—წყალი), ანუ მეორადი გამოფიტვის ქერქი ჩნდება პირველადი ქერქიდან ჭეშმარიტი და კოლოიდური ხსნარების სახით ქიმიური ელემენტების გამოტანისა და დედამიწის გარკვეულ უბ-

ნებში მათგან მინერალის (მინერალთა ასოციაციის) გამოყოფის გზით.

მორფოლოგიური ნიშნით გამოყოფენ გამოფიტვის ქერქის ფართობულ და ხაზობრივ მორფოგენეტულ ტიპებს.

ფ ა რ თ ო ბ უ ლ ი მორფოგენეტური ტიპის გამოფიტვის ქერქი დიდ ფართობზეა განფენილი ვრცელი საფარის სახით (რამდენიმე ათეულიდან რამდენიმე ასეულ კმ^2). ამ ტიპის გამოფიტვის ქერქი განვითარებულია პლატოებზე, ზეგნებსა და ტექტონიკურად შედარებით მშვიდ რელიეფზე. ხ ა ზ ო ბ რ ი ვ ი გამოფიტვის ქერქი დამახასიათებელია ნაოჭა მხარეებისათვის და ძირითადად დაკავშირებულია ტექტონიკური რღვევის ხაზებთან, მსხვრევის და განსხვავებული შედგენილობისა და წარმოშობის ქანების კონტაქტის ზონებთან და სხვ.

გამოფიტვის ქერქის ფორმირებას ადგილი აქვს სხვადასხვა გეოლოგიურ ეპოქაში. ამ ნიშნით გამოყოფენ ძველ და თანამედროვე გამოფიტვის ქერქებს.

ძ ვ ე ლ ი გამოფიტვის ქერქი ფორმირდება გეოლოგიური დროის სხვადასხვა პერიოდში. ცნობილია: პროტეროზოური, პალეოზოური, მეზოზოური და ადრეკაინოზოური გამოფიტვის ქერქები. პალეოზოური გამოფიტვის ქერქის კლასიკური მაგალითია: კურსკის მაგნიტური ანომალიის რკინის მსოფლიო მნიშვნელობის საბადოები, სადაც ძველი გამოფიტვის ქერქი კამბრიულამდელ მაგნეტიტშემცველ კვარციტებზეა განვითარებული.

ა ხ ა ლ ი, ანუ თანამედროვე გამოფიტვის ქერქი ძველისაგან განსხვავებით შეზღუდული გავრცელებით, მცირე სიმძლავრეებით და დეზინტეგრაციის ზონის არარსებობით ხასიათდება.

გამოფიტვის ქერქის შესწავლას აქვს დიდი პრაქტიკული და მეცნიერული მნიშვნელობა. მათთან არის დაკავშირებული ცეცხლგამძლე თიხების, ალუმინის, მანგანუმის,

რკინის, ნიკელის, ოქროს, პლატინის და სხვა სამრეწველო ტიპის საბადოები. გამოფიტვის ქერქის ქანებს მიეკუთვნება ლატერიტები და ბოქსიტები.

ლ ა ტ ე რ ი ტ ე ბ ი. ამ ქანებს სახელი წითელი ფერის გამო დაერქვა. მოგვაგონებს გამომწვარი წითელი აგურის ფერს (ბერძ. ''ლატერა'' აგურს ნიშნავს). წითელი ფერის გარდა მათთვის დამახასიათებელია ფერთა ნაირგვარობა: შავი, რუხი, მოყვითალო და ჭრელი ფერები. ლატერიტების ფორმირება არის ლატერიტიზაციის პროცესის შედეგი, რომელიც მიმდინარეობს ტროპიკული კლიმატის პირობებში, თიხამიწით მეტ-ნაკლებად მდიდარი მაგმური, მეტამორფული ქანებისა და არკოზული ქვიშაქვების ქიმიური გარდაქმნის გზით. ლატერიტიზაცია იწყება დედა ქანიდან პირველადი ქანმაშენი მინერალების მთლიანი გახსნით, გრძელდება ტუტეების, ტუტემიწა ელემენტების და კაჟმიწის მთლიანი გატანით და გამოფიტვის ქერქში Al^{3+} და Fe^{3+} ჟანგებისა და ჰიდროჟანგების დაგროვებით მთავრდება. ამ უკანასკნელებით გამდიდრებული გამოფიტვის ნარჩენ პროდუქტებს ს ა კ უ თ რ ი ვ ლ ა ტ ე რ ი ტ ე ბ ს უწოდებენ. გარეგნული იერით ლატერიტები წარმოადგენენ რბილ, ფხვიერ, ან მკვრივ—მიწისებრ, ბრექჩიულ, მუხუდოსებრ-მარცვლოვან და ხშირად ოოლითური (პიზოლითური) აგებულების ქანებს. ლატერიტების მინერალოგიური შედგენილობა არაერთგვაროვანია. მათი ძირითადი მინერალებია ალუმინის ჰიდროჟანგები (გიბსიტი, ბემიტი და სხვ). მცირე რაოდენობით თითქმის ყოველთვის მონაწილეობს: კაოლინიტი, კვარცი, ქალცედონი, მუსკოვიტი, გოეთიტი, ცირკონი და სხვ.

ბ ო ქ ს ი ტ ე ბ ი. ქანებს სახელი ადგილი ბო-ს მიხედვით დაერქვა (პროვანსი, სამხრეთ საფრანგეთი). მათ ალუმინის ჰიდროჟანგებით (ბემიტი, დიასპორი, გიბსიტი) გამდიდრებულ გამოფიტვის ქერქის ნარჩენ პროდუქტებს უწოდებენ. წარმოადგენენ რბილ, წვრილმარცვლოვან

(დისპერსიულ), ფხვიერ, ოოლითურ და ზოგჯერ მკვრივი აგებულების ქანებს ფერთა მრავალფეროვნებით: თეთრი, ნაცრისფერი, ყვითელი, ვარდისფერი, ყავისფერი, წითელი, იშვიათად შავი. ბოქსიტებში მცირე რაოდენობით თითქმის ყოველთვის მონაწილეობს რკინის ჟანგები და ჰიდროჟანგები, ოპალი, ქლორიტები, კაოლინიტი და სხვ. ბოქსიტები, ლატერიტების მსგავსად, დიდი პრაქტიკული მნიშვნელობის ქანებია. წარმოადგენენ მეტალური ალუმინის ძირითად მადანს.

დანალექი ქანები

დანალექი ქანები არსებული მაგმური, დანალექი და მეტამორფული ქანების ფიზიკური და ქიმიური გამოფიტვის პროდუქტებისაგან შედგება. წარმოშობის მიხედვით გამოყოფენ: მექანიკურს ანუ კლასტურს, ქიმიურს ანუ ქემოგენურს, ორგანოგენულს ანუ ბიოგენურ დანალექ ქანებს.

მექანიკური დანალექი ქანები წარმოადგენს ქანების მექანიკური გამოფიტვის უხსნად პროდუქტებს, რომლებიც ილექებიან როგორც კონტინენტურ, ისე წყალქვეშა პირობებში სხვადასხვა სიმძლავრის შრეების სახით. მექანიკური დანალექი ქანების აგებულებაში მონაწილეობს არაერთგვაროვანი პეტროგრაფიული შედგენილობის ქანების სხვადასხვა ზომისა და ფორმის ნატეხები. დანალექ ქანებს კლასტური მასალის სიმსხოს მიხედვით ყოფენ: პსეფიტებად (2 მმ მეტი), პსამიტებად (2 მმ-დან 0.1 მმ-დე), ალევრიტებად (0.1 მმ-დან—0.01 მმ-დე) და პელიტებად (0.01 მმ-ზე ნაკლები).

მდინარეული მექანიკური მასალა ქმნის კონტინენტური ნალექების ერთ-ერთ მნიშვნელოვან გენეტურ ტიპს – ა ლ უ ვ ი უ რ ნალექებს. ქანების ნატეხების მექანიკური დიფერენციაციის სინქრონულად ადგილი აქვს დედა ქანის დაშლისას გამოთავისუფლებული მადნეული მინერალების დიფერენციაციას კუთრი წონის მიხედვით. ამ დროს ფორმირდება მდინარეთა ალუვიურ ნალექებთან დაკავშირებული სასარგებლო ნამარხთა საბადოების განსაკუთრებული ტიპი — ქ ვ ი შ რ ო ბ ე ბ ი, რომელთა შემადგენლობაში

მხოლოდ მდგრადი და ბუნებრივ წყლებში უხსნადი მადნეული და არამადნეული მინერალები მონაწილეობს.

წარმოშობის ადგილის მიხედვით ქვიშრობებს ყოფენ: ალუვიურ, ტბიურ და ზღვის სანაპირო ზოლის ქვიშრობებად. ქვიშრობებთან არიან დაკავშირებული ოქროს, პლატინის, ვერცხლის, ალმასის, კორუნდის, შეელიტის, ვოლფრამიტის, შპინელის, მაგნეტიტის, ქრომიტის, რუტილის, ილმენიტის და სხვათა საბადოები. მათთან ხშირად გვხვდება გამოფიტვის მიმართ მდგრადი არამადნეული მინერალებიც: კვარცი, აპატიტი, მონაციტი, დისტენი, სტაუროლიტი, ანდალუზიტი, ტოპაზი, ბერილი, სფენი, ტურმალინი და სხვ.

ქიმიური (ქემოგენური) დანალექი ქანები და მინერალები წარმოიშობა ჭეშმარიტი და კოლოიდური ხსნარებიდან. მათი წარმოშობის პროცესს განაპირობებს: ხსნარის ტემპერატურა, მასში გახსნილი ნივთიერების კონცენტრაცია და კლიმატური პირობები. ნატრიუმის, კალიუმის, კალციუმის და მაგნიუმის ქლორიდები, კარბონატები და სულფატები წარმოიშობა წყლის გაძლიერებული აორთქლებისას მომატებული და მაღალი მარილიანობის მქონე ზღვებში ან ზღვებისაგან განცალკევებულ ან სუსტი კავშირის მქონე წყალმარჩხ აუზებში, ან გაუმდინარე მლაშე შრობად ტბებში, არიდული კლიმატის პირობებში. მარილის დაგროვების პროცესი ცნობილია ჰალოგენეზისის სახელწოდებით. ქიმიურ ნალექებს შორის პრაქტიკულ ინტერესს წარმოადგენს ჰალიტის, სილვინის, მირაბილიტის, კარნალიტის საბადოები, რომლებშიაც ხშირად აღინიშნება თაბაშირის და ანჰიდრიდის შრეების მორიგეობა ტერიგენ-კარბონატულ ნალექებთან. მარილიანი წყების ნალექები რამდენიმე ათეული კმ^2 ფართს მოიცავს და ქმნის სხვადასხვა სიმძლავრის ლინზისებრ სხეულებს, ბუდობებს, ფენებს, გუმბათებს და სხვ.

მარილის საბადოები გვხვდება სხვადასხვა გეოლოგიური პერიოდების ნალექებში. დედამიწის განვითარების ზოგიერთი გეოლოგიური პერიოდი განსაკუთრებით გამოირჩევა მარილიანი აუზების გავრცელების გრანდიოზული ზომებით და მარილდაგროვების ფართო მასშტაბებით. ამ

მხრივ განსაკუთრებულ ყურადღებას იმსახურებს პერმული პერიოდი. ამ დროს დადასტურებულია ჩრდილო-ყინულოვანი ოკეანიდან მოყოლებული კასპიის ზღვამდე გავრცელებული, ერთმანეთისაგან განცალკევებული მარჩხი მარილიანი აუზების არსებობა. ამჟამად მარილდაგროვების პროცესები დედამიწის განვითარების შორეული წარსულის გეოლოგიურ პერიოდებთან შედარებით გაცილებით შეზღუდული მასშტაბებით მიმდინარეობს. ნათქვამის კლასიკურ მაგალითად გამოდგება კასპიის ზღვისაგან იზოლირებული ყარა-ბოღაზ-გოლის წყალმარჩხი ყურე და დედამიწის სხვადასხვა ნაწილებში მდებარე მრავალრიცხოვანი ტბები და ზღვები.

ბიოგენური (ორგანოგენული) ნალექები წარმოიშობა ორგანიზმების პირდაპირი თუ არაპირდაპირი ცხოველმოქმედების შედეგად დედამიწის ზედაპირზე ან წყლიან გარემოში. ორგანოგენული ქანების ნალექდაგროვების პროცესში მონაწილეობს: ბენთოსური, პლანქტონური და ნექტონური ორგანიზმები. ბენთოსი (ბერძ.''ბენთოს'' — სიღრმე). ამ ჯგუფში ერთიანდება ზღვის ფსკერზე ბინადარი მოძრავი და უძრავი (მჯდომარე) ორგანიზმები. პირველ მათგანს მიეკუთვნება ზღვის ზღარბები, ზღვის ვარსკვლავები, ზოგიერთი მოლუსკები, ჭიები და სხვ., ხოლო მეორეს— მარჯნები, ღრუბლები, წყალმცენარეები და სხვ. პლანქტონი (ბერძ.''პლანქტონ''— მოხეტიალე). მათ მიეკუთვნება როგორც ზოოპლანქტონი (ცხოველური ორგანიზმები), ისე ფიტოპლანქტონი (მცენარეული ორგანიზმები). პლანქტონებს წყალში დამოუკიდებლად გადაადგილების უნარი არ გააჩნია —გადაადგილდებიან მხოლოდ ტალღების დახმარებით. პლანქტონების ჯგუფში შედის: ფორამინიფერები, პტეროპოდები, რადიოლარიები, დიატომეები, კოკოლითოფორიდები და სხვ. ნექტონი (ბერძ. ''ნექტონ'' — მცურავი). აქტიურად მოცურავე ორგანიზმებია. მათ მიეკუთვნება ზოგიერთი მოლუსკები, თევზები და სხვ.

ორგანული წარმოშობის ქანებიდან ფართო გავრცელებით სარგებლობს: კარბონატული ქანები (კირქვები,

ცარცი, რომელიც ხშირ შემთხვევაში დიდი რაოდენობით შეიცავს ცხოველთა სკელეტის ნიჟარებსა და ნაჭუჭებს; ასეთი ორგანული მასალით აგებულ კარბონატულ ქანებს ლუმაშელს უწოდებენ). დიატომიტი (აგებულია წყალმცენარეების— დიატომეების ნაჭუჭებისაგან), ტრეპელი (ძირითადად აგებულია ოპალის უწვრილესი მარცვლებისა და მცირე რაოდენობით დიატომეების ნაჭუჭებისაგან), ოპოკა (წარმოიშობა დიატომიტის ან ტრეპელის გადაკრისტალებისა და ცემენტაციის გზით), რადიოლარიტი (შედგება ოპალის, ქალცედონის და რადიოლარიების სკელეტური ნარჩენებისაგან), ფოსფორიტები (კალციუმის ფოსფატით გამდიდრებული ქანია, დაფიქსირებულია ხერხემლიანთა ძვლებში, თევზის ქერცლებში, ბრაქიოპოდების და მოლუსკების ნიჟარებში) და სხვ.

თავისებურ ბიოგენური წარმოშობის ქანებს მიეკუთვნება: მარჯნის რიფები, მუმიები და გუანო. ამ უკანასკნელში თევზიჭამია ფრინველ გუანოსთან (ექსკრემენტები) ერთად მონაწილეობს ნიტრატებისა და ფოსფატების ჯგუფის მინერალები. პრაქტიკულ მნიშვნელობას იძენს ზღვიურ და ტბიურ გარემოში დალექილი ორგანული დანალექი ქანები. მათთან არის დაკავშირებული სხვადასხვა სახის სამრეწველო მნიშვნელობის საბადოები, რომელთაგან განსაკუთრებულ აღნიშვნას იმსახურებს რკინისა და მანგანუმის. დადგენილია, რომ დანალექი წარმოშობის რკინის საბადოებზე მოდის რკინის მადნების მსოფლიო მოპოვების დაახლოებით 30%, ხოლო მანგანუმის საბადოებზე — 80%-ზე მეტი.

ზოგიერთი დანალექი ქანის მინერალური ასოციაცია

როგორც უკვე აღვნიშნეთ, გამოფიტული მასალის ნაწილი ადგილზევე რჩება, ნაწილიც — გადამტანი აგენტების მოქმედებით გამოფიტვის ადგილიდან შორს გადაიტანება. შემდეგ იწყება მასალის დაგროვება—სედიმენტაციის პროცესი, რომელიც შეიძლება განხორციელდეს როგორც კონტინენტზე, ისე წყლიან აუზებში. გადამტანი აგენტებიდან განსაკუთრებული როლი მდინარეებს ეკუთვნის. ისინი

მასალის გადატანას ახდენენ როგორც მყარ, ისე გახსნილ მდგომარეობაში. მასალის გადატანისა და ნალექდაგროვების პროცესი მიმდინარეობს მექანიკური და გახსნილი ნივთიერების დალექვითი დიფერენციაციით (დაყოფა). განასხვავებენ მექანიკურ და ქიმიურ დიფერენციაციას.

მექანიკური დიფერენციაციის დროს ახალი მინერალებისა და მინერალური ასოციაციების წარმოქმნა არ ხდება. ადგილი აქვს მხოლოდ კლასტური მასალის განაწილებას კუთრი წონის, ზომისა და ფორმის მიხედვით. აღნიშნული ფაქტორებიდან მასალის მექანიკურ დახარისხებაში გადამწყვეტი მნიშვნელობა კუთრ წონას ეკუთვნის. ამგვარი დიფერენციაციის შედეგად მსხვილი და დიდი ხვედრითი წონის ლოდები მდინარის სათავეებში — დედაქანებთან ახლოს გროვდება; უფრო წვრილი—დედაქანიდან მოშორებით —მდინარის შუა და ქვემო ნაწილებში და სედიმენტაციის აუზებში.

ქიმიური დიფერენციაცია. ნივთიერების დალექვითი დიფერენციაციის მსვლელობისას ადგილი აქვს ჭეშმარიტი და კოლოიდური ხსნარებიდან კომპონენტების გამოყოფას და ახალი მინერალებისა და მინერალური ასოციაციების წარმოქმნას. ქიმიური დიფერენციაციის განმსაზღვრელ ფაქტორებად ასახელებენ: ნივთიერების ხსნადობის ხარისხს, ხსნარის ფიზიკურ-ქიმიურ თვისებებს, ტემპერატურას (T), წნევას (P), კონცენტრაციას (C), ჟანგვა-აღდგენით პოტენციალს (E_H), წყალბად-იონთა კონცენტრაციას (P^H), მინერალწარმომშობი გარემოს ტუტიანობას და სხვ.

ქიმიური დიფერენციაციის დროს ხსნარიდან ნივთიერების გამოყოფას ძირითადად განსაზღვრავს ხსნადობის ხარისხი. დადგენილია, რომ დიფერენციაციის მსვლელობისას პირველად გამოიყოფა რკინის, ალუმინის, მანგანუმის და SiO_2 ძნელად ხსნადი ნაერთები, რომლებიც სანაპირო ზოლში ილექება; შემდეგ გამოიყოფა შედარებით ადვილად ხსნადები—ფოსფატები, რკინიანი სილიკატები და კარბონატები. დიფერენციაციის ბოლო წევრებია ადვილად ხსნადი ნაერთები: სულფატები და ჰალოგენიდები.

ნაწილი III
მინერალთა სისტემატიკა და აღწერა

7
კლასიფიკაციის საფუძვლები

მინერალების კლასიფიკაციის მცდელობას პირველად ვხვდებით ბერძენი ფილოსოფოსის, თეოფრასტეს ტრაქტატში ''ქვების შესახებ'' მასში ავტორი იძლევა 16 მინერალის აღწერას და ჰყოფს მათ ქვებად, მეტალებად და მადნებად. თეოფრასტისეული მინერალთა საკლასიფიკაციო სქემა მოდიფიცირებული სახით წარმოადგინა ავიცენამ: ქვები, გოგირდოვანი ნაერთები, მეტალები, მარილები. შემდგომ შემოთავაზებულ მინერალთა საკლასიფიკაციო სქემებს საფუძვლად დაედო მინერალთა ფიზიკური თვისებები, კრისტალოგრაფიული ფორმები და ქიმიური შედგენილობა. მინერალთა კლასიფიკაციისას, ქიმიური შედგენილობა, როგორც კლასიფიკაციის ძირითადი საფუძველი, პირველად შეედმა ქიმიკოსმა კრონშტედმა გამოიყენა. შემდგომ ქიმიურმა შედგენილობამ ფართო ასახვა პოვა პ.ბერცელიუსის მიერ შემოთავაზებულ მინერალთა საკლასიფიკაციო სქემაში. ქიმიურ პრინციპზე დაყრდნობით შედგენილი მინერალთა საკლასიფიკაციო სქემა მოცემულია ასევე პიერო-დე- ლონას შრომებში. შრომაში —''მინერალოგიის სისტემა'' ავტორი გამოყოფს 5 კლასს: თვითნაბადი ნივთიერება, გოგირდოვანი და დარიშხანიანი ნაერთები, ჰალოი-

დური ნაერთები, ჟანგბადოვანი ნაერთები და ორგანული ნივთიერება.

მინერალთა კლასიფიკაციაში, მართალია, ქიმიურ შედგენილობას უდიდესი მნიშვნელობა აქვს, მაგრამ ის არ აღმოჩნდა საკმარისი მინერალთა ცალსახა განსაზღვრისა და სრულყოფილი სისტემური კლასიფიკაციისათვის. საქმე ისაა, რომ ქიმიური შედგენილობის საფუძველზე შედგენილი სქემები ვერ გამოხატავენ მინერალების ბუნებრივ ურთიერთკავშირებს, მათი წარმოშობის პირობებს და სხვ.

ამჟამად შემოთავაზებულ მინერალთა თანამედროვე კლასიფიკაციურ სქემებს საფუძვლად უდევს ორი ძირითადი ნიშანი: ქიმიური შედგენილობა და კრისტალური სტრუქტურა. ისინი, ორივე ერთად განსაზღვრავს მინერალის, როგორც ასეთის, არსებობას, მათ ფიზიკურ და ქიმიურ თვისებებს. მინერალთა კლასიფიკაციურ სქემაში გათვალისწინებული უნდა იყოს გენეტური პრინციპებიც, თუმცა მხოლოდ მათზე დაყრდნობა და მთლიანად გათვალისწინება არ არის მართებული, რადგან გენეტური მიდგომა უფრო მეტად გვეხმარება მინერალთა წარმოშობის გეოლოგიური პროცესების დადგენაში, ვიდრე მათ კლასიფიკაციაში.

სადღეისოდ არსებულ მინერალთა საკლასიფიკაციო სქემებს შორის ყველაზე უნივერსალურია ისეთი, რომელსაც საფუძვლად კრისტალოქიმიური პრინციპი უძევს. ეს პრინციპი პირველად ბ. ბრეგერისა და ვ. გოლდშმიდტის მიერ იქნა გამოყენებული სილიკატების კლასიფიკაციისათვის. კრისტალოქიმიური კლასიფიკაციის უპირატესობა მდგომარეობს იმაში, რომ ის ადგენს ფუნქციურ დამოკიდებულებას მინერალის ქიმიურ შედგენილობას, კრისტალურ სტრუქტურასა და ფიზიკურ თვისებებს შორის; იმავდროულად იძლევა შესაძლებლობას და ქმნის პერსპექტივებს მინერალთა წარმოშობის გეოლოგიური პროცესების ასახსნელადაც. კრისტალოქიმიურ პრინციპზე

დაფუძნებული მინერალთა კლასიფიკაციის სქემის მიხედვით მინერალთა სამყარო დაყოფილია კლასებად:

I. ხალასი (თვითნაბადი) ელემენტები
II. სულფიდები
III. ჟანგეულები და ჰიდროჟანგეულები
IV. ჰალოგენიდები
V. კარბონატები
VI. სულფატები
VII. ვოლფრამატები და მოლიბდატები
VIII. ფოსფატები, არსენატები და ვანადატები
IX. სილიკატები.

კლასიფიკაციის მომდევნო ეტაპზე თითოეული კლასი ქიმიური და სტრუქტურული თავისებურებების მიხედვით შეიძლება დაიყოს ცალკეულ ქვეკლასებად. მაგალითად, თვითნაბადი ელემენტების კლასში გამოყოფენ: მეტალების, ნახევრად მეტალებისა და არამეტალების ქვეკლასებს; სილიკატებში, SiO_4 — ტეტრაედრების შეერთების წესის (პოლიმერიზაციის) მიხედვით, გამოყოფენ 6 ქვეკლასს; ქვეკლასები იყოფა ჯგუფებად; ჯგუფებში, როგორც წესი, გაერთიანებულია ქიმიური და სტრუქტურული თვისებებით ერთმანეთთან ახლოს მდგომი მინერალები (ამფიბოლების ჯგუფი, მინდვრის შპატების ჯგუფი და სხვ.). ჯგუფები იყოფა რიგებად ან სახეობად — იმის მიხედვით, გააჩნია თუ არა ჯგუფში გაერთიანებულ მინერალს მუდმივი ან ცვალებადი ქიმიური შედგენილობა. მაგალითად გამოდგება პიროქსენების ჯგუფი. მასში გაერთიანებულია მონოკლინური ან რომბული პიროქსენის რიგი, რომელიც თავის მხრივ იყოფა ცალკეულ მინერალურ სახეობად (ავგიტი, დიოპსიდი, ენსტატიტი, ჰიპერსტენი და სხვ.).

ზოგიერთი მინერალური სახეობა შეიძლება დაიყოს ქვესახეობად და ნაირსახეობად. ქვესახეობის გამოყოფის საფუძველია მოცემული მინერალური სახეობი-

სათვის ქიმიურ შედგენილობათა განსხვავება მისი ცვალებადობის გარკვეულ ინტერვალში (მაგალითად, ანდეზინი განიხილება როგორც პლაგიოკლაზის ქვესახეობა). ნაირსახეობის გამოყოფის საფუძველია მინერალის ფიზიკური თვისებების თავისებურებანი (მაგალითად, ამეთვისტო არის კვარცის იისფერი ნაირსახეობა, ზურმუხტი — ბერილის მწვანე ნაირსახეობა და ა. შ.) და ჩვეულებრივი, ნორმალური ქიმიური შედგენილობიდან მნიშვნელოვანი გადახრა — მასში რომელიმე სხვა ელემენტის მონაწილეობის გამო. (მაგალითად, ქრომოდიოპსიდი — დიოპსიდის ნაირსახეობაა, ფუქსიტი — მუსკოვიტის ქრომის შემცველი ნაირსახეობა და ა. შ.).

8

I კლასი. ხალასი ელემენტები

ხალასმა ელემენტებმა უხსოვარი დროიდან მიიქცია ადამიანის ყურადღება, როგორც დიდი პრაქტიკული ღირებულებისა და, ხშირ შემთხვევაში, სამრეწველო მნიშვნელობის საბადოების დაგროვების მინერალებმა. სადღეისოდ ბუნებაში ხალას მდგომარეობაში ელემენტთა პერიოდული სისტემის დაახლოებით 40—45 ქიმიური ელემენტია ცნობილი. ვ. ვერნაცკის გამოთვლით მათი წილი (თავისუფალი ატმოსფერული გაზების ჩათვლით) მიწის ქერქის მთელი მასის დაახლოებით 0.1% შეადგენს.

ხალასი ელემენტების კლასის მინერალების დანაწილების სქემა ასეთია:

მეტალები

ოქროს ჯგუფი

ოქრო Au

ვერცხლი Ag

სპილენძი Cu

ტყვია Pb

პლატინის ჯგუფი

პლატინა Pt

რკინის ჯგუფი

ფერიტი (α Fe)

კამასიტი (Fe, Ni)

ტენიტი (Fe, Ni)

ნახევრად მეტალები

დარიშხანის ჯგუფი

დარიშხანი As

ბისმუტი Bi

არამეტალები

გოგირდის ჯგუფი

გოგირდი S

ნახშირბადის ჯგუფი

გრაფიტი C

ალმასი C

მეტალების ჯგუფის მინერალებიდან — Au, Pt, პლატინის ჯგუფის მინერალები და შედარებით მდგრადი Ag მიეკუთვნება კეთილშობილ მინერალებს (კეთილშობილს უწოდებენ ბუნებრივ პირობებში ქიმიურად ინერტულ ელემენტებს). ისეთი მეტალები, როგორიცაა ტყვია (Pb), კალა (Sn), ვერცხლისწყალი (Hg) მინერალოგიურ იშვიათობას წარმოადგენს.

ხალასი ელემენტები იშვიათად არის აბსოლუტურად სუფთა. ხშირად მონათესავე ელემენტებთან ქმნის იზომორფულ ნაერთებს, ჩანართებს და ბუნებრივ შენადნობებს. ზოგჯერ იზომორფული ჩანაცვლების პროცესი შუალედური შედგენილობის მინერალური ნაირსახეობების წარმოქმნითაც კი მთავრდება.

ხალასი ელემენტები ჩნდება მინერალთა წარმოშობის სხვადასხვა გეოლოგიური პროცესების შედეგად. მაგალითად, რკინისა და პლატინის ჯგუფის მინერალები ძირითადად დაკავშირებულია მინერალთა წარმოშობის ენდოგენურ პროცესებთან და თითქმის ყოველთვის ასოცირდება ულტრაფუძე და ფუძე ქანებთან ჩანაწინწკლებისა და სეგრეგაციების სახით. ნიკელის შემცველ რკინას (კამასიტი და ტენიტი) ჩვეულებრივ აქვს მეტეორიტული წარმოშობა. ოქრო არის ტიპური ჰიდროთერმული წარმოშობის მინერალი და ყოველთვის გვხვდება კაჟმიწით გამდიდრებულ ქანებსა (გრანიტები და სხვ) და ჰიდროთერმულ ძარღვებში. ხალასი ელემენტების უმეტესობა, ქიმიური რეაქციების მიმართ ინერტულობისა და მდგრადობის გამო, დიდი რაოდენობით გროვდება ქვიშრობებში. მინერალთა წარმომშობ მეტამორფულ პროცესებთან არის დაკავშირებული გრაფიტის წარმოშობა, ხოლო ვულკანურ (ექსჰალაციური) პროცესებთან — გოგირდის. ეს უკანასკნელი შეიძლება გაჩნდეს ასევე ჰიპერგენულ პირობებშიც — თაბაშირისა და გოგირდოვანი სულფიდების დაშლისა და გარდაქმნის ხარჯზე სულფატმარედუცირებელი ანაერობული ბაქტერიების ცხოველმოქმედებით.

ოქროს ჯგუფი

ოქროს ჯგუფში ერთიანდება ფართოდ ცნობილი და პრაქტიკულად ღირებული ელემენტები: ოქრო, ვერცხლი, სპილენძი, ტყვია. ოქროს ჯგუფის მინერალების თვისებათა სიახლოვე განპირობებულია კრისტალური სტრუქტურის მსგავსებით. ყველა ისინი მიეკუთვნება სპილენძის სტრუქტურულ ტიპს. სტრუქტურის საფუძველს წარმოადგენს წახნაგცენტრირებული უმჭიდროესი კუბური წყობის მოტივი. ატომები განლაგებულია წახნაგცენტრირებული კუბური მესრის კვანძებში და აქვს კოორდინაციული რიცხვი 12 (სურ. 8).

ხალასი ელემენტები კრისტალების სახით თითქმის არ გვხვდება. ძირითადად წარმოდგენილია დენდრიტისებრი კრისტალური შენაზარდების, სტალაქტიტისებრი და ფირფიტისებრი ფორმის კრისტალების სახით.

ოქროს ჯგუფის თითქმის ყველა მინერალი რბილია, წევადია, ჭედადია, სითბოსა და ელექტრობის საუკეთესო გამტარია; გააჩნია მაღალი კუთრი წონა, დაბალი და ზომიერი სიმაგრე, ძლიერი მეტალური ელვარება და ლღობის შედარებით დაბალი ტემპერატურა.

ᲝᲥᲠᲝ, Au, Gold

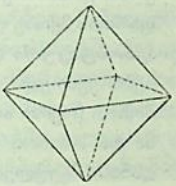
სახელწოდება. ოქროს სახელი მოდის ფუძიდან ''სოდ'', რომელიც შედის სიტყვა ''მზის'' შემადგენლობაში. ალქიმიკოსები ოქროს იღებდნენ, როგორც მზეს. ოქროს სხვაგვარად მეტალების მეფესაც უწოდებენ.

ქიმიური შედგენილობა და მინარევები. Au=98-99%; აბსოლუტურად სუფთა ოქრო ბუნებაში არასოდეს არ გვხვდება. მინარევების სახით თითქმის ყოველთვის შეიცავს Ag, Cu, Fe, Pb, იშვიათად Bi, Pd, Hg და სხვ.

ნაირსახეობები: ელექტრუმი — ვერცხლის შემცველი ოქრო (Ag=20%), პორპეციტი — პალადიუმიანი ოქრო (Pd=5-10%), კუპროაურიდი — სპილენძიანი ოქრო (Cu=20%) და სხვ.

სინგონია, სიმეტრიის კლასი, სივრცობრივი ჯგუფი. კუბური, ჰექსაოქტაედრის კლასი, $3L^44L_6^36L^29PC$; $4/m\,\bar{3}2/m$.

კრისტალოგრაფია. კრისტალების სახით იშვიათად გვხვდება; ცნობილია ოქროს ოქტაედრული (111), რომბოდოდეკაედრული (110) და კუბური (100) იერის კრისტალები. (სურ. 30). ოქროსათვის დამახასიათებელია: ნემსისებრი, ძაფისებრი, ფირფიტისებრი, დატოტვილი და ნადენი ფორმები. გვხვდება კვარცში და ზოგიერთ სულფიდურ მინერალებში ჩანაწინწკლებისა და წვრილი ქერცლების სახით. ახასიათებს მრჩობლები (111) მიმართ.



სურ.30. ოქროს კრისტალი

ფიზიკური თვისებები:

ფერი სუფთა (ბაჯაღლო) ოქროს ფერი ოქროსებრ ყვითელია, მინარევების გამო იძენს ბაც მოთეთრო (Ag მინარევებით) და ნარინჯისებრ წითელ (Cu მინარევების გამო) ფერებს.

ხაზის ფერი ოქროსებრ ყვითელი, ბაცი ყვითელი.

ელვარება ძლიერ მეტალური.

ტკეჩვადობა არ აქვს.

სიმაგრე 2,5 (სიმაგრე იზრდება Ag მინარევების გამო).

ხვედრითი წონა დამოკიდებულია სისუფთავის ხარისხზე. სუფთა (ბაჯაღლო) ოქროს ხვედრითი წონა—19,3, ვერცხლისა და სპილენძის მინარევების შემთხვევაში 15-მდე მცირდება.

მონატეხი ხიწვისებრი, მარცვლოვანი.

ოქროს დაჟანგვის პროდუქტები არ ახასიათებს. ადვილად იღუნება, იჭედება და იწელება მექანიკური ძალების ზემოქმედებით. ადვილად იჭრება დანით, სხივებს ატარებს თხელ ფირფიტებში (ატარებს მხოლოდ ლურჯ და მწვანე ფერებს). ლღობის ტემპერატურა — 1062^0 C. არის ელექტრობისა და სითბოს საუკეთესო გამტარი. ერთი გრამი ოქროდან შეიძლება მიღებულ იქნეს 27 $მ^2$ ფართის მქონე ფირფიტა ან 3 $სმ$ სიგრძის მავთული.

დიაგნოსტიკური ნიშნები: ადვილად გამოიცნობა ოქროსებრ-ყვითელი ფერით, ჟანგვის პროცესების არარსებობით (ოქრო არ იჟანგება), ჭედადობით, ელექტრობისა და სითბოს კარგი გამტარობით, ადვილად იჭრება დანით, ჩვეულებრივ მჟავებში არ იხსნება. იხსნება მხოლოდ სამეფო წყალში ($3HCl \cdot HNO_3$). ოქრო, წმინდადისპერსული მასების სახით არსებობის შემთხვევაში, ხშირად ერევათ ყვითელი ფერის სულფიდებში — პირიტში (FeS_2), ქალკოპირიტში ($CuFeS_2$) და გამოფიტული ქარსის ყვითელ ფურცლებში. მათგან ადვილად გამოიცნობა მაღალი ხვედრითი წონით, ჭედადობით, დაბალი სიმაგრით, შეცვლის პროდუქტებისა და ჟღალი ფერების არარსებობით. ჩვეულებრივ მჟავებში უხსნადობით.

წარმოშობა. ოქრო ბუნებაში უმნიშვნელო რაოდენობით არის გავრცელებული. მიწის ქერქში და ზღვის წყალში ის გვხვდება არსებითად თვითნაბად მდგომარეობაში, თუმცა ზოგიერთ საბადოში ოქრო იძლევა ნაერთებს ტელურთან, იშვიათად ბისმუტთან, სელენიტთან და დარიშხანთან.

წარმოშობის მიხედვით არჩევენ ოქროს ძირითად და ქვიშრობულ საბადოებს. ძირითად საბადოებში ოქროს მთავარი მასა ჰიდროთერმული წარმოშობისაა. ოქრო გენეტურად დაკავშირებულია გრანიტული შედგენილობის მაგმურ ქანებთან. მნიშვნელოვან დანაგროვებს

იძლევა ძირითადად საშუალოტემპერატურულ (იშვიათად დაბალტემპერატურულ) ჰიდროთერმული წარმოშობის ოქროს შემცველ კვარცის ძარღვებში — პიროტინთან, პირიტთან, სფალერიტთან, ქალკოპირიტთან ასოციაციაში. ხშირად გვხვდება სპილენძ-პოლიმეტალურ საბადოებში.

მაღალტემპერატურულ ჰიდროთერმულ საბადოებში ოქრო ჩანართების სახით არის არსენოპირიტში, პირიტში, პიროტინში და სხვ. საშუალოტემპერატურულ ჰიდროთერმულ ძარღვებში ჩანართების სახით გაფანტულია სულფიდურ მინერალებში: პირიტში, ქალკოპირიტში, გალენიტში და სხვ., თუმცა ამ ტემპერატურაზე წარმოშობილი ოქრო ძირითადად თვითნაბად მდგომარეობაში იმყოფება. დაბალტემპერატურულ ჰიდროთერმულ საბადოებში ოქრო ძალიან გაღარიბებულია ვერცხლით.

ოქროს შემცველი ქანებისა და ძარღვების გამოფიტვის შემდეგ გამოთავისუფლებული ოქრო შეიძლება დარჩეს ნიადაგურ საფარში, როგორც ელუვიონი ან შეიძლება გადამტანი აგენტებით (ძირითადად მდინარეები) გატანილ იქნეს გამოფიტვის არეებიდან შორს. ოქრო ფიზიკური და ქიმიური გამოფიტვის აგენტების მიმართ დიდი მდგრადობის, მაღალი ხვედრითი წონის და მჟავების მიმართ ინერტულობის გამო დიდი რაოდენობით გროვდება ქვიშრობებში, სადაც მასთან ერთად მონაწილეობს ასევე გამოფიტვის აგენტების მიმართ მდგრადი მეტალები და არამეტალები. ქვიშრობებში ოქრო ქმნის უსწორმასწორო ფორმის მარცვლებს — რამდენიმე გრამიდან რამდენიმე კგ-მდე (ზოდები).

საბადოები. საქართველოში ოქროს მოპოვება ხდება ქვიშრობებიდან მდინარეების: ენგურის (ზემო სვანეთი), ცხენისწყლის (ქვემო სვანეთი) ფინაზაურის (ქვემო ქართლი, მდ. მაშავერას მარჯვენა შენაკადი) ხეობებში. ოქ-

როს მოიპოვებენ კაზრეთის (ბოლნისის რ-ნი) სპილენძ-პოლიმეტალურ საბადოზე. ძირითადი ქანებიდან ოქროს მოიპოვებენ ბოლნისის რაიონში (წითელი სოფელი და სხვ.) და აჭარაში.

საზღვარგარეთის ქვეყნებიდან ოქროს მსოფლიო მნიშვნელობის საბადოებია: ცენტრალურ და სამხრეთ ურალზე (ბერეზოვსკისა და კოჩკარის საბადოები), ყაზახეთში (სტეპნიაკი, მაიკაინი და სხვ.), აღმოსავლეთ ციმბირში (დარასუნისა და ბალოვისკის საბადოები); ბერეზოვსკის საბადოზე ოქრო დადგენილია კვარცის ჰიდროთერმულ ძარღვებში—პირიტთან და ქალკოპირიტთან ასოციაციაში. ანალოგიურ კვარცის ძარღვებთანაა დაკავშირებული ოქრო კოჩკარის საბადოზე — მხოლოდ იმ განსხვავებით, რომ აქ მისი თანამდევია არსენოპირიტი. მდ. მიასის ერთ-ერთ შენაკადში (ურალი) ნანახი იქნა 36,04კგ. წონის ოქროს ზოდი. ოქროს მსოფლიო მნიშვნელობის საბადოებია სამხრეთ აფრიკის ქვიშრობებში. აქ ოქროს მოპოვება ხდება ვიტ-ვატერსრანდის (ტრანსვაალი) კამბრიულამდელ ოქროს შემცველ კონგლომერატებიდან. ეს საბადო ოქროს მსოფლიო მოპოვების 40-50% იძლევა. მაგალითად, 1980 — 1981 წლებში აქ მოპოვებულ იქნა 672,8 და 655,7 (შესაბამისად) ტონა ძვირფასი მეტალი. ოქროს ცნობილი საბადოებია ავსტრალიაში, სადაც 1872 წელს ნაპოვნი იქნა მსოფლიოში ყველაზე დიდი თვითნაბადი ოქროს ზოდი (წონა 275კგ, სიგრძე 144სმ). ოქროს ცნობილი საბადოებია ინდოეთში (ქოლგარი და სხვა). აშშ ოქროს მომპოვებელ შტატებად ითვლება: სამხრეთი დაკოტა, ნევადა, მონტანა, არიზონა და სხვ. მათგან ოქროს მოპოვების 60% სამხრეთ დაკოტასა და ნევადის მაღაროებზე მოდის. რაც შეეხება ალიასკისა და კალიფორნიის საბადოებს, დღეისათვის ისინი თითქმის მთლიანად გამომუ-

შავებულია. გიგანტური წონის (153კგ) ოქროს ზოდი ნანახი იქნა ჩილეს ქვიშრობებშიც.

ოქროს ძირითად საბადოებს სამრეწველო მნიშვნელობა ექნება მაშინ, თუ ქანის 1 ტონა 4—5გ. ოქროს შეიცავს, ხოლო ქვიშრობებს მაშინ, თუ ქანის ერთი ტონა — 0,1 გრამს. ოქროს დიდი რაოდენობა დადგენილია მდინარეებსა და ზღვის წყლებშიც, სადაც ოქროს მარაგი დ. მენდელეევის გამოთვლით 10 000 000 000 ტონას აღწევს. ოქროს რამოდენიმე მარცვალი აღმოჩენილი იქნა ატლანტას ხონდრიტების შესწავლისას რკინიან მეტეორიტებში.

გამოყენება. ოქრო არის სავალუტო უზრუნველყოფის მთავარი მეტალი. მას ხმარობენ საიუველირო ნაკეთობების, ზოგიერთი ზუსტი ხელსაწყოებისა და რეაქტივების დასამზადებლად, სტომატოლოგიაში (კბილის მკურნალობის საქმეში), მოოქროებისათვის და სხვ. სადღეისოდ ოქროს მსოფლიო მოპოვება შეადგენს 1000 ტონას წელიწადში.

ვერცხლი, Ag. Silber

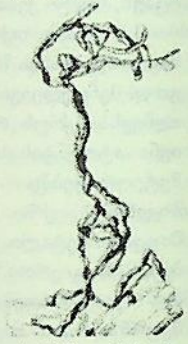
სახელწოდება. ვერცხლს ალქიმიკოსები მთვარეს უწოდებენ (სკანდინავიურად ''სერპ'' მთვარეს ნიშნავს).

ქიმიური შედგენილობა. Ag=98-99%; ოქროს მსგავსად ვერცხლი სუფთა სახით იშვიათია. მასში მინარევების სახით თითქმის ყოველთვის მონაწილეობს: Au, Cu, Hg, Bi, As და სხვ.

ნაირსახეობები: კიუსტელიტი — ოქროს შემცველი (Au=1-2%), ამალგამა — ვერცხლისწყლის შემცველი, ჩილეიტი — სპილენძის, დარიშხანის (1%), და ბისმუტის (Bi=5%) შემცველი ვერცხლი.

სინგონია, სიმეტრიის კლასი, სივრცობრივი ჯგუფი. კუბური. ჰექსაოქტაედრის კლასი, $3L^44L_6^36L^29PC;4/m\ \bar{3}2m$.

კრისტალოგრაფია. კუბური და ოქტაედრული იერის კრისტალების სახით იშვიათია. ჩვეულებრივ გვხვდება თხელი ფირფიტების, დენდრიტების, ქერცლების, თმისებრი, მავთულისებრი (სურ. 31) და ფურცლისებრი აგრეგატებისა და უსწორმასწორო ფორმის მარცვლების სახით. ახასიათებს მრჩობლები (111) მიმართ.



სურ. 31. ვერცხლის მავთულისებრი კრისტალი

ფიზიკური თვისებები:

ფერი საღ მონატეხზე ვერცხლისებრ თეთრი. ზედაპირი ხშირად იფარება შავი ან ყავისფერი თხელი ფენით და წანაცხებებით.

ხაზის ფერი ვერცხლისებრ თეთრი.

ელვარება საღ მონატეხზე ძლიერ მეტალური.

ტკეჩვადობა არა აქვს.

სიმაგრე 2.5—3 (იშვიათად).

ხვედრითი წონა 9.6—12 (ხვედრითი წონა ცვალებადობს ოქროსა და სპილენძის მინარევების გამო).

მონატეხი მოკაუჭებული, ხიწვისებრი.

ვერცხლი ადვილად იჭრება დანით, არის წევადი და ღუნვადი, ელექტრობისა და სითბოს ყველაზე კარგი გამტარი. ჩვეულებრივ ტემპერატურაზე ოქროსა და სხვა ელემენტების მინარევების გამო ელექტროგამტარობის უნარი მნიშვნელოვნად მცირდება.

დიაგნოსტიკური ნიშნები. ადვილად გამოიცნობა ვერცხლისებრ-თეთრი ფერით, მოკაუჭებული მონატეხით,

მაღალი ხვედრითი წონით, ჭედადობით, წევადობით, ელექტრო და სითბოს კარგი გამტარობით. წყლის ოქსიდების ან ნატრიუმის სულფიდის ხსნარის მოქმედებით ზედაპირზე ჩნდება ვერცხლის სულფიდის — აკანტიტის (Ag_2S) თხელი შავი ან ყავისფერი ფენა; ადვილად იჭრება დანით, იხსნება HNO_3-ში; მიღებულ ხსნარზე HCl დამატებით წარმოიქმნება $AgCl_3$ — ხაჭოსებური თეთრი ფერის ნალექი. ხშირად გვხვდება Ni და Co არსერინიდებთან, კალციტთან, ბარიტთან და თვითნაბად ბისმუტთან ასოციაციაში. ლღვება 960^0 C.

წარმოშობა. თვითნაბადი ვერცხლი საშუალო და იზოთერმული ტემპერატურის ჰიდროთერმული წარმოშობის მინერალია — ცეოლითებთან, ბარიტთან, კვარცთან, ფლუორიტთან და სხვ. ასოციაციაში. გვხვდება მადნეული სულფიდური პოლიმეტალური საბადოების ჟანგვისა და ცემენტაციის ზონაში, როგორც ვერცხლის შემცველი მადნების შეცვლის პროდუქტები. დანალექი წარმოშობის თვითნაბადი ვერცხლი წვრილი ჩანაწინწკლების სახით ნანახია მანსფელდისა და ეისლებენის (გერმანია) სპილენძიან ფიქლებში.

საბადოები. საქართველოში ვერცხლის საბადოები არ არის, თუ მხედველობაში არ მივიღებთ მის იმ მცირე რაოდენობას, რომელიც მოიპოვება კაზრეთის სპილენძ-პოლიმეტალურ მადნიან ველში (ბოლნისის რ-ნი), როგორც სპილენძის თანმდევი მინერალი. ვერცხლის პირველად საბადოებში გამოყოფენ რამდენიმე ტიპს: 1.კონსბერგისა და ნორვეგიის ტიპი. ამ ტიპის საბადოებში ვერცხლი ასოცირდება სულფიდებთან, ბარიტთან, კალციტთან, ფლუორიტთან და სხვა. 2. საქსონიისა და ონტარიოს ტიპი. აქ ვერცხლის თანამგზავრი მინერალებია: კობალტი და ნიკელის სულფიდები, თვითნაბადი ბისმუტი და სხვ. 3. კანადის ტიპის

(დიდი დათვის ტბის ტერიტორია) და იახიმოვის (ჩეხეთი) ტიპის საბადოებში ვერცხლის თანამგზავრია კობალტისა და ნიკელის მინერალები.

ვერცხლის მსოფლიო მნიშვნელობის საბადოები ცნობილია მექსიკაში, სადაც პაჩუკასა და რეალ-დელ-მონტეს საბადოზე 1526 წელს მოპოვებულ იქნა 40 000ტონამდე ვერცხლი, ხოლო ჩანიანკილიუს საბადოს მადნებიდან (ჩილე) 1860 წლიდან—1885 წლამდე მოპოვებულ იქნა 2500 ტონა მეტალი. ონტარიოს შტატში (აშშ) ნაპოვნი იქნა 800კგ-მდე წონის ვერცხლის ლოდი; საქსონიაში შნეებერგის საბადოზე—40- ტონიანი, ხოლო ფრაიბერგის საბადოზე — 5-ტონიანი ვერცხლის ზოდები.

გამოყენება. ვერცხლი ფართოდ გამოიყენება ელექტროტექნიკაში, სხვადასხვა შენადნობების მისაღებად, ფოტოსაქმეში, საიუველირო საქმეში, სხვადასხვა ნაკეთობებისა და ჭედური ბარელიეფების დასამზადებლად. შედის სავალუტო ფონდში.

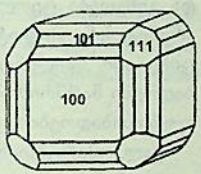
სპილენძი, Cu. Kupfer

სახელწოდება. სპილენძს ალქიმიკოსები ვენერას უწოდებენ. სპილენძს სახელი დაერქვა კუნძულ კვიპროსის მიხედვით, სადაც ის პირველად იქნა ნანახი და აღწერილი.

ქიმიური შედგენილობა. Cu=97-98%-მდე აღწევს. მინარევების სახით უმნიშვნელო რაოდენობით ყოველთვის მონაწილეობს: Ag (3-4%), As (3%), Fe (2-3%), იშვიათად Au (2-3%), Hg, Sb მყარი ხსნარების სახით და სხვ.

სინგონია, სიმეტრიის კლასი, სივრცობრივი ჯგუფი. კუბური. ჰექსაოქტაედრის კლასი, $3L^44L_6^36L^29PC$; $4/m\,\bar{3}\,2/m$.

კრისტალოგრაფია. კუბური და დოდეკაედრული იერის კრისტალების სახით იშვიათია (სურ. 32, ტაბ 1.1). ჩვეულებრივ გავრცელებულია მთლიანი მასების, ქერცლების, ძაფისებრი, დატოტვილი (დენდრიტები) და ფირფიტისებრი აგრეგატების სახით. ახასიათებს შეზრდის მრჩობლები (111) მიმართ.



სურ. 32. სპილენძის კრისტალი

ფიზიკური თვისებები:

ფერი სპილენძისებრ წითელი (სალ ზედაპირზე), ვარდისფერი.

ხაზის ფერი ლითონისებრ მბრწყინავი.

ელვარება მეტალური.

ტკეცჩვადობა არ აქვს.

სიმაგრე 2.5-3.

ხვედრითი წონა 8.5-8.9.

მონატეხი ხიწვისებრი, მოკაუჭებული.

რბილია, სითბოსა და ელექტრობის კარგი გამტარია, ლღვება 1083^{0}C, გაუმჭვირვალეა.

დიაგნოსტიკური ნიშნები. ადვილად გამოიცნობა საღ მონატეხზე სპილენძისფერ წითელი ფერით, ჭედადობით, მაღალი ხვედრითი წონით, კაუჭისებრი მონატეხით; HNO_3 მოქმედებით ადვილად გადადის ხსნარში, რომელიც ამონიუმის ჰიდროჟანგების დამატებით იძენს ცისფერს. ძნელად იხსნება HCl-ში. ადვილად გამოიცნობა მის ზედაპირზე დაფარული სპილენძის მეორადი პროდუქტებით: კუპრიტით, მალაქიტით, აზურიტით და სხვ.

წარმოშობა. თვითნაბადი სპილენძი იშვიათად გვხვდება პირველადი მინერალის სახით. ძირითადად აქვს მეორადი წარმოშობა. სპილენძის პირველადი საბადოების დიდი ნაწილი გენეტურად გაბრო-ბაზალტური შედგენილობის ქანებს უკავშირდება. ნაკლები გავრცელება

აქვთ ჰიდროთერმული წარმოშობის სპილენძის საბადოებს, სადაც ის ყოველთვის დაბალტემპერატურულია და გვხვდება ცეოლითებთან, კვარცთან, კალციტთან, პრენიტთან, ეპიდოტთან, თვითნაბად ვერცხლთან ასოციაციაში. სპილენძის სამრეწველო მნიშვნელობის საბადოები წარმოიშობიან სპილენძის შემცველი სულფიდური საბადოების ცემენტაციისა და დაჟანგვის ზონაში — ქალკოპირიტთან, კუპრიტთან, არაგონიტთან, კალციტთან, მალაქიტთან, აზურიტთან ასოციაციაში.

საბადოები. საქართველოში სამხრეთ კავკასიის ქვეყნებიდან სპილენძის ერთ-ერთი უდიდესი საბადოა კაზრეთში (ბოლნისის რ-ნი).

საზღვარგარეთის ქვეყნებიდან თვითნაბადი სპილენძის მსოფლიო მნიშვნელობის საბადოებია ყაზახეთში (ჯეზკაზგანი), ურალში (ტურიის მაღაროები) და სხვ. ჰიდროთერმული წარმოშობის სპილენძის სამრეწველო ტიპის საბადო მდებარეობს ნახევარკუნძულ კივინოზე (ზემოტბების რ-ნი, მიჩიგანის შტატი). ე. წ. ''მიჩიგანის სპილენძს'' დიდი ხნის განმავლობაში ამუშავებდნენ ამერიკელი ინდიელები. საბადო 1840 წელს იქნა აღმოჩენილი. 1857 წელს აქ ნახეს 450- ტონიანი თვითნაბადი სპილენძის ბლოკი. ამ ტიპის საბადოა კუნძულ დისკოზეც. სპილენძის მსოფლიო მნიშვნელობის საბადოებია: ბოლივიაში, იტალიაში, გერმანიაში (მანსფელდის სპილენძიანი ფიქლები), კანადაში, რუმინეთში და სხვ. გვხვდება ქვიშრობებშიც.

შეცვლა. ზედაპირზე ჟანგბადით მდიდარ გარემოში სპილენძი არის არამდგრადი მინერალი. ხშირად იფარება შავი და მომწვანო ფერის ბრკეებით. ადვილად გადადის კუპრიტში, მალაქიტში, აზურიტში და სხვა.

გამოყენება. არის სპილენძის მადანი. ფართოდ გამოიყენება სახალხო მეურნეობის სხვადასხვა დარგში. მისი

მთავარი მომხმარებელია ელექტროტექნიკა (სპილენძის მავთულები), მანქანათმშენებლობა, გემთმშენებლობა, მედიცინა, მეტალურგია. არის სხვადასხვა შენადნობების ერთ-ერთი მთავარი შემადგენელი ნაწილი (ლატუნი=სპილენძი+თუთია, ბრინჯაო=სპილენძი+კალა, ცოტა თუთია).

პლატინის ჯგუფი

პლატინის ჯგუფის მინერალებიდან ფართო გავრცელება აქვს საკუთრივ პლატინას, რომელიც ყოველთვის შეიცავს რკინას მყარი ხსნარის სახით. ჯგუფის სხვა მინერალები — პალადიუმი და პლატინის ბუნებრივი შენადნობები (პლატინა-ირიდიუმი და ოსმიუმ-ირიდიუმი) მინერალოგიურ იშვიათობას წარმოადგენს. პლატინას, პალადიუმსა და ირიდიუმს აქვს ოქროს ჯგუფის მინერალების ანალოგიური სტრუქტურა — წახნაგცენტრირებული უმჭიდროესი კუბური წყობის მოტივით, რომლის ელემენტარული უჯრედი $Fm\bar{3}m$ სივრცობრივ ჯგუფს ეკუთვნის (სპილენძის ტიპის კრისტალური სტრუქტურა, სურ. 8), მაშინ, როდესაც ოსმიუმისა და ოსმიუმის ირიდიუმთან შენადნობის სტრუქტურებს საფუძვლად უძევს ატომთა უმჭიდროესი ჰექსაგონური წყობის მოტივი.

პლატინის ჯგუფის მინერალები ფიზიკური თვისებებით ოქროს ჯგუფის მინერალების მსგავსია, თუმცა მათგან შედარებით მომატებული სიმაგრით და ლღობის მაღალი ტემპერატურით განსხვავდება.

პლატინა, Pt. Platin

სახელწოდება. ''პლატინა'' წარმოდგება ესპანური სიტყვა ''პლატასაგან '', რაც ვერცხლს ნიშნავს. ის პირველად აღმოჩენილ იქნა კოლუმბიაში მდ. პინტის ხეობის ოქროსშემცველ ქვიშრობებში. ევროპაში შემოტანილ იქნა 1735 წელს ესპანელი მათემატიკოსის, ანტონიო დე ულოას მიერ. პლატინა თავისი ფერის გამო თავდაპირველად აღწერეს, როგორც ვერცხლი. მხოლოდ XIX საუკუნის დასაწყისში დადასტურდა, რომ პლატინას, როგორც მეტალს, არავითარი საერთო ვერცხლთან არ აქვს.

ქიმიური შედგენილობა. პლატინა სუფთა სახით იშვიათია, თითქმის არ გვხვდება (Pt=79-80%). მასში ჩვეულებრივ მონაწილეობს: Fe, Cu, Au, Ni და, იშვიათად, Ir, Pd, Os.

ნაირსახეობები: პოლიქსენი — რკინით მდიდარი პლატინა (ფეროპლატინა, Fe=28%), ირიდიუმიანი პლატინა (Ir=7%-მდ ტურაე), პალადიუმიანი პლატინა (Pd=0.1-1%, იშვიათად 7%-მდე), რადიუმიანი პლატინა (Rd=0.1-0.5%, იშვიათად 5%-მდე). მათგან ბუნებაში ფართო გავრცელება პოლიქსენს აქვს.

სინგონია, სიმეტრიის კლასი, სივრცობრივი ჯგუფი. კუბური. ჰექსაოქტაედრის კლასი, $3L^44L_6^36L^29PC;\ 4/m\bar{3}2m$.

კრისტალოგრაფია. კრისტალების სახით იშვიათია. ჩვეულებრივ გვხვდება უსწორმასწორო ფორმის წვრილი მარცვლების, ქერცლებისა და დატოტვილი აგრეგატების სახით.

ფიზიკური თვისებები:

ფერი მოთეთრო, ვერცხლისებრ თეთრიდან—ფოლადისებრ შავამდე, რუხი ნაცრისფერი.

ხაზის ფერი ვერცხლისებრ თეთრი, მოელვარე.

ელვარება ტიპური მეტალის.

ტკეჩვადობა არ აქვს.

სიმაგრე 4—4 (სიმაგრე იზრდება Fe მინარევების შესაბამისად).
ხვედრითი წონა 15—19 (სუფთა პლატინისათვის—21,46).
მონატეხი მოკაუჭებული.

პლატინა ადვილად იჭრება დანით, არის წევადი და ჭედადი, ელექტრობის კარგი გამტარი. 1 გრ. სუფთა პლატინისაგან შეიძლება გაიჭიმოს 500კმ სიგრძის მავთული. პლატინა რკინის მაღალი შემცველობის შემთხვევაში მაგნიტური ხდება; ლღვება 1771—1780^0 C ინტერვალში. იხსნება მხოლოდ სამეფო წყალში.

დიაგნოსტიკური ნიშნები. ადვილად გამოიცნობა მაღალი ხვედრითი წონით, ფერით, მჟავების მიმართ ინერტულობით, პროდუქტების შეცვლის უქონლობით. ძალიან მიაგავს ვერცხლს, მისგან განსხვავდება სიმაგრით, მაღალი ხვედრითი წონით, მინერალთა პარაგენეზისით, მსგავსებას იჩენს ასევე ტელურული წარმოშობის თვითნაბად რკინასთან—მისგან განსხვავდება მაღალი ხვედრითი წონით და სუსტი მაგნიტურობით. ძალიან ძნელია მათი გარჩევა ულტრაფუძე და ფუძე ქანებში, სადაც ისინი პარაგენეტურ ასოციაციაში იმყოფება. მოცემულ შემთხვევაში გამოიყენება HNO_3 და HCl მჟავები, რომლებშიც რკინა იხსნება, პლატინა— არა.

წარმოშობა. პლატინა არის კაჟმიწით გაუჯერებული ულტრაფუძე ქანების (დუნიტები, ოლივინიტები) ძირითადი მადნეული მინერალი ოლივინთან + პიროქსენებთან + სერპენტინთან + ქრომიტთან + მაგნეტიტთან და სხვ. ასოციაციაში. მნიშვნელოვანი რაოდენობით გროვდება ქვიშრობებში.

საბადოები. საქართველოში პლატინის მადნები და მადანგამოვლინებები ცნობილი არ არის. საზღვარგარეთის ქვეყნებიდან პლატინის მსოფლიო მნიშვნელობის საბადოები ცნობილია ურალზე (ნიჟნი ტაგილის ახლოს), სადაც ის დაკავშირებულია მაგმურ ულტრაფუძე ქანებთან (დუნიტები) და მათი შეცვლის პროდუქტებთან

(სერპენტინი და სხვა). ქანებში პლატინა წარმოდგენილია უწვრილესი მარცვლების სახით და აგრეთვე შლიხებში—ოლივინთან, პიროქსენთან, ქრომიტთან და მაგნეტიტთან ასოციაციაში. ურალზე პლატინა ნაპოვნი იქნა 1822 წელს მდ. ტურას (ურალის ქედის აღმოსავლეთით) ხეობაში.

პლატინის მსოფლიო მნიშვნელობის საბადოები უკავშირდება ქვიშრობებს. ქვიშრობული ტიპის საბადოები იძლევა პლატინის მსოფლიო მოპოვების 90%. ამ ტიპის საბადოები ცნობილია: სამხრეთ აფრიკაში (ტრანსვაალი); ალუვიური ქვიშრობული ტიპის საბადოებია: კოლუმბიაში (პინტის ხეობა), კანადაში (სედბერი) და სხვ. აშშ პლატინა მცირე რაოდენობით მოიპოვება ჩრდილო კაროლინის ოქროსმატარებელ ქვიშრობებში, კალიფორნიაში და სხვ. მსოფლიოში პლატინის ყველაზე დიდი ზომის ლოდი 9,6კგ წონით ნანახი იქნა ურალზე. პლატინის მსოფლიო მოპოვების დიდი ნაწილი კოლუმბიაზე მოდის

ქვიშრობებში პლატინის სამრეწველო შემცველობა არ უნდა იყოს 0,1-0,5 გ/ტ. ნაკლები, ხოლო ძირითადად ქანებში—2-5 გ/ტ. ნაკლები.

გამოყენება. პლატინა მისი ძირითადი თვისების —კოროზიის მიმართ დიდი გამძლეობის გამო ფართოდ გამოიყენება, როგორც კატალიზატორი ნავთობისა და ქიმიურ მრეწველობაში. ღლობის მაღალი ტემპერატურის გამო მისგან ამზადებენ ქიმიურ ჭურჭელს, ტიგელებს, ქირურგიულ მაშებს, კასრის სალტეებს, ძეწკვებს, შპატელებს, ხელსაწყოებს და სხვ. პლატინას, როგორც კეთილშობილ მეტალს, ფართო გამოყენება აქვს მედიცინაში, საიუველირო საქმეში და სხვ. პლატინა არის ერთერთი სავალუტო ელემენტი.

რკინის ჯგუფი

წარმოშობის მიხედვით რკინის ჯგუფში აერთიანებენ თვითნაბად რკინას (მას მიწიერ-ტელურულ რკინასაც უწოდებენ) და მეტეორიტების შემადგენელ, კოსმიური წარმოშობის მინერალებს—კამასიტსა და ტენიტს. ეს მინერალები განსხვავდება თავიანთი სტრუქტურით, რომელსაც მნიშვნელოვანწილად განსაზღვრავს რკინაში ნიკელს იზომორფული მინარევების რაოდენობა. მაგალითად, ხალასი რკინა და კამასიტი, რომლებშიაც Ni შემცველობა 5,5%-მდე აღწევს, ფლობს სხეულცენტრირებულ უმჭიდროეს კუბურ წყობას— *I*m3m სივრცობრივი ჯგუფით, ხოლო ტენიტს, რომელშიც Ni შემცველობა 27—65 % შორის ცვალებადობს, აქვს წახნაგცენტრირებული უმჭიდროესი კუბური წყობა— სივრცობრივი ჯგუფით *F*m3m (სპილენძის სტრუქტურული ტიპი, სურ. 8).

ფერიტი, (α Fe). Ferrit

სახელწოდება. ფერიტი არის რკინის ლათინური სახელწოდება (ლათ. ''ფერუმ '' რკინას ნიშნავს).

ქიმიზმი. ფერიტი აბსოლუტურად სუფთა სახით იშვიათია. იზომორფული მინარევების სახით მასში ყოველთვის მონაწილეობს Co, (0.3%), Cu (0.4%) Ni (0.6-6%, იშვიათად უფრო მეტი), Pt (0.1%-მდე), Mn, As, N, P, S და სხვ.

სინგონია, სიმეტრიის კლასი, სივრცობრივი ჯგუფი. კუბური. ჰექსაოქტაედრის კლასი. $3L^44L_6^36L^29PC$; $4/m\,\bar{3}2/m$.

კრისტალოგრაფია. ფერიტისათვის ოქტაედრული და კუბური იერის კრისტალები იშვიათია. ძირითადად დამახასიათებელია წვრილქერცლოვანი აგებულება, უსწორმასწორო კრისტალები და მარცვლები. ახასიათებს მრჩობლები (111) მიმართ.

ფიზიკური თვისებები:

ფერი ფოლადისებრ რუხი პოლირებულ ზედაპირზე (ფერიტი), თეთრი (ავარუიტი).

ხაზის ფერი ფოლადისებრ ნაცრისფერი.

ელვარება მეტალური.

ტკეჩვადობა სრული (100) მიმართ.

სიმარე 4—5.

ხვედრითი წონა ცვალებადია: 7—7.8-დან (ფერიტი), 8.2-მდე (ავარუიტი).

მონატეხი კაუჭისებრი.

ჭედადია, ელექტროგამტარი და ძლიერი მაგნიტური თვისების მატარებელი, ლღვება 1528^0 C.

დიაგნოსტიკური ნიშნები. ადვილად გამოიცნობა მაგნიტურობით, ძალიან მიაგავს პლატინის ჯგუფის მინერალებს, მაგრამ ამ უკანასკნელებისგან განსხვავებით ხასიათდება ძლიერი მაგნიტურობით, მჟავებში (HNO_3) ხსნადობით, ზედაპირზე რკინის ჟანგების და ჰიდროჟანგების მცირე სისქის წანაცხებებით.

წარმოშობა. ჩნდება ფუძე და ულტრაფუძე შედგენილობის ქანებში.

საბადოები. საქართველოში ტელურული რკინის საბადოები არ არის. საზღვარგარეთის ქვეყნებიდან ტელურული რკინის საბადოები ცნობილია გერმანიაში (კასელთან ახლოს), კარელიაში, ურალზე, უკრაინაში. მნიშვნელოვანი სამრეწველო ტიპის საბადოებია: კუნძულ დისკოზე (გრენლანდია). რკინის შემცველი ქანებია ბაზალტები, რომელშიც მცირე ზომის მარცვლებთან ერთად მრავალტონიანი მასები იქნა ნანახი (აღწერილია 20- ტონიანი თვითნაბადი რკინის ლოდი).

გამოყენება. ტელურულ რკინას, იშვიათი გამონაკლისის გარდა, პრაქტიკული გამოყენება არ აქვს.

კამასიტი, (Fe.Ni). Kamacit

კამასიტი ტენიტთან ერთად დედამიწის ზედაპირზე ხვდება კოსმოსური სივრციდან ქვიური, რკინიანი ან რკინიან-ქვიური მეტეორიტების მეშვეობით. ისინი მნიშვნელოვნად განსხვავდება ნიკელის შემცველობით Ni=5,5%, (კამასიტი), Ni=27-65% (ტენიტი) (კამასიტისა და ტენიტის ნარევს პლესიტებს უწოდებენ).

სახელწოდება. ბერძ. ''კამასა'' ღეროს ნიშნავს. არის რკინიანი მეტეორიტების ძირითადი მინერალი.

სინგონია, სიმეტრიის კლასი, სივრცობრივი ჯგუფი. კუბური. ჰექსაოქტაედრის კლასი. $3L^44L_6^36L^39PC$; $4/m\,\bar{3}\,2/m$.

კრისტალოგრაფია. ახასიათებს უჯრედოვანი იერის კრისტალები ძლიერ შემოლღობილი ზედაპირებით.

ფიზიკური თვისებები:

ფერი ფოლადისებრ ნაცრისფერიდან თეთრ ფერებამდე (ტენიტი).

ტკეჩვადობა (100) მიმართ სრული.

ძლიერ მაგნიტურია.

საბადოები. საქართველოში მეტეორიტული რკინა ნანახი არ არის. საზღვარგარეთის ქვეყნებიდან დიდი ზომის მეტეორიტული რკინა მრავალგან არის აღწერილი, რომელთაგან ყველაზე დიდი ზომის ცნობილია ე. წ. ''პალასის'' რკინის სახელით, რომელიც ნანახი იქნა 1749 წელს ელეშიხის მთაზე (კრასნოიარსკსა და მაინუსინსკს შორის). მეტეორიტული რკინა შესწავლილ იქნა აკად. პალასის მიერ და სახელიც მის პატივსაცემად დაერქვა. (რკინის საწყისი წონა 6888 კგ შეადგენდა).

შეცვლა. კამასიტის კრისტალები ზედაპირზე ხშირად იფარება რკინის ჟანგებითა და ჰიდროჟანგებით. ჰიდროთერმული პროცესების შედეგად მის ხარჯზე ჩნდება ჰემატიტისა და გოეთიტის ფირფიტოვანი კრისტალები.

გამოყენება. მეტეორიტულ რკინას, ტელურული რკინის ანალოგიურად, პრაქტიკული გამოყენება არ აქვს, სამაგიეროდ მას უდიდესი მეცნიერული მნიშვნელობა აქვს კოსმოსური სივრცის კვლევისა და ათვისებისათვის.

დარიშხანის ჯგუფი

დარიშხანის ჯგუფში გაერთიანებულია ბუნებაში იშვიათად გავრცელებული მინერალები: დარიშხანი, ანთიმონიუმი და ბისმუტი. იმის მიუხედავად, რომ ყველა ისინი ერთსა და იმავე სინგონიაში კრისტალდება და იზოსტრუქტურულ (R3m), კრისტალურ მესერს წარმოშობს. ბუნებაში ერთად არასდროს გვხვდება და არც რაიმე განსაზღვრული შედგენილობის ნაერთებს ქმნის (მხოლოდ მაღალი ტემპერატურის პირობებში დარიშხანსა და ანთიმონიუმს შეუძლია ნებისმიერი პროპორციის მყარი ხსნარების წარმოშობა). დარიშხანის ჯგუფის მინერალებში ქიმიური ბმის ტიპი გარდამავალია მეტალურსა და კოვალენტურს შორის, რაც მნიშვნელოვნად განაპირობებს მინერალების ფიზიკურ თვისებებს. ყველა მათგანი მსხვრევადია, თვითნაბად ელემენტებთან შედარებით სითბოსა და ელექტრობის ცუდი გამტარებია. ანთიმონიუმსა და ბისმუტში დადგენილია მეტალური კავშირის როლის ზრდის ტენდენცია, რასაც თან ახლავს სიმაგრის, ხვედრითი წონისა და დნობის ტემპერატურის მნიშვნელოვანი ზრდა.

დარიშხანის ჯგუფის ელემენტებიდან განვიხილავთ ბუნებაში შედარებით უფრო გავრცელებულ დარიშხანს და ბისმუტს.

დარიშხანი, As. Arsenic

სახელწოდება. მინერალის სახელის დარქმევის მოტივი საკამათოა; შეიძლება დაკავშირებული იყოს ბერძნულ სიტყვასთან ''ტყვიისებრ თეთრი''.

ქიმიზმი. As შემცველობა 84—98%, იზომორფულად ინაცვლება Sb-ით. მცირე რაოდენობით თითქმის ყოველთვის შეიცავს: Fe, Ag, Au, Bi, S.

სინგონია, სიმეტრიის კლასი, სივრცობრივი ჯგუფი. ტრიგონული. დიტრიგონული სკალენოედრის კლასი. $L_6^3\,3\,L^2\,3PC$; $\bar{3}2/m$.

კრისტალოგრაფია. ბუნებრივი კრისტალების სახით იშვიათია. ზოგჯერ ქმნის ფსევდოკუბური იერის კრისტალებს. ჩვეულებრივ წარმოდგენილია მარცვლოვანი, სტალაქტიტისებრი და თირკმელისებრი აგრეგატების სახით.

ფიზიკური თვისებები

ფერი. საღ მონატეხზე კალისებრ თეთრი, ჰაერზე ყვითლდება და ბოლოს შავდება.

ხაზის ფერი ნაცრისფერი.

ელვარება მეტალური.

ტკეჩვადობა (0001) მიმართ სრული.

სიმაგრე 3.5.

ხვედრითი წონა 5.7.

დიაგნოსტიკური ნიშნები. ადვილად გამოიცნობა კრისტალთა ჰაბიტუსით, მაღალი ხვედრითი წონით და სრული ტკეჩვადობით.

წარმოშობა. არის ჰიდროთერმული წარმოშობის მინერალი. გვხვდება ჰიდროთერმულ ძარღვებში—ვერცხლის, კობალტის და ნიკელის მადნებთან ასოციაციაში. შეიძლება შეგვხვდეს ასევე გალენიტთან, რეალგართან, სინგურთან და ბარიტთან ერთად.

საბადოები. საქართველოში დარიშხანის საბადო ცნობილია რაჭაში. საზღვარგარეთის ქვეყნებიდან რუსეთში (იმიერბაიკალი), საქსონიის მაღაროებში (ფრეიბერგი, ანაბერგი და სხვ), რუმინეთში, აშშ და სხვ.

შეცვლა. დარიშხანი არამდგრადი მინერალია. იჟანგება და მთლიანად იშლება. გადაქმნის პროცესი სუფთა არსენოლითის (As_2O_3) წარმოშობით მთავრდება.

გამოყენება. პრაქტიკული მნიშვნელობა არ აქვს.

ბისმუტი, Bi. Bismut

სახელწოდება. სახელის დარქმევის ზუსტი მოტივი ცნობილი არ არის. შეიძლება დაკავშირებული იყოს ბერძნულ სიტყვასთან ''ტყვიისებრ-თეთრი''.

ქიმიზმი. ბისმუტი ბუნებაში თითქმის სუფთა სახით გვხვდება. უმნიშვნელო რაოდენობით შეიცავს As, Sb, S, Te.

სინგონია, სიმეტრიის კლასი, სივრცობრივი ჯგუფი. ტრიგონული. დიტრიგონული სკალენოედრის კლასი. L_6^3 3 L^2 3PC; $\overline{3}$2/m.

კრისტალოგრაფია. კარგად განვითარებული კრისტალები იშვიათია. გვხვდება მარცვლოვანი და ფურცლოვანი აგრეგატების სახით. ხელოვნურად მიღებულ კრისტალებს აქვს ფსევდოკუბური ფორმა.

ფიზიკური თვისებები:

ფერი ვერცხლისებრ თეთრი. გადაჰკრავს მოწითალო ელფერი.

ხაზის ფერი ვერცხლისებრ თეთრი, ნაცრისფერი.

ელვარება მეტალური.

ტკეჩვადობა (0001) სრული.

სიმაგრე 2—2.5.

ხვედრითი წონა 9.8.

დიაგნოსტიკური ნიშნები. ადვილად გამოიცნობა ძლიერი მეტალური ელვარებით, დაბალი სიმაგრით, მაღალი

ხვედრითი წონით და სრული ტკეჩვადობით. იხსნება HNO_3 -ში.

წარმოშობა. ბისმუტის ცნობილი საბადოები არიან ჰიდროთერმული წარმოშობის. ხშირად გვხვდება ჰიდროთერმულ ძარღვებში კალის, კობალტის, ნიკელის მინერალებთან ასოციაციაში. არის პეგმატიტური წარმოშობის ბისმუტიც.

საბადოები. საქართველოში ბისმუტის საბადოები არ არის. ცნობილი საბადოებია საქსონიაში, ნორვეგიაში, შვეციაში, ინგლისში (კორნუელის საბადო), ბოლივიაში და სხვ.

გამოყენება. არის ბისმუტის მთავარი მადანი. გამოიყენება სამედიცინო და კოსმეტიკური მიზნებისათვის და სხვ.

გოგირდის ჯგუფი

ამ ჯგუფში გაერთიანებულია გოგირდის რომბული (α გოგირდი) და მონოკლინური (β და γ გოგირდი) პოლიმორფული მოდიფიკაციები. მათგან რომბული გოგირდი სტაბილურია ატმოსფერული წნევისა და 95.5^0 C ტემპერატურის პირობებში; მონოკლინური — 95.5 — 119^0C ტემპერატურულ ინტერვალში. მონოკლინური გოგირდი ბუნებაში იშვიათია; მათ ადვილად ღებულობენ ხელოვნურად.

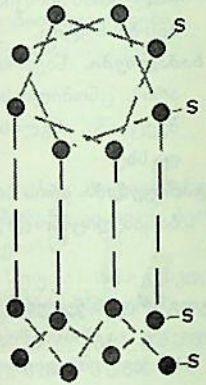
გოგირდს შეუძლია მცირე რაოდენობით ჩაანაცვლოს სელენი იონთა რადიუსების ტოლობის გამო (შესაბამისად: 1.16Å, 1.04Å).

α გოგირდი, S. Schwefel

სახელწოდება. სახელის წარმომავლობა არ არის ცნობილი.

ქიმიზმი. თვითნაბადი გოგირდი ხშირად ქიმიურად სუფთაა. მასში უცხო მექანიკური მინარევების სახით შეიძლება მონაწილეობდეს: კარბონატების, ორგანული ნივთიერებების, თიხური მინერალებისა და გაზების ჩანართები.

რომბული გოგირდის მოლეკულარული კრისტალური მესრის ელემენტარული უჯრედი შეიცავს გოგირდის ატომების დიდ რაოდენობას. ისინი განლაგებულია რვა ატომისაგან შემდგარი კლაკნილი (დახვეული) რგოლების სახით და ქმნის გოგირდის მოლეკულას — S_8 (სურ.33). ელემენტალურ უჯრედში 16 ასეთი რგოლია, რომლებიც ერთმანეთთან დაკავშირებულია ვან-დერ-ვაალსის კავშირით.



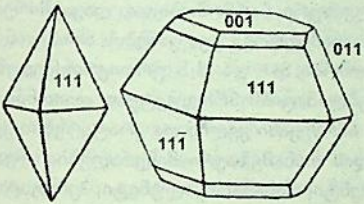
სურ. 33. გოგირდის სტრუქტურა

ნაირსახეობა. სელენიანი გოგირდი (შე=5%-მდე).

სინგონია, სიმეტრიის კლასი, სივრცობრივი ჯგუფი. რომბული. რომბული ბიპირამიდის კლასი. $3L^23PC$; 2/m2/m2/m.

კრისტალოგრაფია. ძირითადად განვითარებულია წაკვეთილი ბიპირამიდული იერის კრისტალების სახით—გავრცელებული ფორმებით: (001), (111), (011), (110). (სურ.34) გვხვდება აგრეთვე მასიური, მკვრივი, სტალაქტიტების (ტაბ. 1.2), სფერული, თირკმლისებრი, მინისებრი, ფხვნილისებრი მასების, ქერქების, ბრკეებისა

და ფიფქების სახით. ქმნის შუა შრეებს, ბუდეებს, დრუზებს. ახასიათებს მრჩობლები (111), (110), (011) მიმართ.



სურ. 34. გოგირდის კრისტალები

ფიზიკური თვისებები:

ფერი. სუფთა გოგირდისათვის დამახასიათებელია ყვითელი, მუქი ყავისფერი (Se მინარევის გამო), მომწვანო-რუხი, შავი (ბისმუტის მინარევების გამო), წითელი (რეალგარის მინარევების გამო) და თაფლისებრ-ყვითელი ფერები.

ხაზის ფერი თეთრი, ჩალისებრ ყვითელი.

ელვარება წახნაგებზე — ალმასისებრი, მონატეხზე — ცხიმისებრი.

ტკეცვადობა რამოდენიმე მიმართულებით. ძლიერ არასრული (001) მიმართ და შედარებით სრული (110) მიმართ.

სიმაგრე 1.5—2.

ხვედრითი წონა 2.05—2.09.

მონატეხი უსწორმასწორო, ნიჟარისებრი.

ნახევრად გამჭვირვალეა. არის ელექტრობისა და სითბოს ცუდი გამტარი. მსხვრევადია.

დიაგნოსტიკური ნიშნები. ადვილად გამოიცნობა ფერით, დაბალი სიმაგრით, ელვარებით, მსხვრევადობით, წყალში და მჟავებში უხსნადობით, იხსნება მხოლოდ ნავთში, სკიპიდარში, ზეთებში და ნახშირბადის დისულფიდებში. ადვილად ლღვება 113° C. 270° C იწვის ჰაერზე

ლურჯი-ცისფერი ალით, ხახუნის დროს ელექტროდება, ადვილად გამოიცნობა თაბაშირთან, ალუნიტთან, თიხებთან, იაროზიტთან და სხვ. პარაგენეტური ასოციაციით.

წარმოშობა. თვითნაბადი გოგირდის სამრეწველო ტიპის საბადოები ვულკანური წარმოშობისაა. დაკავშირებულია ძველი და თანამედროვე ვულკანების ამომყვან ყელებთან. წარმოიშობა SO_2 და H_2S ურთიერთქმედებით და როგორც სუბლიმაციის პროდუქტები. თვითნაბადი სახით ილექება ამომყვანი ყელის და კრატერების კედლებზე. გოგირდის თანამგზავრი მინერალებია: რეალგარი, აურიპიგმენტი, თაბაშირი, ალუნიტი, ჰემატიტი.

თვითნაბადი გოგირდი ჩნდება დედამიწის ზედაპირზე, ან მასთან ახლოს სულფიდური საბადოების გამოფიტვის ხარჯზე ($FeS_2 + Fe_2(SO_4)_3 \rightarrow 3FeSO_4 + 2S$). გოგირდის სამრეწველო ტიპის საბადოები ჩნდება ბიოგენურ-დანალექი გზით. ამ დროს გოგირდის წარმოშობა ხდება ორგანული ნივთიერების გახსნის შედეგად გამოთავისუფლებული H_2S-ის დაჟანგვის ხარჯზე ან სულფატური მინერალების ($CaSO_4$) აღდგენით H_2S-მდე და მისი შემდგომი დაჟანგვით. გოგირდის წარმოშობაში განსაკუთრებული როლი ეკუთვნის მიკროორგანიზმებს — გოგირდოვან ბაქტერიებს. გოგირდი შეიძლება წარმოიშვას ქვანახშირის საბადოებში პირიტისა და მარკაზიტის თერმული დისოციაციის შედეგად ($FeS_2 \rightarrow FeS + S$). ცნობილია ასევე ჰიდროთერმული წარმოშობის გოგირდიც.

საბადოები. საქართველოში გოგირდის საბადოები არ არის. უკანასკნელ პერიოდში ხალასი გოგირდის გამონაყოფი დადგენილია სამსარის ქედზე (ჯავახეთის ზეგანი), ვულკან სამსარის კალდერის კალთებზე — თაბაშირთან, ალუნიტთან და იაროზიტთან ასოციაციაში.

საზღვარგარეთის ქვეყნებიდან გოგირდის დანალექი წარმოშობის საბადოები ცნობილია: რუსეთში (დაღესტა-

ნი), თურქმენეთში, უზბეკეთში (შორ-სუ, ფერგანას ველი). ვულკანური წარმოშობის გოგირდის საბადოებია: კურილიისა და კამჩატკის კუნძულებზე, იაპონიაში, ჩილეში, სიცილიაში (ნაპოვნი იქნა გოგირდის შესანიშნავი კრისტალი, ცელესტინთან, კალციტთან ერთად), პოლონეთში, აშშ (ტექსასისა და ლუიზიანას შტატები) და სხვ.

გამოყენება. გოგირდი ფართოდ გამოიყენება მრეწველობაში და სოფლის მეურნეობაში, ფარმაცევტიკაში, ასაფეთქებელი ნივთიერების დასამზადებლად, გოგირდმჟავას მისაღებად, საღებავების დასამზადებლად, ქაღალდის, საფეიქრო და რეზინის მრეწველობაში, სოფლის მეურნეობაში მავნებლების წინააღმდეგ საბრძოლველად, ნავთობის გასაწმენდად, ქვევრების დაძმარების ბაქტერიების წინააღმდეგ საბრძოლველად, ბაღებისა და შენობების დეზინფექციისათვის, ასანთებისა და ფეიერვერკების დასამზადებლად. არის კარგი ელექტროიზოლატორი.

ნახშირბადის ჯგუფი

ნახშირბადის ჯგუფში გაერთიანებულია თვითნაბადი ნახშირბადის ორი ერთმანეთისაგან სტრუქტურითა და ფიზიკური თვისებებით მკვეთრად განსხვავებული პოლიმორფული მოდიფიკაციის ბუნებრივი ფორმები — გრაფიტი და ალმასი.

გრაფიტი მიეკუთვნება ნახშირბადის ჰექსაგონურ მოდიფიკაციას. გრაფიტის სტრუქტურა შრეებრივია, რომელშიაც ნახშირბადის ატომები განლაგებულია შრეებად — ბრტყელი ჰექსაგონური ბადის სახით. შრეები განლაგებულია ერთმანეთის პარალელურად (0001) მიმართულებით საკმაოდ დიდი შუალედით (სურ.10). შრის შიგნით ნახშირბადის ატომები დაკავშირებულია

შერეული იონურ-კოვალენტური კავშირით, ხოლო შრეებს შორის მოქმედებს ვან-დერ-ვაალსის სუსტი კავშირი. ეს უკანასკნელი განაპირობებს იდეალურ ტკეჩვადობას და პარალელურ შრეებად ადვილად გადაადგილებას.

ალმასი არის ნახშირბადის კუბური მოდიფიკაცია. ალმასის კრისტალური სტრუქტურა წარმოადგენს მჭიდროდ შეკრულ კარკასს (სურ.11), რომელშიც ნახშირბადის თითოეული ატომი, სწორი ტეტრაედრის წვეროებში განლაგებულ ოთხ მეზობელ ატომთან შეერთებულია კოვალენტური კავშირით.

გრაფიტი, C. Graphit

სახელწოდება ბერძ. ''გრაფოს'' —ვწერ.

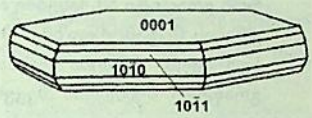
ქიმიური შედგენილობა. ბუნებრივი გრაფიტი ქიმიურად სუფთა იშვიათია. მისი ნაცარი ჩვეულებრივ შეიცავს: SiO_2, Al_2O_3, MgO, CO_2, CH_4, H_2S და სხვ. მინარევებს.

ნაირსახეობები: გრაფტიტი — მკვრივი მიწისებური, ფარულკრისტალური გრაფიტი, შუნგიტი — შავი ფერის, ნიჟარისებრი მონატეხის, ამორფული — წყლის მცირე შემცველობით, ხშირად ჩნდება ქვანახშირის მეტამორფიზმის ხარჯზე, კლიფტონიტი — ფსევდომორფული, კუბური მოდიფიკაციის (დამახასიათებელია მეტეორიტებისათვის).

სინგონია, სიმეტრიის კლასი, სივრცობრივი ჯგუფი. ჰექსაგონური. დიჰექსაგონური ბიპირამიდის კლასი. $L^6\,6L^2\,7PC$; 6/m2m2/m

კრისტალოგრაფია. კრისტალები არ ახასიათებს. იშვიათად ქმნის ჰექსაგონურ პრიზმებს და პირველი რიგის ბი-

პირამიდებს. ჩვეულებრივ გეხვდება თხელი ექვსკუთხა ფირფიტების (სურ. 35), ქერცლების, ფოთლის მსგავსი, მიწისებრი, სვეტისებრი, სხივოსნური და ზონალურ-კონცენტრული აგრეგატების სახით. ახასიათებს მრჩობლები ($1\bar{1}21$) მიმართ.



სურ. 35. გრაფიტის კრისტალი

ფიზიკური თვისებები:

ფერი რკინისებრ შავი. ვერცხლისებრ თეთრი, ფოლადისებრ ნაცრისფერი.

ხაზის ფერი შავი.

ელვარება ძლიერ მეტალური.

ტკეჩვადობა (0001) მიმართ სრული.

სიმაგრე 1 — 2.

ხვედრითი წონა 2.09 — 2.33.

მონატეხი მარცვლოვანი, სწორი.

ატარებს ელექტრობას, ცეცხლგამძლეა, მჟავაგამძლეა, ლღვება 3000^0 C, ღუნვადია.

დიაგნოსტიკური ნიშნები. ადვილად გამოიცნობა ფერით, ხაზის ფერით, დაბალი სიმაგრით, ქერცლოვანი აგებულებით, დაბალი ხვედრითი წონით, მჟავებში უხსნადობით. შეხებისას ცხიმოვანია, ადვილად სვრის ხელს. ქაღალდზე ტოვებს შავი ფერის ხაზს. ძალიან მიაგავს მოლიბდენიტს, რომლისაგან განსხვავდება შავი ფერით, ხაზის ფერით (მოლიბდენიტის ხაზის ფერი ცისფერია) და დაბალი ხვედრითი წონით. მაღალ ტემპერატურაზე იწვის და გადადის CO_2-ში.

წარმოშობა. გრაფიტი არის რეგიონული და კონტაქტ-მეტასომატური წარმოშობის მინერალი. ის მონაწილეობს

კრისტალური ფიქლების, გნეისების, მარმარილოების, კვარციტების და სხვ. შედგენილობაში. ვარაუდობენ, რომ გრაფიტი ამ ქანებში არსებული ორგანული ნივთიერების მეტამორფიზმის პროდუქტს შეიძლება წარმოადგენდეს. ჩნდება ქვანახშირის მეტამორფიზმისას. გრაფიტი შეიძლება შეგვხვდეს ჰიდროთერმულ ძარღვებშიც — კვარცთან, ბარიტთან, კალციტთან, ტურმალინთან ასოციაციაში. ის შეიძლება შეგვხვდეს მაგმურ ქანებში (ბაზალტები, ნეფელინიანი სიენიტები), რკინიან მეტეორიტებში, პეგმატიტურ დაიკებსა და ძარღვებში. გრაფიტის წვრილქერცლოვანი სახესხვაობა დადგენილია ქვიურ მეტეორიტებშიც.

საბადოები. საქართველოში გრაფიტის საბადოები არ არის, საზღვარგარეთის ქვეყნებიდან გრაფიტის სამრეწველო მნიშვნელობის საბადოები ცნობილია: რუსეთში (აღმოსავლეთ საიანებში), უკრაინაში (ავდანო და ზალვალევსკის საბადოები), გერმანიაში და სხვ. გრაფიტის მთავარ მომპოვებელ ქვეყნებად ითვლება: მექსიკა, კანადა (ონტარიო და კვებეკი), შრი-ლანკა, კორეა, მადაგასკარი, აშშ (ტექსასისა და ალამანის შტატები), ჩეხოსლოვაკია და სხვ.

გამოყენება. გრაფიტს ფართო გამოყენება აქვს ფანქრებისა და საღებავების წარმოებაში, ლღობის მაღალი ტემპერატურისა და მჟავების მიმართ დიდი გამძლეობის გამო გამოიყენება რეზინისა და ელექტრო-ტექნიკურ მრეწველობაში, როგორც საიზოლაციო მასალა; მეტალურგიაში ცეცხლგამძლე ტიგელებისა და ფოლადის სამსხმელო ნაკეთობების დასამზადებლად, როგორც საცხები მასალა და სხვ.

ალმასი, C. Diamant

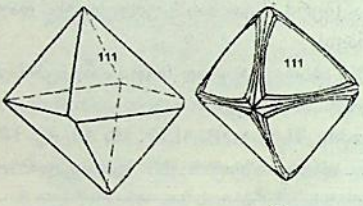
სახელწოდება. სახელი დაერქვა მისი დიდი სიმაგრისა და მდგრადობის გამო. ის ბუნებრივი ძვირფასი ქვებიდან ყველაზე მაგარია (ბერძ. ''ადამას'' უძლეველს, დაუმარცხებელს ნიშნავს).

ქიმიზმი. (C=96-99.8%) აბსოლუტურად სუფთა ბუნებრივი ალმასი არ არსებობს. მინარევების სახით თითქმის ყოველთვის შეიცავს: Mg, Ti, Si, Sr, B, Al, Zr, Mn Au, Ag, TR. ალმასში საკმაოდ დიდია აზოტის (N) შემცველობაც (0.23%). ალმასი არის ნახშირბადის პოლიმორფული მოდიფიკაცია; ის 3000^0 C გახურებით გადადის გრაფიტში. კრისტალური სტრუქტურა — წახნაგდაცენტრილი კუბური მესერი.

ნაირსახეობები: ბორტი — შავი და რუხი-ნაცრისფერი, გაუმჭვირვალე, დეფექტების მქონე, არაწესიერი ფორმის, დაწახნაგებისათვის გამოუსადეგარი ალმასებია (შავი ფერი განპირობებულია გრაფიტის დიდი რაოდენობით ჩანართებით). ბალასი — დამრგვალებული, ოვალური, მსხლის ფორმის ბოჭკოვან-სხივოსნური სტრუქტურის ალმასებია. კარბონადო — პროვანი, ფარულკრისტალური, წვრილმარცვლოვანი შავი, ყავისფერი, მუქი ნაცრისფერი ალმასებია (ზოგჯერ მასში ამორფული ნახშირბადისა და გრაფიტის ჩანართებია დადგენილი). სტიუარტიტი — მაგნიტური თვისებების ალმასებია.

სინგონია, სიმეტრიის კლასი, სივრცობრივი ჯგუფი. კუბური. ჰექსაოქტაედრის კლასი. $3L^44L_6^36L^29PC$; $4/m\ \bar{3}2m$.

კრისტალოგრაფია. ალმასი ძირითადად განვითარებულია ოქტაედრების (111) (სურ. 36ა), რომბო-დოდეკაედრების (110), კუბებისა (100) და მათი კომბინაციების სახით. ძირითადად გვხვდება დაკუთხული და მომრგვალებული სხვადასხვა ზომის მარცვლების სახით. ახასიათებს მრჩობლები (111)- ის მიმართ (შპინელის კანონი) (სურ. 36ბ).



ა ბ

სურ. 36. ალმასის კრისტალი(ა) და მრჩობლი (ბ)

ფიზიკური თვისებები:

ფერი. გამოირჩევა ნაირგვარობით: თეთრი, მოყვითალო, ყავისფერი, მტრედისფერი, შავი, ნარინჯისფერი, ვარდისფერი, ლურჯი, მწვანე, წითელი. ძირითადად გავრცელებულია წყლისებრ გამჭვირვალე ალმასები. ალმასების შეფერვის მთავარი მიზეზებია: ელემენტ-მინარევებისა და არაორგანული ნივთიერების მონაწილეობა. მაგალითად, ალმასის შავი ფერის გამომწვევი მიზეზია მასში გრაფიტისა და ზოგიერთი სულფიდების მონაწილეობა. ალმასების ფერთა ცვალებადობის მიზეზებია: გახურება, მინარევებისა და ჩანართების არსებობა.

ხაზის ფერი თეთრი.

ელვარება ალმასის, დაწახნაგებულ კრისტალებს — ცხიმისებრი

ტკეჩვადობა (111) მიმართ სრული.

სიმაგრე 10.

ხვედრითი წონა 3.50—3.56.

მონატეხი ნიჟარისებრი, სწორი, საფეხურისებრი.

ალმასს აქვს ლუმინესცენციისა და ფოსფორესცენციის უნარი. ახასიათებს ძლიერი სხივთტეხა, თბოგამტარიანობა, შპინელის ტიპის მრჩობლები, ულტრაიისფერ სხივებში ცისფერია, ზოგჯერ მწვანე, ყვითელი. მსხვრევადია. ლღვება 4000^0 C.

დიაგნოსტიკური ნიშნები. ადვილად გამოიცნობა დიდი სიმაგრით, ძლიერი ელვარებით, საშუალო ტკეჩვადობით, ტუტეებსა და მჟავებში უხსნადობით (იხსნება მხოლოდ სამეფო წყალში). მაღალი გარდატეხის მაჩვენებლისა (2.42) და სინათლის ძლიერი დისპერსიის გამო ალმასი სპეცდაწახნაგების შედეგად იძენს ბრილიანტის ელვარებას, მაღალ ტემპერატურაზე იწვის და გამოყოფს CO_2-ს.

წარმოშობა. ალმასი არის პირველადი (მაგმური) და მეორადი (ქვიშრობული) წარმოშობის მინერალი. მაგმური ქანებიდან ალმასის შემცველია კაჟმიწით ღარიბი ულტრაფუძე ქანები — კიმბერლიტები, სადაც ის ასოცირდება ოლივინთან, ქრომდიოპსიდთან, გრანატებთან (პიროპის ჯგუფი) და ილმენიტთან. კიმბერლიტები წარმოდგენილია ვერტიკალური მილისებური სხეულების — დიატრემების სახით. ალმასის წარმოშობა უკავშირდება დიდ სიღრმეებს, სადაც მისი ფორმირება ხდება 60-80 ათასი ატმოსფერული წნევისა და დაახლოებით 1000^0 C ტემპერატურულ ინტერვალში. ზედაპირულ პირობებში ალმასის შემცველი კიმბერლიტები იფიტებიან და გარდაიქმნებიან ფხვიერ მოყვითალო ფერის ქანად ე.წ. ''ყვითელ მიწებად'', რომლებიც სიღრმეში თანდათან გადადის მკვრივ, ე.წ. ''ლურჯ მიწებში''. ძირითადის გარდა, ალმასის სამრეწველო ტიპის საბადოები უკავშირდება ალუვიურ და სანაპირო ზღვიურ ქვიშრო-

ბებს. ცნობილია პნევმატოლითური წარმოშობის ალმასები; დადგენილია რკინა-ქვის მეტეორიტებშიც.

საბადოები. საქართველოში ალმასის საბადოები არ არის. რუსეთში ალმასი პირველად ნაპოვნი იქნა 1829 წელს ურალზე (ალმასის აღმოჩენას უკავშირებენ 14 წლის ყრმა პავლე პოპოვის სახელს). 1954 წელს გეოლოგ ლარისა პოპუგაევას მიერ აღმოსავლეთ ციმბირში პირველად იქნა მიკვლეული კიმბერლიტის მილი, რომელსაც ,,ზარნიცა'' უწოდეს. აღწერილ იქნა ალმასის თანმხლები მინერალებიც: პლატინა, გრანატები, ქრომდიოპსიდი და სხვ. იაკუტიაში აღმოჩენილი ალმასებიდან ცნობილია: ''საიუბილეო'' (32,36 კარატი), ''ვალენტინა ტერეშკოვა'' (55.5 კარატი), ''ოქტიაბრსკაია'' (68,4 კარატი), ''მარია''(100 კარატი), ''იაკუტიის ვარსკვლავი'' (232 კარატი) და სხვ.

ალმასი პირველად ინდოეთში იქნა ნაპოვნი. ცნობილი არ არის ალმასის მოპოვების დაწყების ზუსტი დრო, თუმცა ცნობილია, რომ ინდოეთში ალმასებს მოიპოვებდნენ ჯერ კიდევ ჩვენ წელთაღრიცხვამდე 2 ათასი წლის წინათ. პირველ კიმბერლიტურ მილს აქ მხოლოდ 1949 წელს მიაკვლიეს პარას რაიონში (ვინდხია-პრადეშის შტატი). ინდოეთში მოპოვებული ალმასებიდან ცნობილია: ''კოხ-ი-ნორი'' (800 კარატი), ''დიდი მოგოლი'' (793 კარატი), ''ორლოვი'' (194,8 კარატი), ''შაჰი'' (88,7 კარატი), ''ნიზამი'' (44 კარატი) და სხვ. ძალიან ბევრი მითები არსებობს ალმას ''ორლოვთან'' დაკავშირებით. ეს არის ღია მომწვანო-მოლურჯო ფერის არაჩვეულებრივი სისუფთავის მქონე შესანიშნავი ძვირფასი ქვა, რომელიც გარეგნული იერით ძალიან მოგვაგონებს ვარდს. ის ნაპოვნი იქნა მე-17 საუკუნეში ინდოეთის

(გოლკონდი) ქვიშრობებში; მისი საწყისი წონა 400 კარატს შეადგენდა (80 გრამი); როგორც ვარაუდობენ, ის იყო უფრო დიდი ზომისა და წონის ალმასის ნატეხი, რომელიც დამუშავების (დაწახნაგების) შემდეგ 189,62 კარატი დარჩა. სპარსეთის მეფის შახ-ნადირის მიერ ინდოეთის დაპყრობის შემდეგ ''ორლოვი'' გამოიყენეს სამეფო ტახტის მოსართავად. შემდგომ ალმასი მოიპარეს და ის კერძო პირის კუთვნილება გახდა. მან 1772 წელს ალმასი დადო ამსტერდამის ბანკში და შემდგომ მრავალგზის ყიდვა-გაყიდვის მერე ის 1773 წელს ეკატერინე II-ის საკუთრება გახდა. ამჟამად ბრილიანტი რუსეთის ალმასების ფონდში ინახება.

ძალიან ბნელი და გაურკვეველი ბიოგრაფია აქვს ცნობილ ალმას ''შაჰს'', რომელიც ირანის სამეფო ტახტის საგვარეულოს კუთვნილებას წარმოადგენდა. მასზე ამოტვიფრული იყო მისი ყოფილი მფლობელების ''ნაზიმ-შაჰის'', ''შაჰ-ჯეხანის'' და ''ფათხალი-შაჰის'' სახელები. ეს ალმასი სპარსელ დამპყრობთა მიერ ინდოეთიდან იქნა წამოღებული და მათი საკუთრება გახდა. შემდგომ ალმასი რუსეთის მთავრობას გადაეცა სპარსეთში იმდროინდელი ელჩის, ცნობილი რუსი მწერლის ალექსანდრე გრიბოედოვის მოკვლის სანაცვლოდ, რაც თეირანში განხორციელდა 1829 წლის 30 იანვარს. ამჟამად ,,შაჰი'' მოსკოვის ალმასის ფონდშია დაცული.

შემდგომ ალმასების მომპოვებელი ქვეყანა გახდა ბრაზილია (მის აღმოჩენას უკავშირებენ გლეხი ფ.მაშადო და სილვას სახელს 1714 წელს). ალმასი პირველად ნაპოვნი იქნა მინას-ჟერაისის შტატში—მდინარეულ ქვიშრობებში, შემდეგ—ბაიას, გოიასა და სხვა შტატებში. ბრაზილიის ქვიშრობებში მოპოვებული ალმასებია:

''პინტი'' (410 კარატი), ''პრეზიდენტი ვარგასი'' (724 კარატი), ''გლიასი'' (600 კარატი), ''პრეზიდენტი დუტრა'' (409 კარატი) და სხვ. ამჟამად ბრაზილია ყოველწლიურად დაახლოებით 160 000 კარატ ალმასს მოიპოვებს.

1886—1887 წლიდან მოყოლებული დღემდე აფრიკა წარმოადგენს კომერციული ალმასების მომპოვებელ მთავარ ქვეყანას. 1886 წელს ალმასები მოპოვებულ იქნა მდ.ვაალის ალუვიურ ნალექებში, ხოლო 1871 წელს ალმასის შემცველი რამდენიმე ''მილი'' გამოვლინებულ იქნა ახლანდელ ქალაქ კიმბერლის ახლოს. აფრიკაში, გარდა ძირითადი ქანებისა, ალმასები მუშავდება ქვიშრობებში მდინარეების—ვაალისა და ორანჟის აუზებში. განსაკუთრებულ ყურადღებას იქცევს ალმასების ქვიშრობული საბადოები ნამიბიაში, სადაც მინერალის მოპოვება ხდება ძველი ზღვიური ტერასებიდან და სანაპირო ქვიშრობებიდან. 1876 წელს ნამიბიამ მსოფლიოს მისცა 1.7 მილიონი კარატის წონის ალმასები, რომელთა შორის დიდი ნაწილი ძვირფასია. ტექნიკური ალმასების მოპოვების მხრივ მსოფლიოში ერთ-ერთ პირველ ადგილს იჭერს ზაირის (აფრიკა) რესპუბლიკა. ალმასის დიდი სამრეწველო ტიპის საბადოებია განაში, სიერა--ლიო-ნიში, ანგოლაში და სხვ. საერთოდ უნდა ითქვას, რომ კაპიტალისტური ქვეყნებიდან ალმასის მოპოვების დაახლოებით 80-85%-ს იძლევა აფრიკა. ალმასის ქვიშრობული ტიპის საბადოებია: ვენესუელაში, ავსტრალიაში (ალმასი ნაპოვნი იქნა 1851 წელს, ინდონეზიაში და სხვ.

დღევანდლამდე ალმასებს შორის ყველაზე დიდი ზომის ალმასი იყო ''კულინანი'' (სახელი დაერქვა ალმას-მომპოვებელი კომპანიის პრეზიდენტის, კულინანის პატივსაცემად), ანუ ''აფრიკის ვარსკვლავი'' — წონით

3106 კარატი. ის ნაპოვნი იქნა 1905 წელს სამხრეთ აფრიკის კიმბერლიტებში (სიგრძე 10 სმ, სიმაღლე 6 სმ, სიგანე 5 სმ). ''კულინანი'' 96 ნაწილად დაიჭრა. აქვე 1905 წელს ნაპოვნი იქნა სიდიდით მეორე ალმასი ''ექსცელსიორი'' (995,3 კარატი, სიგრძე 8 სმ, სისქე 4 სმ). ის დააწახნაგეს ამსტერდამში და მისგან დაამზადეს 21 ბრილიანტი. 1934 წელს ნანახი იქნა 276-კარატიანი ალმასი ''ჯონკერი'', რომლისაგანაც 2 მილიარდ დოლარად ღირებული 12 ბრილიანტი დამზადდა.

გამოყენება. ალმასების დიდი ნაწილი გამოიყენება ტექნიკური მიზნებისათვის. ტექნიკური ალმასების მოპოვების დაახლოებით 75—80%-დან 15% ბურღვით სამუშაოებზე მოდის. ალმასები გამოიყენება მინის საჭრელად, ალმასის ფხვნილი ალმასისა და სხვა ძვირფასი ქვების გაშლიფვისათვის, ქანებისა და მინერალების საჭრელად და სხვ. თეთრი და სხვადასხვა ფერის სუფთა ალმასები არის პირველი კლასის ძვირფასი ქვა. ალმასის ფასი დამოკიდებულია ფერზე, სისუფთავისა და დამუშავების ხარისხზე, ზომებზე. 1კარატი წონის (ერთი კარატი უდრის 0,2 გრამს) დაწახნაგებულ ალმასს შეიძლება ჰქონდეს 6.25 მმ დიამეტრისა და 4 მმ სიღრმის ზომა. მრეწველობისათვის ყოველწლიურად რამდენიმე მილიონი კარატის წონის ალმასებს აწარმოებენ.

9

II კლასი. სულფიდები

სულფიდები გოგირდწყალბადის (H_2S) მარილებია. ამ კლასში გაერთიანებულ მინერალებს სხვაგვარად მეტალებისა და ნახევრად მეტალების გოგირდოვან ნაერთებსაც უწოდებენ. ვ.ვერნადსკის გამოთვლით, სულფიდების წილი მიწის ქერქის აგებულებაში 0.15% არ აღემატება. სულფიდების კლასის მინერალები სილიკატების შემდეგ რაოდენობრივი თვალსაზრისით მეორე ადგილს იკავებს. ამჟამად ბუნებაში 250-ზე მეტი სულფიდური მინერალია ცნობილი, მათგან მხოლოდ 20 მინერალი ფართო გავრცელებით და მნიშვნელოვანი დანაგროვებით გამოირჩევა. სულფიდებისა და მათი მსგავსი ნაერთების წარმოქმნაში წამყვანი როლი გოგირდწყალბადს ეკუთვნის (გოგირდწყალბადი ლაყე კვერცხის სუნის მქონე, ძლიერ მომწამლავი, წყალში კარგად ხსნადი გაზია). გოგირდწყალბადი მომატებული ტემპერატურის პირობებში ნაკლებად მდგრადია და H_2 და S იშლება. გოგირდი ბუნებაში ორვალენტოვან (S^{2+}) და ექვსვალენტოვან (S^{6+}) მდგომარეობაში გვხვდება. პირველი მათგანი გადამწყვეტ როლს თამაშობს სულფიდების აგებულებაში, ხოლო მეორე სულფატური რადიკალის $[SO_4]^{2-}$ აგებულებაში. სრულიად განსხვავებულია მათი შემცველი მინერალების წარმოშობის გარემოც. კერძოდ, სულფიდური მინერალები ჩნდება აღდგენით გარემოში, ხოლო სულფატური — უანგვით გარემოში. გოგირდი ზღვის წყალში მონაწილეობს სულფატ-ანიონის სახით, ხოლო ჩაკეტილ აუზებში (უანგბადის უკმარისობის პირობებში) გოგირდწყალბადის სახით. გოგირდის საშუალო შემცველობა გე-

ნეტურად განსხვავებულ ქანებსა და ზღვის წყალში ფართო საზღვრებში იცვლება: ეფუზიურ ქანებში—520 გ/ტ, დანალექ ქანებში—1300 გ/ტ, ზღვის წყალში — 880 გ/ტ.

სულფიდებისა და მათი მსგავსი ნაერთების ზოგადი ფორმულა ასეთია: $A_m X_p$, სადაც A — აღნიშნავს მხოლოდ ერთი რომელიმე მეტალის ატომებს (Cu, Pb, Zn, Mo, Fe, Co, Ni და სხვ), ხოლო — X არამეტალების (S,As, Sb, Bi, Se და სხვ.) ატომებს. სულფიდებში იზოდესმური (კოვალენტური, იონური, ვან-დერ-ვაალსის, მეტალური) და ჰეტეროდესმური (კოვალენტურ-იონური, იონურ-კოვალენტური და სხვ.) ქიმიური ბმის ტიპების არსებობა განაპირობებს მათი სტრუქტურული მოტივების მრავალფეროვნებას. ამ ნიშნით გამოყოფენ: კოორდინაციულ, კუნძულისებრ, ძეწკვისებრ, შრეებრივ და კარკასული სტრუქტურის მინერალებს.

კ ო ო რ დ ი ნ ა ც ი უ ლ ი ტ ი პ ი ს ს ტ რ უ ქ ტ უ რ ე ბ ი მსგავსია ქვამარილის სტრუქტურული ტიპის. მაგალითად, გალენიტის ტიპის კრისტალური სტრუქტურა არსებითად იგივეა, რაც ქვამარილის (ნახ. 38).

კ უ ნ ძ უ ლ ი ს ე ბ რ ი სტრუქტურები დამახასიათებელია: რეალგარისათვის და სხვ.

ძ ე წ კ ვ ი ს ე ბ რ ი სტრუქტურები დამახასიათებელია ანთიმონიტისათვის (Sb_2S_3). სტრუქტურას ქმნის კოვალენტური ბმით დაკავშირებული Sb და S ატომები. თითოეული ბაფთა უსასრულოა, პარალელურად არის ორიენტირებული და შეერთებული ნარჩენი— ვან-დერ-ვალსის კავშირებით, რაც განაპირობებს სრულ ტკეჩვადობას.

შ რ ე ე ბ რ ი ვ ი სტრუქტურის ტიპური მაგალითია მოლიბდენიტი (MoS_2), სადაც Mo ატომები S იონებთან იმყოფება ექვსმაგ კოორდინაციაში. ქმნის სამშრიან პაკეტებს, რომელთაგან შუა შრე Mo ატომებით არის აგებული, ხოლო ქვედა და ზედა შრეები — S ატომებით. შრეებს შორის კავშირი ხორციელდება ნარჩენი კავშირებით, რაც განაპირობებს მინერალის სრულ ტკეჩვადობას და კრისტალთა მორფოლოგიას.

სულფიდებსა და მათ მსგავს ნაერთებში ფართოდ არის წარმოდგენილი იზოვალენტური და ჰეტეროვალენტური იზომორფიზმის მოვლენები. აღსანიშნავია, რომ იზომორფულ ჩანაცვლებას ადგილი აქვს არა მარტო კათიონებში, არამედ ანიონებშიც. მაგალითად, სფალერიტში იზოვალენტური იზომორფიზმი ხორციელდება სქემით: Zn^{2+}= Fe^{2+}, Mn^{2+}, Pb^{2+}, ხოლო ჰეტეროვალენტური იზომორფიზმი $2Zn^{2+}$=Cu^{+}+Fe^{3+} სქემით. გალენიტში ჰეტეროვალენტური იზომორფიზმი ხორციელდება სქემით: $2Pb^{2+}$ = Ag^{+} + Sb^{3+} ან $2Pb^{2+}$= Ag^{+} + Bi^{3+}+ As^{3+}). გალენიტში აღინიშნება ასევე იზოვალენტური ჩანაცვლება ანიონურ ნაწილშიც [S^{2-}=Se^{2-}]. იზომორფული მინარევების სახით სულფიდებში დადგენილია იშვიათი და გაფანტული ელემენტებიც. სულფიდებში ფართოდ არის წარმოდგენილი პოლიმორფიზმის მოვლენები: მაგალითად, FeS_2-ის პოლიმორფული მოდიფიკაციებია: პირიტი (კუბური სინგონია) და მარკაზიტი (რომბული სინგონია); HgS-ის — სინგური (ტრიგონული სინგონია) და მეტაცინაბარიტი (კუბური სინგონია) და სხვ.

სულფიდებისა და მათი მსგავსი ნაერთების ფიზიკურ თვისებებს და კრისტალურ იერს განაპირობებს ქიმიური ბმის ტიპები და ქიმიური შედგენილობის ცვალებადობა. სულფიდები ხასიათდება ფერთა ფართო სპექტრით: რუხი, თითბერისებრ ყვითელი, მოყვითალო, ყვითელი, ნაცრისფერი, შავი და სხვა. მაგალითად, Ni და Co და ნაწილობრივ Fe და As შემცველი სულფიდების ფერი ვერცხლისებრ თეთრიდან — კალისებრ თეთრამდე იცვლება; Fe და Cu შემცველი სულფიდების — ყვითელ ან ტყვიისებრ ნაცრისფერებში, As შემცველ სულფიდებში — ლიმონისებრ ყვითელ და ნარინჯისებრ-წითელი ფერებში და სხვ.

სულფიდებსა და მათ მსგავს ნაერთებს არა აქვს დიდი სიმაგრე (საშუალოდ ის 2 და 4 შორის ცვალებადობს). Mo და As შემცველი სულფიდების სიმაგრე 2-დან 1-მდე იცვლება. შედარებით მაღალ სიმაგრეებს ფლობს Ni, Co, Fe, Pt სულფიდები (5—7); გარდამავალი სიმაგრით გამოირჩე-

ვა Cu, Zn და სხვ. სულფიდები (3—4); დანარჩენი სულფიდების სიმაგრეები ნაკლებია ან ტოლია 3-ის.

სულფიდები ხასიათდება მაღალი ხვედრითი წონით (>4), ცალკეულ შემთხვევაში ეს რიცხვი 3,5-მდე კლებულობს (დარიშხანის სულფიდები), ხოლო ზოგიერთ სულფიდში 10-მდე იზრდება (ვერცხლისწყლის სულფიდები). სულფიდებში ხვედრითი წონის ზრდა, ჩვეულებრივ, მინერალში მეტალის ატომური წონის ზრდის შესაბამისად ხდება.

სულფიდებისა და მათი მსგავსი ნაერთების უმრავლესობა გაუმჭვირვალეა; ახასიათებს ალმასის, მეტალური, ნახევრად მეტალური, ცხიმოვანი, ცვილისებრი ელვარება. სულფიდური მინერალების უმეტესობა კუბურ სინგონიაში კრისტალდება, მცირე ნაწილი — ჰექსაგონურში და რომბულში და კიდევ უფრო მცირე — მონოკლინურში.

კოორდინაციული სტრუქტურის სულფიდების ძირითადი ნაწილი კრისტალდება კუბურ სინგონიაში, დამახასიათებელია კარგად განვითარებული მარტივი ფორმები: (111), (100), (110); ხშირია აღნიშნულ მარტივ ფორმათა კომბინაციაც.

ძეწკვისებრი სტრუქტურის სულფიდები ძირითადად დაბალ და საშუალო კატეგორიებში კრისტალდება. ქმნის მარცვლოვან, წაგრძელებულ-პრიზმულ და ნემსისებური იერის კრისტალებს, წაგრძელების გასწვრივ კარგად განვითარებული ტკეჩვადობით.

შრეებრივი სტრუქტურის სულფიდები ხშირად ქმნის ქერცლოვან და ფირფიტოვან იერის კრისტალებს ერთი მიმართულებით იდეალურად გამოხატული ტკეჩვადობით.

სულფიდები და მათი მსგავსი ნაერთების მნიშვნელოვანი ნაწილი დაკავშირებულია ფუძე ქანებთან. ჩნდება მინერალწარმომქმნელი ენდოგენური პროცესების ადრეულ (ოროგენულ) სტადიაზე ჩანაწინწკლების, ბუდეებისა და ძარღვაკების სახით. სულფიდების სამრეწველო მნიშვნელობის საბადოები ჰიდროთერმული წარმოშობისაა. ჩნდება ეკზოგენურ პირობებშიც, საბადოების დაჟანგვისა და მეორადი სულფიდური ცემენტაციის ზონაში, აგრეთვე —

კონტაქტმეტასომატური მეტამორფიზმის ზონებში (სკარნული საბადოები); დადგენილია მეტეორიტებშიც.

სულფიდები და მათი მსგავსი ნაერთები პრაქტიკულად უხსნადებია, ზოგიერთი მათგანი განზავებულ მჟავეებშიც არ იხსნება. სულფიდური მინერალების წარმოშობის ხელსაყრელ პირობებს ქმნის ტუტე გარემო (pH>7). ამ ტიპის გარემოში H_2S დისოციაციის ხარისხის ზრდას თან ახლავს კონცენტრაციის ზრდაც. დადგენილია, რომ ხსნარიდან პირველ (საწყის) ეტაპზე კრისტალდება გოგირდის მინიმალური შემცველობის მაღალტემპერატურული სულფიდები. ტემპერატურის თანდათანობით შემცირების პირობებში—გოგირდის მაღალი შემცველობის სულფიდები.

სულფიდების სამრეწველო მნიშვნელობის საბადოების დიდი უმრავლესობა წარმოადგენს მაღალ- და საშუალოტემპერატურული ჰიდროთერმული მინერალწარმომშობი პროცესების პროდუქტებს. დედამიწის ზედაპირზე სულფიდების მნიშვნელოვანი ნაწილი, ჟანგბადის დიდი რაოდენობის არსებობის პირობებში, არამდგრადია, ადვილად იჟანგება და გადადის მეორად მინერალებში: სულფატებში, კარბონატებში, ჟანგებში, სილიკატებში და თვითნაბად მეტალებშიც კი; ადვილად იხსნება და იძლევა წყალში ადვილად ხსნად კარბონატებსა და სულფატებს (გამონაკლისს წარმოადგენს წყალში პრაქტიკულად უხსნადი ტყვიის სულფატი — ანგლეზიტი ($PbSO_4$).

სულფიდები დიდი პრაქტიკული მნიშვნელობის მინერალებია. წარმოადგენს ფერადი, კეთილშობილი და იშვიათი მეტალების მიღების ძირითად ნედლეულს.

სისტემატიკა

კოორდინაციული სტრუქტურის სულფიდები და არსენიდები

ქალკოზინის ჯგუფი
ქალკოზინი Cu_2S

გალენიტის ჯგუფი
გალენიტი PbS

სფალერიტის ჯგუფი
სფალერიტი ZnS
სინგური HgS

პიროტინის ჯგუფი
პიროტინი $Fe_{1-x}S$
ნიკელინი NiAs

პირიტის ჯგუფი
პირიტი FeS_2
მარკაზიტი FeS_2

არსენოპირიტის ჯგუფი
არსენოპირიტი FeAsS
კობალტინი (Co,Fe) AsS

ქალკოპირიტის ჯგუფი
ქალკოპირიტი $CuFeS_2$
ბორნიტი Cu_5FeS_4

კუნძულისებრი სტრუქტურის სულფიდები

რეალგარის ჯგუფი
რეალგარი AsS

ძეწკვისებრი სტრუქტურის სულფიდები

ანთიმონიტის ჯგუფი
ანთიმონიტი Sb_2S_3

შრეებრივი სტრუქტურის სულფიდები

აურიპიგმენტის ჯგუფი
აურიპიგმენტი As_2S_3

მოლიბდენიტის ჯგუფი
მოლიბდენიტი MoS_2

კოველინის ჯგუფი
კოველინი CuS

კოორდინაციული სტრუქტურის სულფიდები და არსენიდები

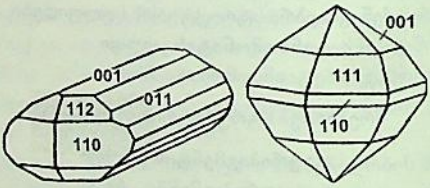
ქალკოზინი (სინ. სპილენძის კრიალა), Cu_2S. Chalkosin

სახელწოდება. ბერძ. ''ქალკოს'' სპილენძს ნიშნავს.

ქიმიზმი. ქალკოზინის შედგენილობა ახლოსაა მის თეორიულ შედგენილობასთან (Cu=79-80%). მინარევების სახით ყოველთვის შეიცავს: As (9,21%), Fe, Ag, Au, Co, Ni.

სინგონია, სიმეტრიის კლასი, სივრცობრივი ჯგუფი. გაჩნია ორი მოდიფიკაცია: რომბული. რომბული ბიპირამიდის კლასი. $3L^2$ 3PC; 2/m2/m2/m (დაბალტემპერატურული, 105°C ქვევით) და ჰექსაგონური (მაღალტემპერატურული, 105°C ზევით).

კრისტალოგრაფია. ჩვეულებრივ გვხვდება ცალკეული მარცვლების, ჩანაწინწკლების, მთლიანი მასებისა და წანაცხებების სახით. იშვიათია ფსევდოჰექსაგონური, ფსევდორომბული იერის მოკლესვეტოვანი კრისტა-



სურ. 37. ქალკოზინის კრისტალები

ლები. მინერალის ზედაპირი ხშირად დაფარულია მალაქიტისა და აზურიტის თხელი ფერადი ქერქებითა და წანაცხებებით. ახასიათებს მრჩობლები (100) და (110) მიმართ (სურ. 37.).

ფიზიკური თვისებები:

ფერი ფოლადისებრ ნაცრისფერი (საღ ზედაპირზე), შავი (ძველ მონატეხზე), ტყვიისებრ ნაცრისფერი.

ხაზის ფერი მუქი ნაცრისფერი.

ელვარება საღ ზედაპირზე მეტალური.

ტკეცრადობა (110) მიმართ ფრიად არასრული.

სიმაგრე 2.5—3.

ხვედრითი წონა 5.5—5.8.

მონატეხი ნიჟარისებრი.

ძალიან მსხვრევადია, იჭრება დანით, გაუმჭვირვალეა, ელექტრობის კარგი გამტარია, სუსტად ჭედადია.

დიაგნოსტიკური ნიშნები. ადვილად გამოიცნობა დაბალი სიმაგრით, შოკოლადისებრ-ნაცრისფერი ფერით, კარგად იხსნება HNO_3 — გოგირდის გამოყოფით და ცისფერი ხსნარის წარმოშობით. ადვილად იჭრება დანით.

წარმოშობა. ქალკოზინი ძირითადად არის ეკზოგენური (ჰიპერგენული) წარმოშობის მინერალი. ჩნდება სპილენძის პირველადი მინერალების შემცველი სულფიდური საბადოების ჰიპერგენული გამოფიტვის შედეგად მეორადი სულფიდური გამდიდრების (ცემენტაციის) ზონებში არიდულ და ნახევრად არიდული კლიმატის პირობებში. გვხვდება ქვიშრობებშიც.

ქალკოზინი, როგორც პირველადი მინერალი, იშვიათად გვხვდება ჰიდროთერმულ დაბალტემპერატურულ სულფიდურ ძარღვებში — პირიტთან, ქალკოპირიტთან, ბორნიტთან და კვარცთან ასოციაციაში.

საბადოები. საქართველოში ქალკოზინი გვხვდება მადნეულის სპილენძ-პოლიმეტალურ საბადოზე (ბოლნისის რ-ნი). საზღვარგარეთის ქვეყნებიდან ცნობილია ყაზახეთში (კოუნრადი და ჯეზკაზგანი), უზბეკეთში (ალ-მალიკი), ურალზე (ტურიის მაღაროები), გერმანიაში (მან-

სფლენდი), აშშ (ბიუტის, არიზონას შტატი), ესპანეთში (რიოტინტო), დიდ ბრიტანეთში (კორნუელი) და სხვ.

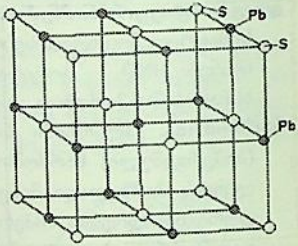
შეცვლა. ადვილად გადადის მალაქიტში, აზურიტში, კუპრიტში და სხვა.

გამოყენება. არის სპილენძით მდიდარი მადანი.

გალენიტი (სინ. ტყვიის კრიალა), PbS. Galenit

სახელწოდება ლათ.''გალენა'' ტყვიის მადანს ნიშნავს (სინ. ტყვიის ელვარება).

ქიმიზმი. გალენიტის ქიმიური შედგენილობა ახლოსაა თითქმის შეესაბამება) მის თეორიულ შედგენილობასთან (Pb=86,6%). მინარევების სახით მცირე რაოდენობით თითქმის ყოველთვის შეიცავს: Ag, Sb, Bi, იშვიათად Cd, Th, Mn, As. იზომორფიზმის სქემა ასეთია: $2Pb^{2+}=Ag^{+}+Bi^{3+}+Sb^{3+}$. ახასიათებს NaCl ტიპის სტრუქტურა, სადაც ტყვია იკავებს ნატრიუმის პოზიციას, გოგირდი -ქლორისას (სურ. 38).

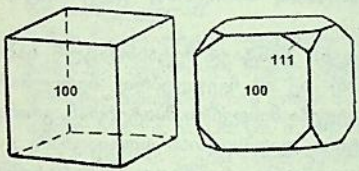


სურ. 38. გალენიტის სტრუქტურა

სინგონია, სიმეტრიის კლასი, სივრცობრივი ჯგუფი. კუბური. ჰექსაოქტაედრის კლასი. $3L^44L_6^36L^29PC;\ 4/m\ \bar{3}2/m$.

კრისტალოგრაფია. კრისტალები ჩვეულებრივია. გვხვდება კუბური, კუბოოქტაედრული და ოქტაედრული იერის კრისტალების სახით. ქმნის მასიურ, ფირფიტისებრ, წვრილმარცვლოვან და დატოტვილ აგრეგატებს და დრუზებს. გალენიტისათვის დამახასიათებელია ფსევდომორფოზები — ანგლეზიტის, ცერუსიტის, ბორნიტის მიმართ. ეპიტაქსიალური შენაზარდები სფალერ-

იტთან და ქალკოზინთან. ავითარებს მრჩობლებს (111) მიმართ (სურ.39).



სურ. 39. გალენიტის კრისტალები

ფიზიკური თვისებები:

ფერი ტყვიისფერ ნაცრისფერი.

ხაზის ფერი მოშავო ნაცრისფერი (ან ტყვიისფერ ნაცრისფერი).

ელვარება ძლიერ მეტალური.

ტკეჩვადობა (100) მიმართ სრული, იშვიათად (111) მიმართ.

სიმაგრე 2.5—3.

ხვედრითი წონა 7.4—7.5

მონატეხი საფეხურისებრი.

მსხვრევადია და გაუმჭვირვალე. ღღვება 1115^{0}C. სუსტი ელექტროგამტარია.

დიაგნოსტიკური ნიშნები. ადვილად გამოიცნობა მაღალი ხვედრითი წონით (სიმძიმით), იზომეტრული კრისტალებით, სრული ტკეჩვადობით, ფერით, სფალერიტთან პარაგენეზისით. გახურებისას გამოყოფს გოგირდოვან კვამლს, იხსნება HNO_3; დარტყმისას მცირე ზომის კუბებად იშლება. ძალიან მიაგავს ანთიმონიტს. ეს უკანასკნელი გალენიტისაგან განსხვავებით ხასიათდება წაგრძელებული ნემსისებური იერის კრისტალებით, ტკეჩვადობის მხოლოდ ერთი მიმართულებით, დაბალი ხვედრითი წონით და წაგრძელების გასწვრივ დაშტრიხვით.

წარმოშობა. გალენიტი არის სულფიდებს შორის ერთ-ერთი ფართოდ გავრცელებული — საშუალო და ტელე-

თერმულ-ჰიდროთერმული წარმოშობის მინერალი — ქალკოზინთან, პირიტთან, ვერცხლთან, ანგლეზიტთან, ცერუსიტთან, კვარცთან, ბარიტთან, ფლუორიტთან ასოციაციაში.

გალენიტი გვხვდება კონტაქტ-მეტასომატურ საბადოებში (სკარნებში). აქ ის ჩვეულებრივ წვრილმარცვლოვანია და გვხვდება მინდვრის შპატებთან, გრანატებთან, როდონიტთან, დიოპსიდთან ასოციაციაში. გალენიტი იშვიათად გვხვდება გრანიტულ პეგმატიტებში და ბიტუმინიზებულ კარბონატულ დანალექ ქანებშიც.

საბადოები. საქართველოში გალენიტის საბადოები ცნობილია კვაისაში (სამაჩაბლო). მადანგამოვლინებები აფხაზეთში. საზღვარგარეთის ქვეყნებიდან გალენიტის სამრეწველო საბადოებია შუა აზიაში (კანსაისა და კურგაშინის საბადოები), ჩრდილო კავკასიაში (სადონი), ავსტრალიაში (ბროკენჰილი), კანადაში (სალივინი), აშშ (ოკლაჰომას შტატი), ჩეხეთში, პოლონეთში, მექსიკაში და სხვ.

შეცვლა. ეკზოგენურ პირობებში გალენიტი არამდგრადი მინერალია. მისი შეცვლის პროდუქტებია: ცერუსიტი ($PbCO_3$), ანგლეზიტი ($PbSO_4$), პირომორფიტი ($Pb_5[PO_4]_3Cl$ და სხვ. აღნიშნული მინერალები ცუდად ხსნადი ნივთიერებებია, ჩვეულებრივ ქმნის ქერქებს, ბრკეებს და გალენიტის საღ ნაწილებს იცავს შემდგომი გარდაქმნისაგან.

გამოყენება. გალენიტი პრაქტიკულად არის ტყვიის ერთადერთი მადანი. წარმატებით გამოიყენება ელექტროდების, აკუმულატორების დამზადებაში, ელექტროსადენების დამცავ საშუალებად, არის საღებავის შემადგენელი ნაწილი, გამოიყენება მედიცინაში (რადიოაქტიური გამოსხივებისაგან დასაცავად) და სხვ. მისი გამოდნობისას ზოგჯერ ვერცხლს და ბისმუტსაც ღებულობენ.

სფალერიტი (სინ. ,,თუთიის ტყუარა''), ZnS. Sphalrit

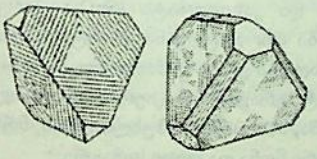
სახელწოდება. ბერძ. ''სფალეროს'' მატყუარას ნიშნავს. რაც დაკავშირებულია მისი გარეგნული იერით გამოცნობის სიძნელეებთან.

ქიმიზმი. სფალერიტის შედგენილობა იშვიათად თუ პასუხობს მის თეორიულ შედგენილობას (Zn=67,6%). იზომორფული მინარევების სახით თითქმის ყოველთვის შეიცავს: Mn, Fe, Sr, Ge, Ga, Ir, Hg, Cd, Te და სხვ. სფალერიტი 1020^0 C ზევით გახურებით გადადის ჰექსაგონურ მოდიფიკაციაში (Zn, Fe)S.

ნაირსახეობები: მარტიტი — მაღალტემპერატურული შავი ფერის რკინიანი (Fe=10%) სფალერიტი, კრისტოფიტი — რკინით მდიდარი (Fe=-26%) სფალერიტი, კლეიოფანი — დაბალტემპერატურული, რკინით გაღარიბებული ღია ყვითელი ან უფერო სფალერიტი, პრშიბრამიტი — კადმიუმიანი სფალერიტი, ბრუნკიტი — ფარულკრისტალური თირკმლისებრი აღნაგობის სფალერიტი, ვიურტციტი — მაღალტემპერატურული (1200^0 C) სფალერიტი.

სინგონია, სიმეტრიის კლასი, სივრცობრივი ჯგუფი. კუბური. ჰექსატეტრაედრის კლასი. $3L^2_4\ 4L^3\ 6P;\ 4\bar{3}m$.

კრისტალოგრაფია. ჩვეულებრივ გვხვდება კარგად განვითარებული ტეტრაედრული (სურ.40), იშვიათად რომბოდოდეკაედრული და ჰექსაედრული კრისტალების სახით. გვხვდება ასევე ოოლითების, მარცვლოვანი მასების, კონცენტრულ-ზონალური, ფარულკრისტალური აგრეგატებისა და ნადენი



სურ. 40. სფალერიტის კრისტალები

ფორმების (სტალაქტიტები, ქერქები) სახით(ტაბ.2.1). ახასიათებს შეზრდის მრჩობლები (111) მიმართ და ეპიტაქსიალური შენაზარდები ქალკოზინთან.

ფიზიკური თვისებები:

ფერი შავი (რკინით მდიდარი), ყავისფერი (რკინით ღარიბი), მოყვითალო უფერომდე, მომწვანო (Co შემცველობის გამო), მოწითალო-ლალისფერი და სხვ.

ხაზის ფერი თეთრი, ღია მოყვითალო ღია ყავისფრამდე. (იცვლება მინერალის შედგენილობის მიხედვით).

ელვარება მეტალური (რკინიანი სახესხვაობებისათვის), ალმასისებრი (რკინით ღარიბი სახესხვაობებისათვის).

ტკეჩვადობა (110) მიმართ სრული, ექვს სხვადასხვა მიმართულებით ორიენტირებულ სიბრტყეზე.

სიმაგრე 3.5—4,0.

ხვედრითი წონა 3.9—4.1.

მონატეხი საფეხურისებრი.

ფლობს პიეზოელექტრულ თვისებებს, ელექტრობის ცუდი გამტარია, ულტრაიისფერ სხივებში იძენს ლუმინესცენციისა და ფოსფორესცენციის უნარს.

დიაგნოსტიკური ნიშნები. ადვილად გამოიცნობა იზომეტრული იერის კრისტალებით, ძლიერი ალმასის ელვარებით, დაბალი ხვედრითი წონით, სრული ტკეჩვადობით და გალენიტთან პარაგენეზისით. სფალერიტი იხსნება HCl-ში (H_2S გამოყოფით) და კონცენტრირებულ HNO_3-ში (S გამოყოფით). სფალერიტი მიაგავს ვოლფრამიტს ($CaWO_4$) და კასიტერიტს (SnO_2). პირველი მათგანი ხასიათდება ფირფიტოვანი კრისტალებით და ახასიათებთ ტკეჩვადობა ერთი მიმართულებით, ხოლო მეორე ივითარებს ტეტრაედრული იერის კრისტალებს, არ აქვს ტკეჩვადობა, ახასიათებს მუხლისებრი მრჩობლები, მაღალი კუთრი წონა და დიდი სიმაგრე.

წარმოშობა. სფალერიტი ჰიდროთერმული წარმოშობის მინერალია — გალენიტთან, პირიტთან, ქალკოპირიტთან, პიროტინთან პარაგენეტურ ასოციაციაში. მაღალტემპერატურულ ჰიდროთერმულ საბადოებში სფალერიტი გამდიდრებულია რკინით და კალით, დაბალტემპერატურულ საბადოებში — Cd, Ni, Mg, Ge, Ga და სხვ. სფალერიტი ჩნდება ეკზოგენურ პირობებში—დანალექ ქანებში, იშვიათად ჩნდება ნახშირის საბადოებში ჩანაწინწკლების სახით. სფალერიტი განვითარებულია კონტაქტ-მეტასომატურ (სკარნი) და ზოგიერთ მაგმურ ქანებში მცირე ზომის კრისტალების სახით.

საბადოები. საქართველოში სფალერიტის საბადოა კვაისაში (სამაჩაბლო), მადანგამოვლინებები აფხაზეთში, გალენიტთან პარაგენეტურ ასოციაციაში. საზღვარგარეთის ქვეყნებიდან სფალერიტის ძირითად მომპოვებელ ქვეყნებად ითვლება: რუსეთი (ჩრდილო კავკასია, ურალი, ალტაის მხარე), კანადა, შვეცია, ჩეხეთი (პრშიბრამის საბადო), ავსტრალია, პოლონეთი, ესპანეთი (სანტანდერის საბადო), შვეიცარია (ბინენტალის საბადო), იაპონია, პერუ, მექსიკა, აშშ, რუმინეთი და სხვა.

შეცვლა. დედამინის ზედაპირზე სფალერიტი არამდგრადი მინერალია. მისი შეცვლის პროდუქტებია: სმიტსონიტი ($ZnCO_3$) და ჰემიმორფიტი ($Zn_4[OH]_2[Si_2O_7)]H_2O$).

გამოყენება. სფალერიტი არის თუთიის ძირითადი მადანი. გზადაგზა იღებენ კადმიუმს, ინდიუმს, გალიუმს, გერმანიუმს. გამოიყენება თითბრის (Cu+Zn) დასამზადებლად, ხმარობენ აკუმულატორების წარმოებაში; წარმატებით გამოიყენება საღებავების დასამზადებლად, კვებისა და სამედიცინო მრეწველობაში. ის შეიძლება გამოყენებულ იქნეს, როგორც გეოლოგიური თერმომეტრი.

სინგური, HgS. Cinnabarit

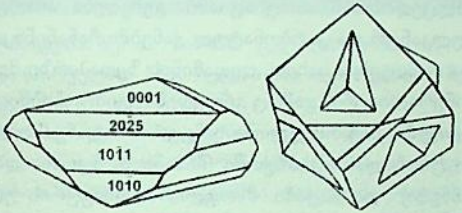
სახელწოდება. არაბულად ''კინოვარი'' გველეშაპის, ურჩხულის სისხლს ნიშნავს და მინერალის ფერზე მიუთითებს. არის სხვა მოსაზრებაც, რომლის მიხედვით სინგურის სახელი შეიძლება ინდოეთიდან მოდიოდეს, სადაც მას წითელ ფისს უწოდებენ (ფისთან წითელი ფერის მსგავსები გამო).

ქიმიზმი. სინგურის თეორიული შედგენილობა ახლოსაა იდეალურ ფორმულასთან (Hg=86,2%). მინარევების სახით მონაწილეობს: Te, Se, Sb, As, Cr, Fe, Cu და სხვ. ხშირად გაჭუჭყიანებულია ბიტუმებით.

ნაირსახეობა: მეტაცინაბარიტი — სინგურის მაღალტემპერატურული (344^0 C ტემპერატურის ზევით) კუბური მოდიფიკაცია.

სინგონია, სიმეტრიის კლასი, სივრცობრივი ჯგუფი. ტრიგონული (დაბალტემპერატურული მდგრადი მოდიფიკაცია 344^0 C ქვევით). ტრიგონული ტრაპეცოედრის კლასი. $L^3\ 3L^2$; 32. კუბური (მაღალტემპერატურული მოდიფიკაცია 344^0 C ზევით). ჰექსატეტრაედრის კლასი. $3L_4^2\ 4L^3\ 6P$; $4\ \bar{3}m$.

კრისტალოგრაფია. ძირითადად გვხვდება სქელფირფიტოვანი და რომბოედრული კრისტალების სახით (სურ. 41ა). იშვიათია პრიზმული იერის კრისტალები. ხშირად ქმნის ჩანაწინწკლებს, წანაცხებებს, ქერქებს, მასიურ და მიწისებურ აგრეგატებს. ცნობილია სინგურის ეპიტაქსიალური შენაზარდები ფლუორიტთან; ფსევდომორფოზები — ანთიმონიტის ნემსისებური კრისტალების მიმართ; ახასიათებს ჩაზრდის მრჩობლები (0001) მიმართ (სურ. 41ბ).



ა ბ

სურ. 41. სინგურის კრისტალი (ა) და მრჩობლი (ბ)

ფიზიკური თვისებები:

ფერი ღია წითელი, ყავისფერ -წითელი, მუქი წითელი, ჟოლოსებრ წითელი.

ხაზის ფერი წითელი.

ელვარება ალმასისებრი, უახლოვდება მეტალოიდურს.

ტკეცვადობა $(10\bar{1}0)$ მიმართ სრული.

სიმაგრე 2—2.5.

ხვედრითი წონა 8.09.

მონატეხი ნახევრად ნიჟარისებრი, უსწორმასწორო. თხელ შლიფებში გამჭვირვალეა, მსხვრევადია, დიამაგნიტური, ადვილად იჭრება დანით.

დიაგნოსტიკური ნიშნები. ადვილად გამოიცნობა დამახასიათებელი მუქი წითელი ფერით, დაბალი სიმაგრით, სრული ტკეცვადობით, მაღალი ხვედრითი წონით, გახურებისას ორთქლდება (კვამლი მომწამლავია). იხსნება სამეფო წყალში. H_2SO_4 და HNO_3 არ რეაგირებს.

წარმოშობა. სინგური არის ტიპური დაბალტემპერატურული ჰიდროთერმული მინერალი. ის ჩვეულებრივ გვხვდება ჰიდროთერმულ ძარღვებში ჩანაწინწკლების სახით — გალენიტთან, სფალერიტთან, ანთიმონიტთან, ფლუორიტთან, ბარიტთან, კვარცთან, კალციტთან,

ქალცედონთან ასოციაციაში. გვხვდება ახალგაზრდა ვულკანურ და კარბონატულ ქანებში ჩანაწინწკლებისა და ძარღვების სახით. დედამინის ზედაპირზე მდგრადი მინერალია, რის გამოც გროვდება ქვიშრობებშიც.

საბადოები. საქართველოში სინგურის მადანგამოვლინებები ცნობილია აფხაზეთში (ჩამაშხის, შურასა და ახეის უბნები) და რაჭაში. მსოფლიოში სინგურის უდიდესი საბადოა ესპანეთში (ალმანდენი). როგორც აღნიშნავენ, საბადოს ექსპლუატაცია ძველი რომის დროიდან იწყება. თუ პლინიუსის მონაცემებს დავეყრდნობით, ამ საბადოდან რომში ყოველწლიურად შემოჰქონდათ 10 000 ფუნტის ვერცხლისწყალი. საბადო ამჟამადაც წარმატებით ფუნქციონირებს და როგორც გამოთვლილმა მარაგებმა უჩვენეს, მას შეუძლია დააკმაყოფილოს ვერცხლისწყალზე მსოფლიო მოთხოვნილება კიდევ 100 წლის განმავლობაში. ვერცხლისწყლის საბადოები ცნობილია იტალიაში, აშშ-ში, ჩინეთში, იუგოსლავიაში, პერუში, ყირგიზეთში (ხაიდარკანის საბადო), უკრაინაში (ნიკიტოვკის საბადო), რუსეთში (ალტაისა და ჩუკოტკის საბადოები) და სხვ.

გამოყენება. სინგური არის ვერცხლისწყლის ერთადერთი მადანი და ძვირფასი ბუნებრივი წითელი საღებავი. წარმატებით გამოიყენება ტყავის მრეწველობაში, ასანთის წარმოებაში, როგორც კატალიზატორი, ქიმიურ მრეწველობაში. ვერცხლისწყლის დახმარებით ახდენენ მადნიდან ოქროსა და ვერცხლის გამოყოფას (ამალგამიზაციის მეთოდი).

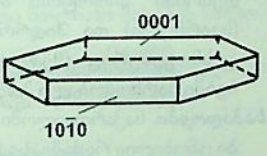
პიროტინი (სინ.მაგნიტური ალმადანი), $Fe_{1-x}S$. Pyrrotin.

სახელწოდება. ბერძ. ''პიროს'' ცეცხლს, მოწითალოს ნიშნავს (პირველად 1766 წელს იქნა აღმოჩენილი მეტეორიტებში).

ქიმიზმი. პიროტინში დადგენილია რკინის დეფიციტი გოგირდთან შედარებით (S=50-56%), რასაც გოგირდის სიჭარბით ხსნიდნენ. შემდგომმა კვლევებმა დაადასტურა, რომ გოგირდის სიჭარბე შეუძლებელია იმის გამო, რომ პიროტინის სტრუქტურაში თითოეული ადგილი გოგირდის დამატებითი ანიონისათვის არ რჩება. პიროტინში მინარევების სახით თითქმის ყოველთვის მონაწილეობს: Ni, Co, Cu და სხვ.

სინგონია, სიმეტრიის კლასი, სივრცობრივი ჯგუფი. მონოკლინური (დაბალტემპერატურული მდგრადი მოდიფიკაცია 250^0 C ქვევით), პრიზმული კლასი. L^2PC; 2/m. ჰექსაგონური (მაღალტემპერატურული მოდიფიკაცია, მდგრადი 300^0 C ზევით), დიჰექსაგონური ბიპირამიდის კლასი. L^6 $6L^2 7PC$; 6/m 2m/2/m.

კრისტალოგრაფია. იშვიათია ფსევდოჰექსაგონური კრისტალების სახით (სურ. 42). ჩვეულებრივ გვხდება წვრილმარცვლოვანი მასების, ჩანაწინწკლების, ფირფიტისებრი და პირამიდული იერის კრისტალების სახით. ახასიათებს ეპიტაქსიალური შენაზარდები გალენიტთან. მრჩობლები იშვიათია შეზრდის სიბრტყე ($10\bar{1}2$).



სურ. 42. პიროტინის კრისტალი

ფიზიკური თვისებები:

ფერი თითბრისებრ ყვითელი.

ხაზის ფერი მონაცრისფრო-შავი, შავი, მორუხო-შავი.

ელვარება მეტალური — საღ ზედაპირზე, ზოგჯერ მქრქალი.

ტკეჩვადობა (1010) –ის მიმართ ძლიერ არასრული.
სიმაგრე 3.5—4-5.
ხვედრითი წონა 4.5—4.6.
მონატეხი უსწორმასწორო, ნახევრად ნიჟარისებრი.
მსხვრევადია, ფერომაგნიტური (მაგნიტურობის ხარისხი იზრდება რკინის შემცველობის ზრდის შესაბამისად), ელექტრობის კარგი გამტარია, გაუმჭვირვალეა, ლღვება 1190° C.

დიაგნოსტიკა. ადვილად გამოიცნობა ფერით, ელვარებით, სუსტი მაგნიტური თვისებებით (მოქმედებს მაგნიტურ ისარზე). მიაგავს ქალკოპირიტს და პირიტს. პირველისათვის დამახასიათებელია მომწვანო-მოყვითალო ფერი, არამაგნიტურია, მეორისათვის — კუბური იერის კრისტალები და ოქროსებრ-ყვითელი ფერი. პიროტინი ძნელად იხსნება HNO_3 და HCl-ში; უკანასკნელში H_2S გამოყოფით.

წარმოშობა. პიროტინი არის მაგმური წარმოშობის მინერალი. დაკავშირებულია ფუძე ქანებთან (განსაკუთრებით ნორიტებთან), ჩანაწინწკლების სახით ქალკოპირიტთან და პენტლანდიტთან ასოციაციაში. ამ ტიპის საბადოებში პიროტინი შეიცავს Ni მნიშვნელოვან რაოდენობას. პიროტინი არის კონტაქტ-მეტასომატური (სკარნული) და ჰიდროთერმული წარმოშობის, არის კოსმოგენურიც (მეტეორიტული). ეკზოგენურ პირობებში წარმოშობილი პიროტინი იშვიათია.

საბადოები. საქართველოში პიროტინის მადანგამოვლინებები ცნობილია რაჭაში, სვანეთში. კავკასიონის სამხრული ფერდის ფარგლებში აღწერილია სპილენძ-პიროტინიანი ძარღვები.

საზღვარგარეთის ქვეყნებიდან პიროტინის საბადოები ცნობილია: რუსეთში (კოლის ნახევარკუნძულზე (მონჩეტუნდრა), კრასნოიარსკის მხარეში და სხვ), რუ-

მინეთში, იუგოსლავიაში, იტალიაში, ბრაზილიაში, კანადაში (სედბერი), აფრიკაში (ბუშველდის კომპლექსი), შვეციაში, ნორვეგიაში, ფინეთში, აშშ (ტექსასისა და მეინის შტატები).

შეცვლა. დედამინის ზედაპირზე პიროტინი არამდგრადი მინერალია და ადვილად იჟანგება. გადადის პირიტში, მარკაზიტში, ლიმონიტში. ქმნის ფსევდომორფოზებს პირიტისა და მინდვრის შპატების მიმართ.

გამოყენება. პიროტინს იყენებენ გოგირდმჟავას წარმოებაში, ამუშავებენ მასთან დაკავშირებულ Ni, Co, Cu, Pb, Pt გამო. არის გოგირდისა და რკინის მადანი.

ნიკელინი (სინ. ნიკოლიტი), NiAs. Nikelin

სახელწოდება. სახელი დაერქვა ნიკელის შემცველობის გამო.

ქიმიზმი. Ni=43.9%. მინარევების სახით მცირე რაოდენობით თითქმის ყოველთვის შეიცავს: Fe, Co, S, Sb.

სინგონია, სიმეტრიის კლასი, სივრცობრივი ჯგუფი. ჰექსაგონური. დიჰექსაგონური ბიპირამიდის კლასი. $L^6 6L^2 7PC$; 6/m 2m/2/m.

კრისტალოგრაფია. ნიკელინი კრისტალების სახით იშვიათია. ჩვეულებრივ გვხვდება წვრილმარცვლოვანი, მასიური, თირკმლისებრი, დენდრიტული, ზონალურ-კონცენტრული აგრეგატებისა და მთლიანი მასების სახით.

ფიზიკური თვისებები:

ფერი ბაცი ვარდისფერი, ბაცი სპილენძისებრ წითელი.

ხაზის ფერი რუხი-შავი, შავამდე, რუხი-ყავისფერი.

ელვარება მეტალური.

ტკეჩვადობა (1010) მიმართ არასრული.

სიმაგრე 5—5.5.

ხვედრითი წონა 7—7.5.

მონატეხი უსწორმასწორო, ნიჟარისებრი.

მსხვრევადია, არამაგნიტური და გაუმჭვირვალე. არის ელექტრობის კარგი გამტარი.

დიაგნოსტიკური ნიშნები. ადვილად გამოიცნობა ფერით, მაღალი ხვედრითი წონით, გახურებით გამოყოფს ნივრის სუნს და დარიშხანოვან კვამლს. ადვილად იხსნება HNO_3-ში მომწვანო ფერის ხსნარის წარმოქმნით. მიაგავს ბორნიტს, რომლისაგან დიდი სიმაგრით და ჟღალა ფერების უქონლობით განსხვავდება.

წარმოშობა. ნიკელინი არ მიეკუთვნება ბუნებაში ფართოდ გავრცელებულ მინერალთა ჯგუფს. ის მაგმური წარმოშობის მინერალია და დაკავშირებულია ულტრაფუძე და ფუძე შედგენილობის ქანებთან, სადაც ასოცირდება პირიტთან, პიროტინთან, ქალკოპირიტთან. გვხვდება Co-Ni-Ag და U-Bi შემცველ ჰიდროთერმულ ძარღვებსა და საბადოებში — თვითნაბად ვერცხლთან, ბისმუტთან, Ni-Co სულფიდებთან და არსენიდებთან ასოციაციაში.

საბადოები. საქართველოში ნიკელინის საბადოები არ არის. საზღვარგარეთის ქვეყნებიდან ნიკელინის ცნობილი საბადოებია: რუსეთში (ტიხვინის საბადო), კანადაში (ონტარიოს შტატი), იაპონიაში, გერმანიაში, ჩეხოსლოვაკიაში და სხვ.

შეცვლა. დედამიწის ზედაპირზე ნიკელინი არამდგრადია და ადვილად იცვლება მწვანე და ღია მწვანე ფერის — ანაბერგიტის ($Ni(AsO_3)_2 \cdot 8H_2O$) წარმოქმნით.

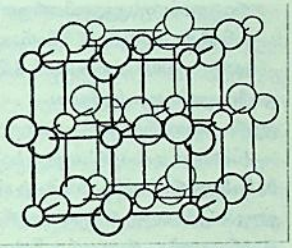
გამოყენება. არის ნიკელის მეორეხარისხოვანი მადანი.

პირიტი (სინ. გოგირდის ალმადანი), FeS_2. Pyrit.

სახელწოდება. ბერძ. ''პიროს'' ცეცხლს ნიშნავს (ფოლადის საგნის დარტყმით გამოყოფს ნაპერწკლებს).

ქიმიზმი. Fe=46.6%. პირიტის შედგენილობა ახლოსაა მის თეორიულ შედგენილობასთან. იზომორფული მინარევების სახით მცირე რაოდენობით მონაწილეობს: As, Zn, Au, Sb, Co, Ni. პირიტის სტრუქტურას აქვს კუბური ელემენტარული უჯრედი, რომელიც დიდ მსგავსებას

იჩენს გალენიტის სტრუქტურასთან, იმ განსხვავებით, რომ პირიტის სტრუქტურაში იქმნება კოვალენტურად დაკავშირებული გოგირდის დაწყვილებული ატომები $(S_2)^{2-}$, რომლებიც კუნძულისებურად ჩამოყალიბებულ ჯგუფებს ქმნის. პირიტის სტრუქტურას განიხილავენ, როგორც NaCl სტრუქტურიდან წარმოქმნილს, სადაც რკინის ატომები ნატრიუმის პოზიციას იკავებს, ქლორისას — გოგირდი (სურ.43).

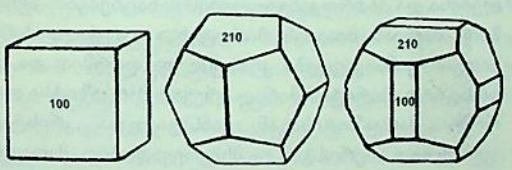


სურ. 43. პირიტის სტრუქტურა

ნაირსახეობა. მელნიკოვიტ-პირიტი — ფარულკრისტალური პირიტი.

სინგონია, სიმეტრიის კლასი, სივრცობრივი ჯგუფი. კუბური. დიდოდეკაედრის კლასი. $3L^2\,4L_6^3\,3PC;\ 2/m\bar{3}$.

კრისტალოგრაფია. როგორც წესი, დამახასიათებელია: კუბური (100), პენტაგონდოდეკაედრული (210) და ოქტაედრული (111) იერის კრისტალები კუბების წახნაგზე ნათლად გამოხატული დაშტრიხვით (სურ. 44). პირიტის იდეალურად განვითარებულ კრისტალებთან ერთად გვხვდება: კონკრეციები, მასიური, მარცვლო-



სურ. 44. პირიტის კრისტალები

ვანი, კონცენტრულ-სხივოსნური, სფეროსებრი და თირკმლისებრი აგრეგატები. ახასიათებს ეპიტაქსიალური შენაზარდები — კოველინთან, პიროტინთან, გალენიტთან, ქალკოპირიტთან, კვარცთან და ფლუორიტთან; ფსევდომორფოზები — პიროტინისა და ლიმონიტის მიმართ. ხშირად გვხვდება მრჩობლებისა და დრუზების სახით (ტაბ 2.2, 2.3).

ფიზიკური თვისებები:

ფერი თითბრისებრ ყვითელი, ჩალისებრ ყვითელი, შავი (წმინდა დისპერსიული სახესხვაობებისათვის).

ხაზის ფერი მომწვანო-შავი ან მორუხო.

ელვარება ძლიერ მეტალური.

ტკეჩვადობა, როგორც წესი, არ აქვს. ზოგჯერ ვლინდება (100) და (111) მიმართ.

სიმაგრე 6—6.6.

ხვედრითი წონა 5.01.

მონატები ნიჟარისებრი, უსწორმასწორო.

არის პარამაგნიტური, ელექტრობის სუსტი გამტარი, მსხვრევადია და გაუმჭვირვალე.

დიაგნოსტიკური ნიშნები: ადვილად გამოიცნობა ფერით, კრისტალთა ფორმებით, წახნაგებზე — შტრიხებით, დიდი სიმაგრით (დანას ფხაჭნის), HCl უხსნადობით (წვრილი ფხვნილი მთლიანად იხსნება კონცენტრირებულ აზოტის სიმჟავეში), ზედაპირზე რკინის ჟანგეულებისა და ჰიდროჟანგეულების წანაცხებების არსებობით. ძალიან მიაგავს პიროტინსა და ქალკოპირიტს. მათგან განსხვავდება კრისტალთა ფორმით და დიდი სიმაგრით. პირიტი ხშირად ერევათ მარკაზიტსა და ოქროში. მარკაზიტისაგან განსხვავდება კრისტალთა ფორმებით, ოქროსგან — მსხვრევადობით, მაღალი სიმაგრით, ნაკლები ხვედრითი წონით და შეცვლის პროდუქტების არსებობით.

წარმოშობა. პირიტი გოგირდოვან ნაერთებს შორის ერთ-ერთი ყველაზე გავრცელებული მინერალია, რაც განპირობებულია მისი განსხვავებულ პირობებში და ტემპერატურულ ინტერვალში წარმოქმნით. პირიტი, როგორც აქცესორული მინერალი, შეიძლება შეგვხვდეს დანალექ, მაგმურ და მეტამორფულ ქანებში; ასევე პეგმატიტებში, ჰიდროთერმულ სულფიდურ და მეტასომატური ტიპის ძარღვებში. პირიტის სამრეწველო ტიპის საბადოები ჩვეულებრივ დაკავშირებულია ჰიდროთერმულ პროცესებთან. მეტასომატური ტიპის საბადოებში პირიტის კუბური იერის კრისტალები დამახასიათებელია მაღალი და დაბალტემპერატურული ზონებისათვის. ხშირია პირიტის ჩანაწინწკლები და კონკრეციები დანალექ ქანებში, სადაც ისინი აღდგენითი გარემოს პირობებში ჩნდება. დანალექი გზით ჩნდება პირიტის ფარულკრისტალური სახესხვაობა — მელნიკოვიტ-პირიტი. პირიტი შეიძლება გაჩნდეს ასევე ორგანული მასალით გამდიდრებული თიხური ნალექების მეტამორფიზმის ხარჯზე. ფართოდ არის გავრცელებული ქვანახშირის საბადოებში კონკრეციების სახით.

საბადოები. პირიტის საბადოები საქართველოში არ არის, თუმცა იგი ფართო გავრცელებით სარგებლობს სხვადასხვა ტიპის თიხაფიქლების სერიის ქანებში. გვხვდება მადნეულის სპილენძ-პოლიმეტალურ საბადოზე. საზღვარგარეთის ქვეყნებიდან პირიტის მსოფლიო მნიშვნელობის საბადოები ცნობილია ესპანეთში (რიო-ტინტო). სხვა ქვეყნებიდან მოიპოვება პორტუგალიაში, აშშ (ნიუ-იორკის და ვირჯინიის შტატები), ურალზე და სხვ.

შეცვლა. დედამიწის ზედაპირზე ან მასთან სიახლოვეს პირიტი ადვილად ექვემდებარება გამოფიტვის პროცესებს, თითქმის მთლიანად გადადის რკინის ჟანგეულებ-

სა და ჰიდროჟანგეულებში, ჩვეულებრივ ლიმონიტსა და გოეთიტში.

გამოყენება. პირიტს გოგირდმჟავას (H_2SO_4) მისაღებად იყენებენ. პირიტის შემცველი ქანები სამშენებლო მასალად არ გამოდგება, რადგან პირიტის დაჟანგვამ შეიძლება გამოიწვიოს შემცველი ქანების დაშლა და ფერის მკვეთრი ცვალებადობა. მეტალურგიულ პროცესში ითვლება მავნე მინერალად. მავნეა ქვანახშირის მრეწველობაშიც, რადგან შახტებში მეთანის (CH_4) დიდი რაოდენობით არსებობის შემთხვევაში პირიტის ნაპერწკალმა შეიძლება გამოიწვიოს ნგრევა და მას მოჰყვეს ადამიანთა მსხვერპლიც. პირიტი შეიძლება გამოყენებულ იქნეს, როგორც გეოლოგიური თერმომეტრი. ზოგჯერ წარმოადგენს ოქროს, ტალიუმის, სპილენძის (სპილენძიანი პირიტი), თუთიის, ნიკელის წყაროს. ადრე პირიტს სამკაულებადაც იყენებდნენ.

მარკაზიტი, FeS_2, Markasit

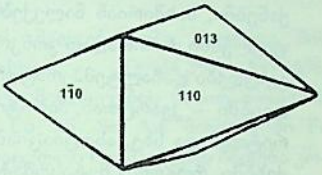
სახელწოდება. მინერალის სახელის წარმომავლობა არ არის დადგენილი. არაბები მარკაზიტს უწოდებდნენ ბისმუტს, სურმას, შემდეგ გოგირდის კოლჩედანს (პირიტს).

ქიმიზმი. მარკაზიტის შედგენილობა ახლოსაა თეორიულ შედგენილობასთან (Fe=46,6%); იზომორფული მინარევების სახით შეიცავს: As, Sb, Bi, Ni, Co.

სინგონია, სიმეტრიის კლასი, სივრცობრივი ჯგუფი. რომბული. რომბული ბიპირამიდის კლასი. $3L^23PC$; $2/m2/m2/m$.

კრისტალოგრაფია. კრისტალები ხშირად ფირფიტისებრია, გვხვდება ბიპირამიდული, იშვიათად მოკლე სვეტოვანიც (სურ. 45, ტაბ. 2.4). ჩვეულებრივ განვითარებულია სტალაქტიტების, კონკრეციების, სფეროლითების, თირკმლი-

სებური, სხივოსნური, ზონალურ-კონცენტრიული და სოლისებური აგრეგატების სახით. ქმნის ე.წ. ''მამლის ბიბილოს'' მსგავს მსხვილ კრისტალთა შენაზარდებს. ახასიათებს შუბისებრი და სავარცხლისებრი მრჩობლები (100) მიმართ. ქმნის ეპიტაქსიალურ შენაზარდებს პირიტის მიმართ.



სურ. 45. მარკაზიტის კრისტალი

ფიზიკური თვისებები:

ფერი ბაცი, თითბრისებრ ყვითელი, გადაჰკრავს მომწვანო ელფერი. ჰაერზე დიდი ხნით გაჩერების შემთხვევაში საღ ზედაპირზე იძენს ფოლადისებრ თეთრ ფერს.

ხაზის ფერი მუქი მომწვანო, ან ყავისებრ შავი.

ელვარება მეტალური.

ტკეცვადობა არასრული (101) მიმართ.

სიმაგრე 6—6.5.

ხვედრითი წონა 4.89.

მონატეხი უსწორმასწორო.

გაუმჭვირვალეა, ელექტრობას ატარებს ცუდად.

დიაგნოსტიკური ნიშნები. ადვილად გამოიცნობა სოლისებური და ფენობრივი კრისტალთა იერით, დიდი სიმაგრით, საღ ზედაპირზე მომწვანო ფერით; მარკაზიტის ფხვნილზე აზოტის სიმჟავის ზემოქმედებით მცირე დროით დაყოვნების შემდეგ მინერალი იწყებს დუღილს, შემდეგ მთლიანად გაიხსნება გოგირდის გამოყოფით. ზოგიერთი ფიზიკური თვისებებით მიაგავს პირიტს, რომლისაგანაც განსხვავდება კრისტალთა ფორმებით და ეკზოგენურ პირობებში ნაკლები გამძლეობით.

წარმოშობა. მარკაზიტი ძირითადად ეპიზოგენური წარმოშობის მინერალია. ფართო გავრცელება აქვს დანალექ ქანებში, ნახშირიან ნალექებში, ქვიშაქვებსა და თიხაფიქლებში ძირითადად კონკრეციების სახით. იშვიათად გვხვდება დაბალტემპერატურულ ჰიდროთერმულ ძარღვებში — კვარცთან, პირიტთან, გალენიტთან, სფალერიტთან და სხვ. ასოციაციაში. ხშირად გვხვდება კირქვებში, როგორც მეტასომატური წარმოშობის მინერალი; ფართო გავრცელება აქვს მადნიანი საბადოების ჟანგვის ზონაში.

საბადოები. საქართველოში მარკაზიტის დამოუკიდებელი საბადოები არ არის. მათი დანაგროვები გვხვდება საქართველოს სხვადასხვა რეგიონში გავრცელებული იურული ასაკის თიხაფიქლებში, ნახშირიანი და ფერადი წყებების ნალექებში კონკრეციების სახით. საზღვარგარეთის ქვეყნებიდან მარკაზიტის ცნობილი საბადოებია ჩეხეთში (თიხებში), ინგლისში (ცარცული ასაკის კირქვებში), აშშ და სხვ.

შეცვლა. დედამიწის ზედაპირზე გამოფიტვის ზონაში მარკაზიტი პირიტთან შედარებით ადვილად იშლება. პროცესი რკინის ჰიდროჟანგების (ლიმონიტი), რკინის სულფატებისა და თავისუფალი გოგირდმჟავას წარმოქმნით მთავრდება. 350°C ზევით გადადის პირიტში.

გამოყენება. მარკაზიტი შეიძლება გამოყენებულ იქნეს გოგირდმჟავას წარმოებაში. პირიტის მსგავსად ითვლება მავნე მინერალად ნახშირის შახტებში და ცეცხლგამძლე თიხებში. ის დიდად აუარესებს თიხების ცეცხლგამძლეობის ხარისხს და წვის დროს გამოყოფს SO_2 დიდ რაოდენობას.

არსენოპირიტი (სინ.დარიშხანის ალმადანი), FeAsS
Arsenopyrit.

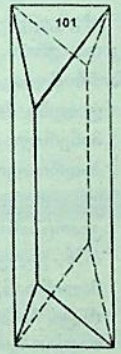
სახელწოდება. სახელი დაერქვა შედგენილობის მიხედვით (დარიშხანიანი პირიტი).

ქიმიზმი. არსენოპირიტის შედგენილობა ახლოსაა მის თეორიულ ფორმულასთან — Fe=34.3%, As=46%, S=19.7%. იზომორფული მინარევების სახით თითქმის ყოველთვის შეიცავს: Co, Ni, Se, Au. მინერალში Fe ნაწილი შეიძლება ჩაინაცვლოს Co. შედეგად ჩნდება კობალტით მდიდარი მინერალი გლაუკოდოტი (Co, FeAsS).

ნაირსახეობა. გლაუკოდოტი — კობალტით მდიდარი არსენოპირიტი.

სინგონია, სიმეტრიის კლასი, სივრცობრივი ჯგუფი. მონოკლინური. პრიზმის კლასი. L^2PC; 2/m.

კრისტალოგრაფია. ძირითადად განვითარებულია მოკლე პრიზმული, ფსევდორომბული ჰაბიტუსის კრისტალების სახით (სურ. 46). ახასიათებს წაგრძელებული, ნემსისებრი, სოლისებრი კრისტალებიც C ღერძის გასწვრივ მკაფიოდ გამოხატული დაშტრიხვით. გვხვდება ასევე მკვრივი, წვრილმარცვლოვანი, მასიური, სხივოსნური აგრეგატების, დრუზებისა და ჩანაწინწკლების სახით. ქმნის ეპიტაქსიალურ შენაზარდებს გალენიტთან, პირიტთან და პიროტინთან. ახასიათებს მრჩობლები (001) მიმართ. ზოგჯერ ქმნის ჯვრის მსგავს მრჩობლებს (100) და (001) შემრჩობლის გამო.



სურ. 46. არსენოპირიტის კრისტალი

ფიზიკური თვისებები:

ფერი იცვლება ვერცხლისებრ თეთრიდან ფოლადისებრ ნაცრისფრამდე.

ხაზის ფერი რუხი-შავი, მონაცრისფრო.

ელვარება მეტალური.

ტკეჩვადობა არასრული (101) მიმართ.

სიმაგრე 5—5.5.

ხვედრითი წონა 6.07.

მონატეხი უსწორმასწორო.

არის მსხვრევადი, გაუმჭვირვალე. ელექტრობას ატარებს.

დიაგნოსტიკური ნიშნები. არსენოპირიტი ადვილად გამოიცნობა ფერით, სიმაგრით (დანას ფხაჭნის). მექანიკური ძალის მოქმედებით გამოყოფს კვამლს და ნივრის სუნს. იხსნება HNO_3 -ში გოგირდისა და არსენოლიტის (As_2O_3) გამოყოფით. მიაგავს მარკაზიტს. მისგან განსხვავდება ვერცხლისებრ-თეთრი ფერით და კრისტალთა იერით.

წარმოშობა. არსენოპირიტი დარიშხანის შემცველ სულფიდებს შორის მიეკუთვნება ფართოდ გავრცელებულ მინერალს. ჩნდება საშუალო და მაღალტემპერატურულ ჰიდროთერმულ სტადიაზე. ძირითადად განვითარებულია მაღალტემპერატურულ ჰიდროთერმულ ოქრო-კვარციან ძარღვებში — კასიტერიტთან, ვოლფრამიტთან, გალენიტთან, სფალერიტთან, ვერცხლთან, ტურმალინთან, ქალკოპირიტთან ასოციაციაში. არსენოპირიტი ნანახი იქნა დანალექ ქანებშიც და მაღალტემპერატურულ კასიტერიტიან ძარღვებშიც. შედარებით შეზღუდული გავრცელება აქვს არსენოპირიტს დაბალტემპერატურულ ჰიდროთერმულ ძარღვებში — კვარცთან და ოქროსთან ასოციაციაში. მცირე გავრცელებით სარგებლობს გრანიტულ პეგმატიტებში და კონტაქტ-მეტამორფულ საბადოებში.

საბადოები. საქართველოში არსენოპირიტის მცირე მასშტაბის საბადოები მდ. ცხენისწყლის სათავეებშია (ცანა, ჭოროხი და სხვ). საზღვარგარეთის ქვეყნებიდან არსენოპირიტის მსოფლიო მნიშვნელობის საბადოები ცნობილია რუსეთში (ურალი, კოჩკარის საბადო), უკრაინაში, შუა აზიის ქვეყნებში, აშშ (ნიუ-ჯერსის, დაკოტას შტატები), შვეციაში (ბოლიდენის საბადო), მექსიკაში, ინგლისში, ნორვეგიაში, ავსტრალიაში და სხვ.

შეცვლა. დედამიწის ზედაპირზე ჟანგბადით მდიდარ გარემოში არსენოპირიტი გადადის მღვრიე მომწვანო ფერის მინერალში — სკოროდიტში ($FeAsO_4 \cdot 2H_2O$), კობალტის არსებობის პირობებში ერიტრინში ($CoAsO_4 \cdot 2H_2O$), შეიძლება გადავიდეს რეალგარშიც (AsS).

გამოყენება. არსენოპირიტი არის დარიშხანის მთავარი მადანი. მისგან შეიძლება მიღებულ იქნეს კობალტიც. წარმატებით გამოიყენება სამხატვრო საქმეში (საღებავების დასამზადებლად), სოფლის მეურნეობაში მავნებლების წინააღმდეგ საბრძოლველად, მედიცინაში, პიროტექნიკაში, ტყავის მრეწველობაში, პესტიციდების, ჰერბიციდების დასამზადებლად და სხვ.

კობალტინი (სინ. კობალტის ელვარება), (Co,Fe)AsS. Cobaltin

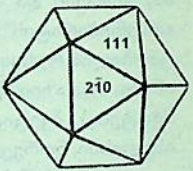
სახელწოდება. მინერალს სახელი დაერქვა კობალტის შემცველობის გამო.

ქიმიზმი. Co შემცველობა უტოლდება 35.4%,A_s—45.3%. მინარევების სახით თითქმის ყოველთვის შეიცავს: Ni, As, Fe, Sb, Te და სხვ.

ნაირსახეობები: ფეროკობალტინი — რკინით გამდიდრებული კობალტინი (Fe=22%), ნიკელიანი კობალტინი (Ni=14%).

სინგონია, სიმეტრიის კლასი, სივრცობრივი ჯგუფი. რომბული. რომბული პირამიდის კლასი. $L^2\,2P$; $mm2$.

კრისტალოგრაფია. დამახასიათებელია ფსევდოკუბური იერის კრისტალები — კუბები და პირიტოედრები (სურ. 47). გვხვდება მარცვლოვანი და მკვრივი მასიური აგრეგატების სახითაც. ცნობილია კობალტინის ეპიტაქსიალური დანაზრდები პირიტზე.



სურ. 47. კობალტინის კრისტალი

ფიზიკური თვისებები:

ფერი ვარდისფერი, ფოლადისებრ ნაცრისფერი, თეთრი, ვერცხლისებრ თეთრი.

ხაზის ფერი მორუხო-შავი.

ელვარება ძლიერ მეტალური.

ტკეჩვადობა (001) –ის მიმართ სრული.

სიმაგრე 5.5.

ხვედრითი წონა 6.3.

მონატეხი უსწორმასწორო, ნიჟარისებრი.

არის მსხვრევადი და ელექტროგამტარი.

დიაგნოსტიკური ნიშნები. ადვილად გამოიცნობა კრიალა ვარდისფერი იერით, კრისტალთა ფორმებით, თბილ HNO_3 -ში ხსნადობით გოგირდისა და არსენოლიტის გამოყოფით. ხსნარი იძენს ვარდისფერს. მიაგავს პირიტს, მისგან განსხვავდება ვერცხლისებრ-თეთრი ფერით, სრული ტკეჩვადობით და შედარებით ნაკლები სიმაგრით. გახურებისას ნივრის სუნს გამოყოფს.

წარმოშობა. კობალტინი არის მაღალტემპერატურული ჰიდროთერმული მინერალი. გვხვდება ჰიდროთერმულ ძარღვებსა და კონტაქტ-მეტასომატურ საბადოებში არსენოპირიტთან, ქალკოპირიტთან, ვერცხლთან, ურანინიტთან, სიდერიტთან, კალციტთან ასოციაციაში.

სკარნულ საბადოებში კობალტინის თანამგზავრი მინერალებია: გალენიტი, სფალერიტი, ჰემატიტი და სხვ. იშვიათად გვხვდება მეტამორფულ ქანებშიც.

საბადოები. საქართველოში კობალტინის საბადოები არ არის. საზღვარგარეთის ქვეყნებიდან კობალტინი ცნობილია აზერბაიჯანში (დაშქესანის საბადო), შვეციაში (ტუნაბერგი), კანადაში (ონტარიოს პროვინცია, ქ.კობალტი), ნორვეგიაში (სკუტერუდი), მაროკოში და სხვ. ამჟამად მსოფლიოში კობალტინის მსხვილ მწარმოებელ ქვეყნად ითვლება ზაირის რესპუბლიკა (აფრიკა).

შეცვლა. დედამიწის ზედაპირზე კობალტინი ადვილად იჟანგება. გადადის მოწითალო-ვარდისფერ მინერალში — ერიტრინში ($Co_3(AsO_4)_2 \cdot 8H_2O$).

გამოყენება. კობალტინი არის კობალტის მიღების ერთერთ მთავარი მადანი. იყენებენ მინისა და კერამიკული ნაკეთობების მოსაჭიქურებლად, მეტალურგიაში კობალტის შემცველი ფოლადის მისაღებად, საღებავების დასამზადებლად და სხვ.

ქალკოპირიტი (სინ.სპილენძის კოლჩედანი), $CuFeS_2$. Clalkopyrit

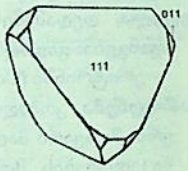
სახელწოდება. ბერძ. '' ქალკოს'' სპილენძს ნიშნავს, ''პიროს'' — ცეცხლს.

ქიმიზმი. Cu=34.5%, Fe=30.5%. თითქმის ყოველთვის შეიცავს: As, Sb, Jn, Sn, Co, Ge და სხვ. იზომორფულ მინარევებს. ქალკოპირიტის სტრუქტურა შეიძლება განვიხილოთ როგორც სფალერიტის სტრუქტურიდან ნაწარმოები, სადაც Zn ატომების ნახევარი ჩანაცვლებულია Cu ატომებით, ნახევარიც Fe ატომებით.

ნაირსახეობა. ტალნაქიტი ($Cu_9(Fe,Ni)_8S_6$) — ქალკოპირიტის კუბური მოდიფიკაცია.

სინგონია, სიმეტრიის კლასი, სივრცობრივი ჯგუფი. ტეტრაგონული. ტეტრაგონული სკალენოედრის კლასი. $L_4^2\,2L^2\,2P$; 42m.

კრისტალოგრაფია. კრისტალების სახით იშვიათია. ძირითადად განვითარებულია ოდნავ წაგრძელებული, თითქმის იზომეტრული კრისტალების სახით (სურ. 48). გვხვდება ასევე კოლომორფულ-თირკმლისებრი აგრეგატების სახით. ქანში არსებულ ნაპრალებსა და სიცარიელეებში წარმოდგენილია ბუდეების, მკვრივი მასების და ჩანაწინწკლების სახით. იძლევა ეპიტაქსიალურ შენაზარდებს სფალერიტთან, გალენიტთან, პირიტთან. ქმნის ფსევდომორფოზებს პირიტისა და მაგნეტიტის მიმართ. ახასიათებს მრჩობლები (111) მიმართ.



სურ. 48. ქალკოპირიტის კრისტალი

ფიზიკური თვისებები:

ფერი თითბრისებრ ყვითელი, გაკრავს მომწვანო იერი.

ხაზის ფერი მომწვანო-შავი.

ელვარება ძლიერ მეტალური.

ტკეჩვადობა (011) მიმართ არასრული.

სიმაგრე 3.5—4.

ხვედრითი წონა 4.1—4.3.

მონატეხი ნიჟარისებრი.

მსხვრევადია, ელექტროგამტარია, ადვილად იფხაჭნება დანით. გაუმჭვირვალეა.

დიაგნოსტიკური ნიშნები: ადვილად გამოიცნობა დაბალი სიმაგრით, ფერით და ხაზის ფერით. მიაგავს პირიტს, პიროტინს, ბორნიტს, ოქროს. პირიტისგან განსხვავდება კრისტალთა ფორმებით და დაბალი სიმაგრით, პირო-

ტინისგან — ფერით და მაგნიტურობის უქონლობით, ოქროსაგან — ფერით, ჭედადობის, ღუნვადობის უქონლობით და დაბალი ხვედრითი წონით.

წარმოშობა. ქალკოპირიტი ფართოდ გავრცელებული მინერალია. ის, როგორც აქცესორული მინერალი, გვხვდება ფუძე და ულტრაფუძე მაგმურ ქანებში და სპილენძისა და ნიკელის შემცველ სულფიდურ საბადოებში. გვხვდება, როგორც კონტაქტ-მეტასომატური (სკარნული) წარმოშობის მინერალი — პირიტთან, პიროტინთან, სფალერიტთან, მაგნეტიტთან, ანდრადიტთან, შეელიტთან ასოციაციაში. ამ ტიპის საბადოები გენეტურად ფუძე ქანებისათვის არის დამახასიათებელი. ქალკოპირიტის სამრეწველო ტიპის საბადოები დაკავშირებულია ჰიდროთერმულ პროცესებთან. დაბალტემპერატურულ ჰიდროთერმულ საბადოებში გვხვდება მცირე ზომის კრისტალების სახით — პირიტთან, პიროტინთან, გალენიტთან, სფალერიტთან, კვარცთან, კალციტთან, ბარიტთან ასოციაციაში. ეკზოგენური დანალექი წარმოშობის ქალკოპირიტი დაკავშირებულია სპილენძის ქვიშებთან, ბორნიტთან ასოციაციაში.

საბადოები. საქართველოში ქალკოპირიტის დამოუკიდებელი საბადოები არ არის. ის სპილენძის შემცველ მინერალებთან ასოციაციაში გვხვდება კაზრეთის (ბოლნისის რაიონი) სპილენძ-პოლიმეტალურ საბადოზე; პირიტთან და პიროტინთან ასოციაციაში — კავკასიის სამხრეთი ფერდის ლიასურ თიხაფიქლების წყებაში (აფხაზეთი, სვანეთი, კახეთი).

საზღვარგარეთის ქვეყნებიდან ქალკოპირიტის მსოფლიო მნიშვნელობის საბადოებია რუსეთში (ტურინის მაღაროები, ურალი), ყაზახეთში (კოუნრადის საბადო), უზბეკეთში (ალმალიკი), სომხეთში (ალავერდი), აზერბაიჯანში (ფილიზ-ჩაი); ქალკოპირიტის საბადოებია: ესპა-

ნეთში (რიო-ტინტო), გერმანიაში (მანსფელდი), კანადაში (სედბერი), ჩილეში (ჩუკიკამატა), აფრიკაში (ზამბია), ინგლისში (კორნუელი), აშშ (მონტანას, არიზონას, იუტას შტატები) და სხვ.

შეცვლა. დედამიწის ზედაპირზე ქალკოპირიტი არამდგრადი მინერალია. ცემენტაციისა და დაჟანგვის ზონაში ხშირია მისი ქალკოზინით, ბორნიტით, მალაქიტით, აზურიტით, კოველინით, კუპრიტით, რკინის ჟანგებითა და ჰიდროჟანგებით ჩანაცვლების მოვლენები. ქალკოპირიტის ზედაპირი იფარება ცისარტყელას მსგავსი მწვანე, წითელი, ლურჯი ფერებით (ირიზაციის შედეგად).

გამოყენება. ქალკოპირიტი სპილენძის საკმაოდ მდიდარ მინერალს წარმოადგენს. მისი დამუშავებისას გზადაგზა შეიძლება გამოიყოს თანმხლები ვერცხლი, ინდიუმი, დარიშხანი და სხვ.

ბორნიტი (სინ. სპილენძის ჭრელი მადანი). Cu_5FeS_4. Bornit

სახელწოდება. მინერალს სახელი დაერქვა ავსტრიელი მინერალოგის— იგნაციუს ფონ ბორის პატივსაცემად.

ქიმიზმი. Cu=63.5%, Fe=25.5%. მინარევების სახით მცირე რაოდენობით თითქმის ყოველთვის მონაწილეობენ: Ag, Ge, Se, Te.

სინგონია, სიმეტრიის კლასი, სივრცობრივი ჯგუფი. ტეტრაგონალური (დაბალტემპერატურული 228°C ქვევით) ტეტრაგონალური სკალენოედრის კლასი. $L_4^2 2L^2 2P$; 42m. კუბური (მაღალტემპერატურული 228° C ზევით) ჰექსაოქტაედრის კლასი $3L^4\,4L_6^3\,6L^2\,9PC$: $4/m\bar{3}2m$.

კრისტალოგრაფია. კრისტალების სახით იშვიათია. გვხვდება კუბური, ოქტაედრული და რომბოდოდეკაედრული ფორმის კრისტალების სახით. ჩვეულებრივ განვითარე-

ბულია მასიური, მარცვლოვანი, უსწორმასწორო მასების, დრუზების, ჩანაწინწკლებისა და ძარღვაკების სახით. ცნობილია ბორნიტის ფსევდომორფოზები ქალკოპირიტის მიმართ. ახასიათებს მრჩობლები (111) მიმართ.

ფიზიკური თვისებები:

ფერი. დამახასიათებელია ჟღალი ფერები (ძირითადად ლურჯი). მუქი წითელი, სპილენძისებრ წითელი (საღ მონატეხზე), ოქროსფერი, ყავისფერი, თითბრისფერი.

ხაზის ფერი შავი

ელვარება მეტალური.

ტკეჩვადობა (111) მიმართ ძალიან სუსტი (პრაქტიკულად არ აქვს).

სიმაგრე 3.

ხვედრითი წონა 5.06—5.08.

მონატეხი ნიჟარისებრი, უსწორმასწორო.

არის მსხვრევადი, ელექტრობის კარგი გამტარი. გაუმჭვირვალე.

დიაგნოსტიკური ნიშნები. ადვილად გამოიცნობა ფერთა სიჭრელით, დაბალი სიმაგრით, იხსნება HNO_3 — თავისუფალი გოგირდის გამოყოფით. ხსნარი იძენს მოლურჯო ფერს. ბორნიტი მიაგავს ქალკოპირიტს და თვითნაბად სპილენძს. ბორნიტისაგან განსხვავებით ქალკოპირიტი ტოვებს მომწვანო-შავ ხაზის ფერს, სპილენძისაგან განსხვავდება ჭედადობისა და სპილენძისებრ-წითელი ფერის უქონლობით.

წარმოშობა. ბორნიტს ფართო გავრცელება აქვს სპილენძპორფირულ, კოლჩედანურ და პოლიმეტალურ ჰიდროთერმულ საბადოებში. გვხვდება პეგმატიტურ ძარღვებში, ფუძე ქანებში და კონტაქტ-მეტასომატურ (სკარნულ) საბადოებში ჩანაწინწკლების სახით — ქალკოპირიტთან, გალენიტთან, სფალერიტთან ასოციაციაში. ბორნიტი ფართოდ არის გავრცელებული სპილენძის

შემცველი პირველადი სულფიდების გამოფიტვის ზონაში — ქალკოზინთან, ქალკოპირიტთან, პირიტთან, პიროტინთან ასოციაციაში. გვხვდება სპილენძის ქვიშრობებშიც.

საბადოები. საქართველოში ბორნიტი ცნობილია აჭარაში, ბოლნისის რაიონში (მადნეულის სპილენძ-პოლიმეტალური საბადო). საზღვარგარეთის ქვეყნებიდან ბორნიტის საბადოები ცნობილია: ყაზახეთში (ჯეზკაზგანი), რუსეთში (ურალი), სომხეთში (ალავერდის სპილენძის საბადო), იუგოსლავიაში (ბორის საბადო), აშშ-ში (ბიუტისა და არიზონას შტატები), კანადაში, პერუში, ბოლივიაში, ინგლისში (კორნუელი), ავსტრიაში და სხვ.

შეცვლა. დედამიწის ზედაპირზე ჟანგბადით მდიდარ გარემოში ბორნიტი ადვილად გადადის რკინის ჰიდროჟანგებსა და სპილენძის მეორად მინერალებში (მალაქიტი, აზურიტი, ქალკოზინი, კოველინი). ბორნიტის ხარჯზე ჩნდება ლიმონიტიც.

გამოყენება. ბორნიტი არის სპილენძით მდიდარი მადანი.

კუნძულისებრი სტრუქტურის სულფიდები

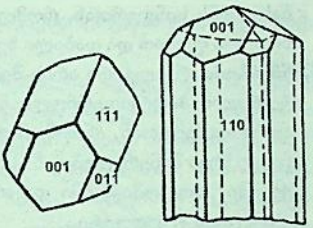
რეალგარი, AsS. Realgar

სახელწოდება. მინერალის სახელი არაბულიდან მოდის. ქართულად მაღაროს მტვერს ნიშნავს.

ქიმიზმი. რეალგარის შედგენილობა მის თეორიულ შედგენილობას უახლოვდება (As=70.0%). მასში უმნიშვნელო რაოდენობით დადგენილია Sb (2.7%). რეალგარის სტრუქტურა As_4S_4 რგოლების ჯგუფებით არის წარმოქმნილი, სადაც As თითოეული ატომი დაკავშირებულია კოვალენტური ბმით დარიშხანის ერთ და გოგირდის ორ ატომთან.

სინგონია, სიმეტრიის კლასი, სივრცობრივი ჯგუფი. მონოკლინური. პრიზმის კლასი. L^2PC; 2/m.

კრისტალოგრაფია. კრისტალების სახით იშვიათია. ქმნის ნემსისებურ, მოკლე პრიზმული იერის კრისტალებს წახნაგებზე ვერტიკალური დაშტრიხვით (სურ. 49). ჩვეულებრივ ქმნის დრუზებს (ტაბ. 2.5.), ჩანაწინწკლებს, ქერქებს, ნაკაცხებებს. გვხვდება მსხვილმარცვლოვანი მკვრივი ან ფხვიერი მინისებრი მასების სახით.



სურ. 49. რეალგარის კრისტალები

ფიზიკური თვისებები:

ფერი იცვლება ნარინჯისებრ წითლიდან, ნარინჯისებრ ყვითლამდე.

ხაზის ფერი ნარინჯისებრ ყვითელი, ღია წითელი, იშვიათად მუქი წითელი.

ელვარება ალმასისებრი (კრისტალთა წახნაგებზე), ცხიმისებრი (მონატეხზე).

ტკეჩვადობა (010) მიმართ სრული, (100) მიმართ არასრული.

სიმაგრე 1.5—2.

ხვედრითი წონა 3.56.

მონატეხი ნიჟარისებრი.

ელექტრობას არ ატარებს, სითბოს ცუდი გამტარია, მსხვრევადია, საღი გამჭვირვალეა. სინათლის სხივების ზემოქმედებით ადვილად იშლება და გადადის ღია-ნარინჯისებრ მასაში.

დიაგნოსტიკური ნიშნები. ადვილად გამოიცნობა ფერით, ხაზის ფერით, დაბალი სიმაგრით, აურიპიგმენტთან ას-

ოციაციით; კრისტალთა წაგრძელების გასწვრივ შტრიხების არსებობით. ადვილად იხსნება სამეფო წყალში — გოგირდის გამოყოფით. ადვილად ლღვება და იჭრება დანით. გახურებისას იგრძნობა ნივრის სუნი, მსგავსებას იჩენს სინგურთან, რომლისაგან განსხვავდება ღია წითელი ფერით და დაბალი ხვედრითი წონით.

წარმოშობა. რეალგარი არის შედარებით დაბალტემპერატურული ჰიდროთერმული წარმოშობის მინერალი — აურიპიგმენტთან, ანთიმონიტთან და დარიშხანის შემცველ სხვა მინერალებთან ასოციაციაში. გვხვდება კირქვებში, დოლომიტებში და თიხაფიქლებში. არის სუბლიმაციის პროდუქტი.

საბადოები. საქართველოში არის რეალგარის მსოფლიო მნიშვნელობის საბადო რაჭაში (ლუხუმის საბადო). აქ მოპოვებულია რეალგარის კარგად განვითარებული კრისტალები. საზღვარგარეთის ქვეყნებიდან რეალგარის საბადოებია თურქეთში (ყარსის საბადო), თურქმენეთში, საბერძნეთში, ჩეხეთში, იტალიაში, აშშ (ნევადისა და იუტის შტატები), შვეიცარიაში და სხვ.

შეცვლა. დედამიწის ზედაპირზე რეალგარი არამდგრადი მინერალია. მზის სხივების ხანგრძლივი ზემოქმედებით იშლება და გადადის აურიპიგმენტში (As_2S_3) და არსენოლითში (As_2O_3).

გამოყენება. რეალგარი არის დარიშხანის მნიშვნელოვანი მადანი. ხმარობენ, როგორც ძვირფას ნედლეულს თეთრი დარიშხანისა და As_2O_3 მისაღებად. თეთრი დარიშხანი გამოიყენება მედიცინაში, სოფლის მეურნეობაში მავნებლების წინააღმდეგ. ადრე იყენებდნენ, როგორც საღებავ საშუალებას.

ძეწკვისებრი სტრუქტურის სულფიდები

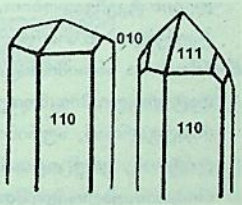
ანთიმონიტი (სინ.სტიბნიტი), Sb_2S_3, Antimonit

სახელწოდება. სახელი დაკავშირებულია ლათინურ სიტყვა ''ანთიმონიუმთან''.

ქიმიზმი. Sb=71.3%. მინერალის შედგენილობა მცირედ განსხვავდება იდეალური ფორმულისაგან, თუმცა ზოგიერთ ნიმუშში მინარევების სახით აღინიშნება Fe, Pb, Cu, As, Au უმნიშვნელო შემცველობა. ანთიმონიტის სტრუქტურა შედგება Sb და S მჭიდროდ დაკავშირებული ატომებისაგან — კოვალენტური ბმით. მანძილი Sb—S = 2.5 Å.

სინგონია, სიმეტრიის კლასი, სივრცობრივი ჯგუფი. რომბული. რომბული ბიპირამიდის კლასი. $3L^23PC$; 2/m2/m2/m.

კრისტალოგრაფია. ხშირად ივითარებს პრიზმულ წაგრძელებულ კრისტალებს ვერტიკალური შტრიხებით (სურ. 50). გვხვდება რადიალურ-სხივოსნური, სქელფირ-ფიტოვანი, ნემსისებრი და ბოჭკოვანი აგრეგატების სახით. იშვიათად ქმნის სფეროლითებს, მკვრივ მიწისებურ და მჭიდრო-მარცვლოვან მასებს. გაბნეულია ჩანაწინწკლების სახით ქანებში.



სურ. 50. ანთიმონიტის კრისტალები

ფიზიკური თვისებები:

ფერი ტყვიისებრ ნაცრისფერი. ზოგჯერ გადაჰკრავს მუქი მოლურჯო ფერი.

ხაზის ფერი ტყვიისებრ-ნაცრისფერი შავამდე.

ელვარება მეტალური (ძალიან ძლიერი ტკეჩვადობის სიბრტყეზე და საღ მონატეხზე).

ტკეჩვადობა (010) მიმართ სრული.

სიმაგრე 2.

ხვედრითი წონა 4.6.

მონატეხი ნახევრად ნიჟარისებრი.

გაუმჭვირვალეა, მსხვრევადი, ადვილად იჭრება დანით.

დიაგნოსტიკური ნიშნები. ადვილად გამოიცნობა წაგრძელებული პრიზმული იერის კრისტალებით და პრიზმის წახნაგებზე ვერტიკალური დაშტრიხვით, ერთი მიმართულების ტკეჩვადობით, დაბალი სიმაგრით (იკაწრება ფრჩხილით), რეალგართან პარაგენეზისით. მთლიანად იშლება მარილის სიმჟავეში H_2S გამოყოფით. ადვილად ლღვება Sb_2O_3 წარმოქმნით. ანთიმონიტი შეიძლება აგვერიოს გალენიტში. ეს უკანასკნელი ანთიმონიტისაგან განსხვავდება დიდი ხვედრითი წონით, სამი მიმართულების ტკეჩვადობით, მარცვალთა იზომეტრულობით და ტკეჩვადობის სიბრტყეებზე ზოგჯერ მოლურჯო ფერით.

წარმოშობა. ანთიმონიტი არის საშუალო- და დაბალტემპერატურული ჰიდროთერმული წარმოშობის მინერალი — რეალგართან, აურიპიგმენტთან, ვოლფრამიტთან, შეელიტთან, კალციტთან, ფლუორიტთან, კვარცთან, ბარიტთან, ქალცედონთან და ოქროსთან ასოციაციაში. ის შეიძლება იყოს ვულკანური აირების პროდუქტიც.

საბადოები. საქართველოში ანთიმონიტის საბადო ცნობილია რაჭაში (ზოფხითოს საბადო). საზღვარგარეთის ქვეყნებიდან — იაპონიაში (იტშინოკავას საბადო, კუნძულ სიკოკუზე ნაპოვნი იქნა ანთიმონიტის 50 სმ სიგრძის კრისტალი), ყირგიზეთში, რუსეთში (კრასნოიარსკის მხარე, რაზდოლნინის საბადო), დონბასში (ნიკი-

ტოვკა), ჩინეთში (იუნანის პროვინცია, რომელზედაც ანთიმონიტის მსოფლიო მოპოვების 50% მოდის), საფრანგეთში, მექსიკაში, იტალიაში, ბოლივიაში, პერუში, აშშ (კალიფორნიისა და ნევადის შტატები) და სხვ.

შეცვლა. დედამინის ზედაპირზე ადვილად გადადის Sb ჟანგებსა და ჰიდროჟანგებში. ხშირად ქმნის ფსევდომორფოზებს სინგურის მიმართ. ჟანგვით პროცესებს თან ახლავს თეთრი ან მოყვითალო მინერალის — სტიბიკონიტის (Sb_2O_6OH) წარმოქმნა. ცნობილია ანთიმონიტის ფსევდომორფოზები სტიბიკონიტის მიმართ.

გამოყენება. არის სტიბიუმის მთავარი მადანი. გამოიყენება სხვადასხვა შენადნობებში (სტიბიუმიანი ტყვია აკუმულატორების ბატარეებში), ტიპოგრაფიული შრიფტების დასამზადებლად, მედიცინაში, პიროტექნიკაში, ასანთის, რეზინის, მინისა და საფეიქრო წარმოებაში და სხვ.

შრეებრივი სტრუქტურის სულფიდები

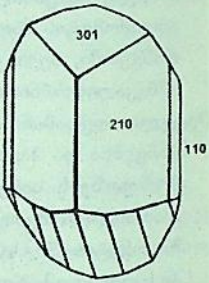
აურიპიგმენტი, As_2S_3. Auripigment

სახელწოდება. ლათინურად ''აურუმ'' ოქროს ნიშნავს, ''პიგმენტუმ'' — საღებავს.

ქიმიზმი. As=65%. მინარევების სახით შეიცავს: Cu, Ag, Zr, Pb, Ge. აურიპიგმენტის სტრუქტურაში წვეროებით დაკავშირებული ტრიგონული ბიპირამიდები AsS_3 ქმნის ექვსწეროვან რგოლს. ეს უკანასკნელი დაკავშირებულია As_2S_3 შრეში. თითოეულ შრეში კავშირი ხორციელდება კოვალენტური, ხოლო შრეებს შორის — ნარჩენი ბმით.

სინგონია, სიმეტრიის კლასი, სივრცობრივი ჯგუფი. მონოკლინური. პრიზმის კლასი. L^2PC; 2/m.

კრისტალოგრაფია. კრისტალების სახით იშვიათია. ჩვეულებრივ გვხვდება მოკლე პრიზმული (სურ. 51), ფირფიტისებრი, ჩხირისებრი, ბოჭკოვანი, მარცვლოვანი, რადიალურ-სხივოსნური (ტაბ.2.6.) აგრეგატების სახით. ხშირად გვხვდება წანაცხებების, ქერქების, სფეროსებრი, მტევნისებრი, თირკმლისებრი და მიწისებრი მასების სახით. კრისტალები ღუნვადია, მაგრამ არ არის დრეკადი.



სურ. 51. აურიპიგმენტის კრისტალი

ფიზიკური თვისებები:

ფერი ლიმონისებრ ყვითელი, ან ოქროსებრ ყვითელი.

ხაზის ფერი ლიმონისებრ ყვითელი, ბაცი ყვითელი.

ელვარება ტკეჩვადობის სიბრტყეზე — ალმასისებრი, წახნაგებზე — მინისებრი.

ტკეჩვადობა (010) მიმართ ფრიად სრული.

სიმაგრე 1.5—2.

ხვედრითი წონა 3.49.

გამჭვირვალეა, ელექტრობას არ ატარებს, ადვილად იჭრება დანით. ტკეჩვადობის გასწვრივ აქვს დაელექტრების უნარი.

დიაგნოსტიკური ნიშნები. ადვილად გამოიცნობა დაბალი სიმაგრით, ფერით, სრული ტკეჩვადობით, ალმასისებრი ძლიერი ელვარებით, გახურებისას გამოყოფს ნივრის მძაფრ სუნს. ძალიან მიაგავს გოგირდს, რომლისაგან განსხვავდება სრული ტკეჩვადობით. იხსნება HNO_3 და სამეფო წყალში გოგირდის გამოყოფით.

წარმოშობა. აურიპიგმენტი არის ტიპური დაბალტემპერატურული ჰიდროთერმული წარმოშობის მინერალი სინგურთან, პირიტთან, ქალკოპირიტთან, პიროტინთან, ბარიტთან ასოციაციაში. ის წარმოადგენს ასევე რეალგარისა და სხვა დარიშხნიანი მინერალების შეცვლის პროდუქტს. იშვიათად გვხვდება ვულკანური კრატერების კედლებზე, როგორც დაბალტემპერატურული გაზური ფაზის პროდუქტი.

საბადოები. აურიპიგმენტის საბადოა რაჭაში (ლუხუმის საბადო, სადაც ნაპოვნია აურიპიგმენტის 5 სმ სიგრძის კარგად განვითარებული კრისტალები). საზღვარგარეთის ქვეყნებიდან აურიპიგმენტის საბადოებია —აზერბაიჯანში (ჯულფის საბადო), რუსეთში (იაკუტია), მაკედონიაში (ალახარის საბადო), აშშ (ნევადისა და იუტას შტატები), საბერძნეთში, რუმინეთში, ჩინეთში, თურქეთში, ირანში, პერუში და სხვ.

შეცვლა. ზედაპირზე ჟანგბადით მდიდარ გარემოში აურიპიგმენტი იჟანგება და გადადის არსენოლიტში (As_2O_3).

გამოყენება. არის დარიშხანის მადანი. ფართოდ იყენებდნენ მე-XVII და მე-XVIII საუკუნის მხატვრები სამღებრო საქმეში, თუმცა მინერალის მომწამლავი თვისების გამო ამჟამად მას ამ მიზნით აღარ ხმარობენ. არის მნიშვნელოვანი მადანი არსენოლიტის მისაღებად. გამოიყენება ტყავის დასამუშავებლად, სოფლის მეურნეობაში მავნე მწერებისა და მღრღნელების წინააღმდეგ საბრძოლველად.

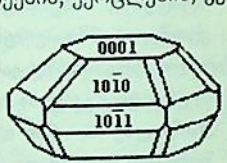
მოლიბდენიტი (სინ. მოლიბდენის კრიალა), MoS_2. Molybdenit

სახელწოდება. ბერძ. ''მოლიბდოს'' ტყვიას ნიშნავს.

ქიმიზმი. მოლიბდენიტის შედგენილობა თითქმის ყოველთვის მისი თეორიული შედგენილობის ადეკვატურია (Mo=60%). მინარევების სახით ყოველთვის შეიცავს Re, Ge, Ti, Se და სხვ. მოლიბდენიტის სტრუქტურაში Mo ატომების შრე მოქცეულია S ატომების ორ შრეს შორის. შრის ფარგლებში კავშირი გაცილებით მტკიცეა, ვიდრე შრეებს შორის, რაც განაპირობებს მინერალში იდეალურ ტკეჩვადობას.

სინგონია, სიმეტრიის კლასი, სივრცობრივი ჯგუფი. ჰექსაგონური. დიჰექსაგონური ბიპირამიდის კლასი. $L^6\ 6\ L^2\ 7PC$; 6/m2/m./2m.

კრისტალოგრაფია. კრისტალების სახით იშვიათია. ჩვეულებრივ წარმოდგენილია ქერქების, ქერცლების, ექვსკუთხა ფურცლების სახით. არსებობს მოკლე პრიზმული, კასრისებური იერის კრისტალებიც ჰორიზონტალური შტრიხით (სურ. 52). ხშირად ქმნის ჩანართებს მინერალებში (განსაკუთრებით კვარცში).



სურ. 52. მოლიბდენიტის კრისტალი

ფიზიკური თვისებები:

ფერი ტყვიისებრ ნაცრისფერი.

ხაზის ფერი მომწვანო, ქაღალდზე ტოვებს მოლურჯო-ნაცრისფერს.

ელვარება ძლიერ მეტალური.

ტკეჩვადობა (0001).

სიმაგრე 1—1.5.

ხვედრითი წონა 4.6—4.7.

მოლიბდენიტის ცალკეული ფურცლები ღუნვადია, მაგრამ არ არის დრეკადი. ადვილად იჭრება დანით.

დიაგნოსტიკური ნიშნები. ადვილად გამოიცნობა ტყვიისებრ-ნაცრისფერით, სრული ტკეჩვადობით, დაბალი სიმაგრით, ხელს სვრის, შეხებისას ცხიმოვანია, ავლენს სუსტ ელექტროგამტარობას, რაც გახურების მომატებით მნიშვნელოვნად იზრდება. ლღობის ტემპერატურა — 1185^{0}C, გაუმჭვირვალეა. მიაგავს გრაფიტს, რომლისაგანაც განსხვავებით მოლიბდენიტი ცალკეულ ფირფიტებად იპობა და არ იმსხვრევა. H_2SO_4-ში იხსნება დუღილის ტემპერატურაზე. სუსტად იხსნება HNO_3-ში SO_2 ისა და MO_3-ის თეთრი ნალექის გამოყოფით.

წარმოშობა. მოლიბდენიტის სამრეწველო ტიპის საბადოები დაკავშირებულია მაღალ- და საშუალო ტემპერატურულ ჰიდროთერმულ პროცესებთან როგორც აქცესორების, ისე სამრეწველო დანაგროვების სახით. გენეტურად დაკავშირებულია გრანიტული შედგენილობის მაგმატიზმთან. ასევე გვხვდება გრანიტული შედგენილობის პეგმატიტებში და კვარცის ძარღვებში — ჩანართებისა და ჩანაწინწკლების სახით პირიტთან, ქალკოპირიტთან, კასიტერიტთან, ვოლფრამიტთან, ფლუორიტთან და ტოპაზთან ასოციაციაში. მოლიბდენიტი არის პეგმატიტ-პნევმატოლითური საბადოების დამახასიათებელი მინერალი ვოლფრამიტთან, ტოპაზთან, პირიტთან და პიროტინთან ასოციაციაში. გვხვდება ასევე კონტაქტ-მეტასომატურ საბადოებში—გრანატებთან, შეელიტთან, ტურმალინთან, ქალკოპირიტთან და პიროქსენებთან ასოციაციაში.

საბადოები. საქართველოში მოლიბდენიტის გამოვლინება დადგენილია ხრამის კრისტალური მასივის გრანიტებსა და გრანიტულ პეგმატიტებში (სოფ. მამულოს მიდამოები, დმანისის რაიონი).

საზღვარგარეთის ქვეყნებიდან მოლიბდენიტის სამრეწველო მნიშვნელობის საბადოებია: რუსეთში (იმიერბაიკალეთში, შახტამანისა და ვენდინსკის საბადოები), ჩრდილო კავკასიაში (ტირნიაუზი), სომხეთში, ყაზახეთში და სხვ. მოლიბდენიტის მსოფლიო მნიშვნელობის საბადოებია: აშშ (კლაიმაქსის საბადო, კოლორადოს შტატი), ჩინეთში, ნორვეგიაში, ავსტრალიაში და სხვ.

შეცვლა. ზედაპირზე ჟანგბადით მდიდარ გარემოში მოლიბდენიტი ადვილად გადადის ყვითელი ფერის მოლიბდენის ოქრაში (ფერრომოლიბდენიტში — $Fe_2(MoO_4)_3 \cdot 8H_2O$ და პოველიტში $CaMoO_4$).

გამოყენება. მოლიბდენიტი არის Mo-ის ერთადერთი სამრეწველო მნიშვნელობის მადანი. გამოიყენება სპეციალური მაღალხარისხოვანი ფოლადის დასამზადებლად, რომელიც ფლობს დიდ სიმაგრეს და თვითწრთობის უნარს. ხმარობენ ელექტროტექნიკაში, სპეციალური შენადნობებისა და საღებავების დასამზადებლად. მისგან მიიღება რენიუმი და სხვადასხვა სამედიცინო პრეპარატი.

კოველინი, CuS. Covellin

სახელწოდება. კოველინს სახელი დაერქვა იტალიელ მინერალოგ რ.კოველის პატივსაცემად, რომელმაც ეს მინერალი პირველმა ვულკან ვეზუვზე აღმოაჩინა.

ქიმიზმი. კოველინი შედგენილობით ძალიან ახლოს დგას მის იდეალურ ფორმულასთან (Cu=66.43%). მასში მინარევების სახით უმნიშვნელო რაოდენობით ყოველთვის მონაწილეობს რკინა კვალის სახით.

სინგონია, სიმეტრიის კლასი, სივრცობრივი ჯგუფი. ჰექსაგონური. დიჰექსაგონური ბიპირამიდის კლასი. $L^6 6L^2 7PC$; 6/m2/m2/m.

კრისტალოგრაფია. კოველინი კრისტალების სახით იშვიათია. ჩვეულებრივ გვხვდება ფირფიტისებრი და მასიური აგრეგატების, წანაცხებების, გამონაფიფქებისა და ფხვნილისებრი მასების სახით.

ფიზიკური თვისებები:

ფერი ინდიგოსებრ ლურჯი, ან უფერო, მუქი ლურჯი.

ხაზის ფერი ტყვიისებრ ნაცრისფერი შავამდე.

ელვარება მეტალური.

ტკეჩვადობა (0001) მიმართ სრული.

სიმაგრე 1.5—2.

ხვედრითი წონა 4.6—4.7.

კოველინის თხელი ფირფიტები ღუნვადია და მსხვრევადი, გაუმჭვირვალეა (ძალიან თხელი ფურცლები სინათლეს ატარებს). მდგრადია $507^{0}C$ ტემპერატურამდე, შემდეგ იშლება.

დიაგნოსტიკური ნიშნები. ადვილად გამოიცნობა ლურჯი ფერით, დაბალი სიმაგრით, ქარსისებრი ტკეჩვადობით და სპილენძის სულფიდებთან ასოციაციით. ემსგავსება ბორნიტს და ქალკოზინს, რომელთაგან ადვილად განსხვავდება სრული ტკეჩვადობით და ფერით. ადვილად იხსნება ცხელ HNO_3-ში გოგირდის გამოყოფით. კოველინის ქერქები და ქერცლები ადვილად აალდება. იწვის ლურჯი ფერით.

წარმოშობა. კოველინი ტიპური ეკზოგენური წარმოშობის მინერალია. დამახასიათებელია სპილენძის სულფიდური საბადოების მეორადი გამდიდრების (ცემენტაციის) ზონისათვის — ბორნიტთან, ქალკოზინთან, ქალკოპირიტთან და რკინის ჰიდროჟანგებთან ასოციაციაში. არის ჰიდროთერმული და მეტასომატური წარმოშობის კოველინიც. პირველადი კოველინები ცნობილია, მაგრამ იშვიათად.

საბადოები. საქართველოში კოველინის საბადოები არ არის. ის დამოუკიდებელ საბადოებს იშვიათად ქმნის, თუმცა ყოველთვის გვხვდება სპილენძის სულფიდურ მადნებში. საზღვარგარეთის ქვეყნებიდან კოველინის საბადოები ცნობილია იუგოსლავიაში (ბორის მაღაროებში ნანახია კოველინის კარგად განვითარებული კრისტალები), ავსტრიაში, აშშ (ბიუტას, კოლორადოს, მონტანას შტატები), იტალიაში, ახალ ზელანდიაში (კუნძული კავაუ) და სხვ.

შეცვლა. ზედაპირზე კოველინი ადვილად იშლება და გადადის ქალკოპირიტში. ქმნის ფსევდომორფოზებს ქალკოზინის მიმართ.

გამოყენება. კოველინს დამოუკიდებელი პრაქტიკული მნიშვნელობა არ აქვს. მის თანამგზავრ სპილენძის სხვა მინერალებთან ერთად გამოიყენება, როგორც სპილენძის ერთ-ერთი მადანი.

10

III კლასი. ჟანგეულები და ჰიდროჟანგეულები

ამჟამად ცნობილია ჟანგეულების დაახლოებით 300-მდე და ჰიდ- ჟანგეულების 80-მდე მინერალი, ამ კლასში გაერთიანებულ მინერალებს ხშირად მეტალებისა და ნახევრად მეტალების ჟანგბადოვან ნაერთებსაც უწოდებენ. მათ აგებულებაში მონაწილეობს ელემენტთა პერიოდული სისტემის დაახლოებით 40-მდე ელემენტი, რომელთაგან ნახევარზე მეტი წამყვანი ელემენტის როლს ასრულებს.

ჟანგეულები დედამიწის ქერქის მთლიანი მასის 17% შეადგენენ, სადაც 12,65% Si ჟანგებსა და ჰიდროჟანგეულებზე მოდის, 4% რკინის ჟანგეულებზე, ხოლო უმნიშვნელო წილი Al, Mn, Cr, Ti ჟანგეულებსა და ჰიდროჟანგეულებზე.

ჟანგბადოვან ნაერთებში შეიძლება მონაწილეობდეს ერთი ან რამდენიმე მეტალის კათიონები. ამ ნიშნით გამოყოფენ მარტივ და რთულ ჟანგეულებს. მარტივ ჟანგეულებში მონაწილეობს მხოლოდ ერთი კათიონი (Al_2O_3, Fe_2O_3, TiO_2 და სხვ.), რთულში — კომპლექსურ ჟანგეულებში — რამოდენიმე ($CaTiO_3$, $GeTiO_3$, $FeWO_4$ და სხვ.). ჰიდროჟანგეულებში ჟანგეულებისაგან განსხვავებით მონაწილეობს წყალი — ჰიდროქსილის [OH] ან მოლეკულური (H_2O) სახით.

ამ კლასის მინერალებში კათიონებსა და ანიონებს შორის სჭარბობს იონური ტიპის კავშირები, გაცილებით შეზღუდული გავრცელება აქვს კოვალენტური კავშირის მქონე ჟანგეულებს. ჰიდროჟანგეულებში არსებობს წყალბადის ტიპის კავშირებიც. აღნიშნული კლასის მინერალების კრისტალური სტრუქტურა ხასიათდება ჟანგბადის და ჰიდროქსილის ჯგუფის ტეტრაედრული ან ოქტაედრული დაჯგუფებებით, სადაც კათიონები იმყოფება ჟანგბადის ოთხმაგ ან ექვსმაგ გარემოცვაში. ჟანგეულების და ჰიდროჟანგეულების კლასის მინერალების ფიზიკური თვისებები და მორფოლოგიური იერ-სახე განპირობებულია კრისტალოქიმიური თავისებურებებით, ქიმიური ბმის ტიპით და კათიონების ატომური წონის სიდიდით. ამ კლასის მინერალები გამოირჩევა კარგად განვითარებული კრისტალებით; უფრო მეტიც — ზოგიერთი ჟანგი (მაგ., ბრუკიტი TiO_2) მხოლოდ კრისტალების სახით გვხვდება. ჟანგეულებში არის ისეთი შემთხვევებიც, როდესაც ერთი და იგივე მინერალი წარმოდგენილია სხვადასხვა კრისტალური აგრეგატების სახით. დიდი ზომისა და კარგად განვითარებული კრისტალები ძირითადად მცირე იონური რადიუსის და ენდოგენური წარმოშობის Be, Al, Mn, Fe, Sr, Ti, Nb, Ta და სხვა ჟანგეულებისა და ჰიდროჟანგებისათვის არის დამახასიათებელი.

ჟანგეულების უმრავლესობა კრისტალდება კუბურ და რომბულ სინგონიებში, შედარებით ნაკლები — ტრიგონულ და ჰექსაგონურში, კიდევ უფრო ნაკლები მონოკლინურ სინგონიაში. შესაბამისად იცვლება კრისტალთა ფორმებიც: იზომეტრული, მარცვლოვანი (კუბური სინგონია), წაგრძელებულ-პრიზმული, ნემსისებური, ჩხირისებური და სხვ. (რომბული სინგონია), ფირფიტისებური, ქერცლოვანი (ჰექსაგონური სინგონია).

ჟანგეულებისა და ჰიდროჟანგეულების მინერალთა ფერს განაპირობებს ქიმიური ბმის ტიპი. მაგალითად, იონური ტიპის ბმის მქონე ჟანგეულებისათვის დამახასიათებელია უფერო, ღია-ბაცი ფერები, გამჭვირვალობის მაღალი ხარისხი და მინის ელვარება. აღნიშნული კლასის მინერალების დიდი უმრავლესობა ფლობს შავ ან მუქ-რუხ ფერებს—მეტალური ან ნახევრად მეტალური ელვარებით. ჟანგეულების შეფერვას, ისევე როგორც სხვა კლასის მინერალებში, განაპირობებს მინერალთა სტრუქტურაში ელემენტ-მინარევების და ელემენტ-ქრომოფორების (Cr, Mn, Fe, Ti, Nb, Ta და სხვ.) მონაწილეობა. ჟანგეულების დიდი ნაწილი ხასიათდება მაგნიტური თვისებებით, ამ მხრივ განსაკუთრებით გამოირჩევა მაგნეტიტი ($Fe\,Fe_2O_4$).

ჟანგეულებისა და ჰიდროჟანგეულებისათვის დამახასიათებელია ტკეჩვადობის სხვადასხვა ხარისხი, რომელიც მნიშვნელოვნად არის დამოკიდებული კრისტალურ სტრუქტურაზე. რაც შეეხება ხვედრით წონასა და სიმაგრეს, ისინი პირდაპირპროპორციულ დამოკიდებულებაშია მინერალში გაბატონებულ, კათიონის (კათიონების) ატომურ წონასა და ქიმიური ბმის ტიპზე. დაბალი სიმაგრით და ლღობის დაბალი ტემპერატურით ხასიათდება კოვალენტური ტიპის კავშირის მქონე ჟანგეულები. მაგალითად, TiO_2 -ს გააჩნია სამი პოლიმორფული მოდიფიკაცია განსხვავებული ხვედრითი წონით: რუტილი—4.23, ბრუკიტი—4,14, ანატაზი—3,90. ჟანგეულებს გააჩნია დიდი სიმაგრე (6—9), რომელთაგან მაქსიმალური მნიშვნელობებით გამოირჩევა კორუნდი (9), შპინელი (8), კასიტერიტი (7), დანარჩენ ჟანგეულებში სიმაგრე 5-დან—6-მდე იცვლება. ამ კლასის მინერალებში ფართოდ არის წარმოდგენილი შენაზარდები (ჰემატიტის რუტილთან, მაგნეტიტის ილმენიტთან; მაგნე-

ტიტის შპინელებთან და სხვ), იზო- და ჰეტეროვალენტური იზომორფიზმის მოვლენები. განსაკუთრებით შეზღუდულია იზომორფიზმის მოვლენები მარტივ ჟანგეულებში რთულ ჟანგეულებთან შედარებით. იზოვალენტური იზომორფიზმი ხორციელდება სქემით: Fe^{2+}=Mn^{2+}, Fe^{2+}=Mg^{2+}, Fe^{3+}=Cr^{3+}, Fe^{3+}=Al^{3+} და სხვ., ხოლო ჰეტეროვალენტური იზომორფიზმი — Ca^{2+}=Ti^{4+} $2Fe^{2+}$=$2Fe^{3+}$ სქემით.

ჟანგეულებისა და ჰიდროჟანგეულების მინერალთა ბუნებაში ფართოდ გავრცელებას განაპირობებს მათი წარმოშობის პროცესთა მრავალფეროვნება. ისინი წარმოადგენენ მაგმური, პეგმატიტური, კონტაქტ-მეტასომატური, ჰიდროთერმული და მეტამორფოგენული მინერალწარმომქმნელი პროცესების პროდუქტებს. ენდოგენური წარმოშობის ჟანგეულების დიდი ნაწილი დედამიწის ზედაპირზე გადადის ჟანგებსა და ჰიდროჟანგეულებში. ამ კლასის მინერალები ქიმიურად მდგრადი ნაერთებია — წყალში პრაქტიკულად უხსნადი. ბევრი მათგანი დიდი სიმაგრისა და გამოფიტვითი აგენტების მიმართ გამძლეობის გამო ქვიშრობებში გროვდება.

ჟანგეულებისა და ჰიდროჟანგეულების უმრავლესობას დიდი პრაქტიკული მნიშვნელობა აქვს. წარმოადგენს ქრომის, მანგანუმის, რკინის, კალის, ურანის, ტიტანის და სხვათა მადნებს. მათგან ამზადებენ სააბრაზივო ფხვნილებს (შპინელი, კორუნდი), პიეზო-ელექტროდებს (კვარცი), დიდი ნაწილი გამოიყენება როგორც ძვირფასი საიუველირო და სანახელაო ქვები (ლალი, საფირონი და მრავალი სხვა.).

სისტემატიკა

ჟანგეულების კლასიფიკაციის საფუძვლად კათიონებისა და ჟანგბადის ანიონებს (A:X) შორის შეფარდებათა სიდიდეებია გამოყენებული.

ჟანგეულები

A_2X ტიპის
კუპრიტის ჯგუფი
კუპრიტი Cu_2O

A_2X_3 ტიპის
ჰემატიტის ჯგუფი
კორუნდი Al_2O_3
ჰემატიტი Fe_2O_3
ილმენიტი $FeTiO_3$

AX_2 ტიპის
რუტილის ჯგუფი
რუტილი TiO_2
კასტერიტი SnO_2
პიროლუზიტი MnO_2
ურანინიტი UO_2

AY_2X_4 ტიპის
შპინელის ჯგუფი
შპინელი $MgAl_2O_4$
ქრომიტი $FeCr_2O_4$
მაგნეტიტი $FeFe_2O_4(Fe_3O_4)$

ჰიდროჟანგეულები
ბრუსიტი $Mg(OH)_2$
გიპსიტი $Al(OH)_3$
დიასპორი $AlO(OH)$
ბემიტი $AlO(OH)$
გოეთიტი $FeO(OH)$
ლიმონიტი $HFeO_2.nH_2O$

ჟანგეულები

კუპრიტი, Cu_2O. Cuprit

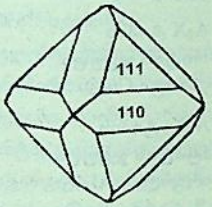
სახელწოდება. მინერალს სახელი მისი შედგენილობის მიხედვით დაერქვა. ,,კუპრუმ'' ლათინურიდან სპილენძს ნიშნავს.

ქიმიზმი. კუპრიტის შედგენილობა ძალიან უახლოვდება მის თეორიულ ფორმულას (Cu_2O=89.6%). მინარევების სახით თითქმის ყოველთვის შეიცავს CaO, Fe_2O_3, Se, Jn.

ნაირსახეობა: ქალკოტრიხიტი—თმისებური კუპრიტი.

სინგონია, სიმეტრიის კლასი, სივრცობრივი ჯგუფი. კუბური. ჰექსაოქტაედრის კლასი. $3L^4 4L_6^3 6\,L^2\,9PC$; $4/m\,\bar{3}2m$.

კრისტალოგრაფია. ქმნის ოქტაედრულ (111), იშვიათად კუბურ (100) და რომბოდოდეკაედრულ (110) ფორმის კრისტალებს (სურ.53). გვხვდება მიწისებრი, მკვრივი მასების, სვეტისებრი, მარცვლოვანი აგრეგატების სახით. ცნობილია კუპრიტის ფსევდომორფოზები თვითნაბად სპილენძთან, მალაქიტთან — ეპიტაქსიალური შენაზარდები თვითნაბად სპილენძთან და ქალკოპირიტთან.



სურ. 53. კუპრიტის კრისტალი

ფიზიკური თვისებები:

ფერი. დამახასიათებელია წითელი ფერები სხვადასხვა ტონებში: აგურისებრ წითელი, მურა-ყავისფერი, მუქი წითელი—თითქმის შავამდე, გამჭვირვალე კრისტალებისათვის — ლალისფერ-წითელი ფერები (''სპილენძიანი ლალი'').

ხაზის ფერი მორუხოწითელი, წითელი, ყავისფერი.

ელვარება ალმასის, ნახევრად მეტალური.

ტკეცვადობა (111) მიმართ შედარებით სრული, (100) მიმართ არასრული.

სიმაგრე 3.5—4.

ხვედრითი წონა 6.20.

მონატეხი უსწორმასწორო, ნიჟარისებრი.

მსხვრევადია, იშვიათად გამჭვირვალე, ლღობის ტემპერატურა 1235^0 C.

დიაგნოსტიკური ნიშნები. ადვილად გამოიცნობა ხაზის ფერით, ალმასის ელვარებით, ხალას სპილენძთან და მის შემცველ მეორად მინერალებთან (მალაქიტი, აზურიტი) პარაგენეზისით. ძალიან მიაგავს სინგურს და სპილენძს. პირველისაგან განსხვავდება კრისტალთა ფორმებით, ძლიერი ელვარებით, ხაზის ფერით და დაბალი ხვედრითი წონით; მეორისაგან—მეორად მინერალთა ასოციაციით. კუპრიტი იხსნება კონცენტრირებულ მარილმჟავაში — ლურჯი ხსნარის წარმოქმნით. ამ უკანასკნელიდან მისი გაცივებისა და ცივი წყლით განზავების პირობებში გამოილექება სპილენძის ქლორიდის თეთრი ფერის ნალექი.

წარმოშობა. კუპრიტი არის ტიპური ჰიპერგენული წარმოშობის მინერალი. ის ჩნდება სპილენძის სულფიდური საბადოების ზედა ნაწილებში დაჟანგვისა და ცემენტაციის ზონაში სპილენძის მეორად მინერალებთან (მალაქიტი, აზურიტი, ქრიზოკოლა და სხვ) და ლიმონიტთან ასოციაციაში.

საბადოები. საქართველოში კუპრიტის საბადოები არ არის. საზღვარგარეთის ქვეყნებიდან კუპრიტის საბადოებია: რუსეთში (ურალის კოლჩედანური საბადოები), ყაზახეთში (ჯეზკაზგანი), ინგლისში (კორნუელი), ბოლივიაში, მექსიკაში, საფრანგეთში (ჩესი), აშშ (არიზონას შტატი), ნამიბიაში და სხვ.

შეცვლა. ზედაპირზე კუპრიტი ადვილად გადადის მალაქიტში, აზურიტში და ხალას სპილენძში.

გამოყენება. არის სპილენძის ერთ-ერთი მადანი. კუპრიტის სუფთა გამჭვირვალე კრისტალები გამოიყენება, როგორც ძვირფასი სანახელავო ქვა.

ჰემატიტის ჯგუფი

ამ ჯგუფის მინერალებისათვის დამახასიათებელია კორუნდის (Al_2O_3) ტიპის კრისტალური სტრუქტურა. ამ ტიპის კრისტალური სტრუქტურა წარმოადგენს ჟანგბადის ატომების უმჭიდროეს ჰექსაგონურ წყობას, რომელშიც ალუმინის ატომები ოქტაედრული სიცარიელეების მხოლოდ 2/3 ნაწილს იკავებენ. კათიონებს აქვს ოქტაედრული კოორდინაცია — ალუმინის კათიონს გარს ეკვრის ჟანგბადის ექვსი ატომი, ერთ ჟანგბადს — ოთხი ალუმინი (სურ.7).

ჰემატიტის ჯგუფის მინერალებიდან კორუნდისა და ჰემატიტის სტრუქტურებს აქვს სივრცობრივი ჯგუფი $\bar{3}2/m$ (დიტრიგონული სკალენოედრის კლასი). ილმენიტის სტრუქტურაში ალუმინის ადგილს მორიგეობით იჭერს რკინა (Fe^{2+}) და ტიტანი (Ti^{4+}), რაც იწვევს კრისტალური მესრის სიმეტრიის დადაბლებას (სივრცობრივი ჯგუფი $\bar{3}$, რომბოედრის კლასი). ჰემატიტის ჯგუფის მინერალებში მტკიცე იონურ-კოვალენტური კავშირი და უმჭიდროესი წყობა მათ ანიჭებს დიდ სიმაგრეს და მომატებულ სიმკვრივეს.

კორუნდი, Al_2O_3 Corund

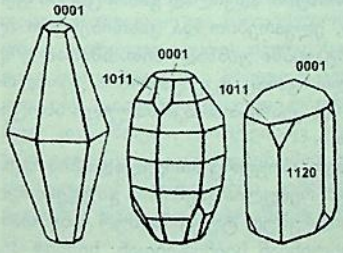
სახელწოდება. მინერალის სახელის წარმომავლობა საბოლოოდ დადგენილი არ არის. არის მოსაზრება, რომ ასე უწოდებდნენ მინერალს ინდოეთში. მეორე ვერსიის მიხედვით კორუნდის სახელწოდება არის ძველინდური და წარმოდგება სიტყვა ,,კაურუნტაკა''-დან.

ქიმიზმი. Al_2O_3=96-98%, Al=52.2%. იზომორფული მინარევების სახით შეიცავს Fe^{3+}= Gr^{3+}, მონაწილეობს ასევე Ti, Mn, V, Mg მინარევებიც.

ნაირსახეობები: ლეიკოსაფირი — უფერო გამჭვირვალე (მინარევების გარეშე), საფირონი — ლურჯი გამჭვირვალე (Fe^{2+}, Fe^{3+}, Ti^{3+} მინარევებით), ლალი — წითელი, მურა-წითელი, ყავისფერი გამჭვირვალე წვრილმარცვლოვანი კორუნდია (შეფერვას იწვევს Fe, Cr, V,Mg მინარევები), აღმოსავლეთის ამეთვისტო — იისფერი, აღმოსავლეთის ზურმუხტი — მწვანე, აღმოსავლეთის ტოპაზი — მოყვითალო, ზუმფარა — მოშავო-მორუხო ფერის გაუმჭვირვალე წვრილმარცვლოვანი კორუნდიანი ქანია — ჰემატიტის, გოეთიტის და შპინელის მინარევებით.

სინგონია, სიმეტრიის კლასი, სივრცობრივი ჯგუფი. ტრიგონული. დიტრიგონული სკალენოედრის კლასი. $L_6^3 3\, L^2 3PC$; $\bar{3}2m$.

კრისტალოგრაფია. ჩვეულებრივ ახასიათებს ფირფიტისებრი (0001), სვეტისებრი, პრიზმული და მომრგვალებულ-კასრისებრი მეტაკრისტალები (სურ. 54). იშვიათია რომბოედრული ფორმები. პრიზმისა და ბიპირამიდის წახნაგები დაფარულია შტრიხებით. ქმნის წვრილმარცვლოვან და მკვრივ აგრეგატებს. ქანში წარმოდგენილია ჩანაწინწკლებისა და მთლიანი მარცვლოვანი მასების სახით.



სურ. 54. კორუნდის კრისტალები

დადგენილია კავშირი კორუნდის კრისტალის ზომებსა და მინერალწარმომქმნელი გარემოს თერმოდინამიკურ პირობებს შორის. მაგალითად, კორუნდის ნაგრძელებული ბიპირამიდული და იზომეტრული კრისტალები ჩვეულებრივ დაკავშირებულია კაჟმიწით გაღარიბებულ ქანებთან — ნეფელინიან სიენიტებთან და ჰიპერბაზიტებთან, ფირფიტოვანი იერის კრისტალები კი კაჟმიწით გამდიდრებულ ქანებთან — გრანიტებთან, გნეისებთან და მეორად კვარციტებთან. მოცემულ შემთხვევებში კორუნდის კრისტალთა მორფოლოგია გამოდგება როგორც ტიპომორფული ნიშანი. კორუნდს ახასიათებს პოლისინთეტური მრჩობლები: (1011) და (0001) მიმართ და ფსევდომორფოზები — ანდალუზიტის მიმართ.

ფიზიკური თვისებები:

ფერი. ახასიათებს მრავალფეროვნება (ლურჯი, ვარდისფერი, იისფერი, მოყვითალო, წითელი და სხვ.). ჩვეულებრივ, სუფთა კორუნდი თეთრია.

ხაზის ფერი თეთრი.

ელვარება ალმასისებრი, მინისებური.

ტკეჩვადობა არ აქვს.

სიმაგრე 9.

ხვედრითი წონა 4.02.

მონატეხი უსწორმასწორო, ნიჟარისებრი.

მსხვრევადია, ლღვება 2050^0 C ტემპერატურაზე.

დიაგნოსტიკური ნიშნები: ადვილად გამოიცნობა ფერით, დიდი სიმაგრით, ელვარებით და კასრისებური იერის კრისტალებით, მჟავებში უხსნადობით. ხშირად ერევათ დისტენში, რომლისაგანაც ტკეჩვადობის უქონლობით, დიდი სიმაგრით და კვარცთან აკრძალული ასოციაციით განსხვავდება.

წარმოშობა. კორუნდი, როგორც პირველადი ჰიპოგენური მინერალი, დაკავშირებულია კაჟმიწით გაუჯერებელ და თიხამიწით გამდიდრებულ ტუტე მაგმურ ქანებთან: სიენიტებთან, ნეფელინიან სიენიტებთან, სიენიტ-პეგმატიტებთან და სხვ. ჩნდება მეტამორფულ ქანებში —

გნეისებში, ქარსიან ფიქლებში, კრისტალურ ფიქლებში-ქარსებთან, ქლორიტებთან და სხვ. ასოციაციაში. წარმოიშობა თიხამინით მდიდარი ქანების მეტამორფული გარდაქმნის ხარჯზე. დიდი სიმაგრისა და გამოფიტვის აგენტების მიმართ ქიმიური ინერტულობის გამო გროვდება ქვიშრობებში.

საბადოები. საქართველოში კორუნდის საბადოები არ არის. საზღვარგარეთის ქვეყნებიდან კორუნდის სამრეწველო მნიშვნელოვანი საბადოები ცნობილია: ყაზახეთში (სემიზ-ბუგუ), რუსეთში (ურალი, ილმენის მთები, კოსოიბროდის ზუმფარას საბადოები (სვერდლოვსკის ოლქი), იაკუტიაში (წითელი მარცვლოვანი კორუნდი), ბირმაში (1929 წელს ბირმაში ნანახი იქნა 1000 კარატიანი კრისტალი), ტაილანდში, შრილანკაში (შრილანკა ლალთან ერთად ითვლება საფირონის მომპოვებელ ძირითად ქვეყნად). ლალისა და საფირონის მოპოვება ხდება ასევე ინდოეთში, ბრაზილიაში, კამპუჩიაში, ავსტრალიაში, ტანზანიაში და სხვ. ზუმფარას მსოფლიო მნიშვნელობის საბადოებია: აშშ (კაროლინას და ჯორჯიას შტატებში), იტალიაში, საფრანგეთში, ინგლისში. აბრაზიული კორუნდის მსხვილი კრისტალები ნანახია სამხრეთ აფრიკაში (ტრანსვაალი).

შეცვლა. კორუნდის გარდაქმნის პროდუქტებია სილიმანიტი და დისტენი.

გამოყენება. კორუნდი არის ძვირფასი სააბრაზივო მასალა, ხოლო ლალი და საფირონი პირველი კლასის ძვირფასი სანახელავო და საიუველირო ქვები. ლალი ერთ-ერთი პირველი კლასის ძვირფასი ქვაა, რომელიც თავისი ფასით ადგილს მხოლოდ ალმასს და ზურმუხტს უთმობს. დიდი პრაქტიკული ღირებულება აქვს ხელოვნურ კორუნდებს, რომლებსაც ელექტრო კორუნდებს, ანუ ალუნდას უწოდებენ. მათ ელექტროღუმელებში ღებულობენ ბოქსიტების გამოწვით და წარმატებით იყენებენ როგორც სააბრაზივო მასალას.

ჰემატიტი (სინ. რკინის წითელი მადანი), Fe_2O_3, Haematit

სახელწოდება. ბერძნ. ''ჰემატიტეს" სისხლიანს ნიშნავს (კრისტალის ფხვნილის წითელი ფერის გამო).

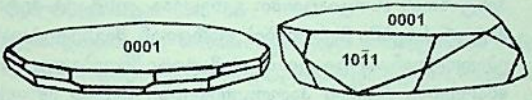
ქიმიზმი. Fe_2O_3=98-99%; მისი შედგენილობა უმნიშვნელოდ განსხვავდება იდეალური ფორმულისაგან, თუმცა იზომორფული მინარევების სახით უმნიშვნელო რაოდენობით ყოველთვის შეიცავს Ti, Al ,Mg, Ca, Si, Mn, V და სხვ.

ნაირსახეობები: რკინის არაჟანი — წვრილქერცლოვანი, შეხებისას ცხიმოვანი; რკინის ვარდი — ფირფიტოვანი კრისტალების შენაზარდები — მოგვაგონებს მრავალფურცლა ყვავილს; რკინის ელვარება — თხელ- და უხეშფირფიტისებრი, შავი ფერის ძლიერი მეტალური ელვარების მქონე; წითელი მინის თავი — ნადენი ფორმაა, ბოჭკოვანი, თირკმლისებრი, სხივოსნური, ზონალურ-კონცენტრული სტრუქტურით; წითელი რკინის ქვა — წვრილმარცვლოვანი, სხვადასხვა სიმკვრივის წითელი ფერის ჰემატიტის დანაგროვები; სპეკულიარიტი — მეტალური ელვარების ქერცლოვანი ქარსისებური ჰემატიტი, მარტიტი — ჰემატიტის ფსევდომორფოზა მაგნეტიტის მიმართ, მუშკეტოვიტი — მაგნეტიტის ფსევდომორფოზა ჰემატიტის მიმართ. ოქრა — ჰემატიტის წითელი ფერის მიწისებრი ნაირსახეობა, ჰიდროჰემატიტი — წყლის შემცველი (H_2O=8%) წვრილკრისტალური ჰემატიტი.

სინგონია, სიმეტრიის კლასი, სივრცობრივი ჯგუფი. ტრიგონული. დიტრიგონული სკალენოედრის კლასი. $L_6^3\ 3\ L^2\ 3PC$; $\bar{3}2m$.

კრისტალოგრაფია. ძირითადად განვითარებულია სქელ - და თხელფირფიტოვანი ფსევდოჰექსაგონური (0001) კრისტალების სახით (სურ. 55). იშვიათია წაგრძელებული პინაკოიდური და რომბოედრული იერის კრისტალე-

ბი. გვხვდება ქერცლების, მასიური, სხივოსნური, მიწისებრი, თირკმლისებრი (ტაბ. 3.1) აგრეგატების სახით. ქმნის მკვრივ მასებს, ოოლითებს, სტალაქტიტებს. ახასიათებს ეპიტაქსიალური შენაზარდები ილმენიტთან, მაგნეტიტთან, რუტილთან, კვარცთან, მუსკოვიტთან.



სურ. 55. ჰემატიტის კრისტალები

ფიზიკური თვისებები:

ფერი წითელი, მუქი წითელი, ფოლადისებრ ნაცრისფერი, მოწითალო-ყავისფერი შავამდე.

ხაზის ფერი ალუბლისებრ წითელი, ზოგჯერ ყავისფერი.

ელვარება მეტალური, მქრქალამდე.

ტკეცვადობა არ აქვს. ახასიათებს განწევრება (0001), (01$\bar{1}$2) მიმართ.

სიმაგრე 5—6.

ხვედრითი წონა 5.25.

მონატეხი უსწორმასწორო, ნახევრად ნიჟარისებრი.

არამაგნიტურია, ელექტრობას ატარებს.

დიაგნოსტიკური ნიშნები. ძალიან მიაგავს მაგნეტიტს, ილმენიტს და რკინის ჰიდროჟანგებს. მათგან ადვილად განსხვავდება ხაზის ალუბლისებრ წითელი ფერით, კრისტალურ აგრეგატთა იერით. იხსნება მხოლოდ კონცენტრირებულ მარილმჟავაში. ჰემატიტი ემსგავსება ვოლფრამიტს, სინგურს; მათგან განსხვავდება ტკეცვადობის უქონლობით, დაბალი სიმაგრით და დაბალი ხვედრითი წონით. გახურებით იძენს მაგნიტურ თვისებას.

წარმოშობა. ჰემატიტი ჩნდება სხვადასხვა გეოლოგიურ პირობებში და განსხვავებული გენეტური ჯგუფის ქანებში. მაგმური წარმოშობის ჰემატიტი, როგორც მეო-

რეხარისხოვანი აქცესორული მადნეული მინერალი, დაკავშირებულია ფუძე და ულტრაფუძე მაგმურ ქანებთან. გვხვდება მაღალტემპერატურულ ჰიდროთერმულად შეცვლილ ულტრაფუძე ქანებში (ოლივინიტებში), სადაც ის ოლივინის ხარჯზე ჩნდება ტალკთან და სერპენტინთან ასოციაციაში. გვხვდება კონტაქტ-მეტასომატურ ქანებში (სკარნები) კვარცთან, მაგნეტიტთან და ეპიდოტთან ასოციაციაში. ჰემატიტი ჩნდება ვულკანურ მხარეებში რკინის ჰალოგენიდებზე წყლის ორთქლის ზემოქმედებით: $2FeCl_3+3H_2O \rightarrow 2FeCl_2+3H_2O \rightarrow Fe_2O_3+ 6HCl$. ჰემატიტის მსოფლიო მნიშვნელობის მადნები არის მეტამორფული და დანალექი წარმოშობის. ჰემატიტის მეტამორფული მადნები ჩნდება დანალექი მადნების ხარჯზე. ვარაუდობენ, რომ რეგიონალურ მეტამორფულ ქანებში ჰემატიტის წარმოშობა შეიძლება დაკავშირებული იყოს ლიმონიტის, მაგნეტიტის ან სიდერიტის მეტამორფიზმთან. ჰემატიტი შეიძლება გაჩნდეს ზედაპირული გამოფიტვის პროცესში. მაგალითისათვის გამოდგება ჩრდილო აფრიკის საბადოები, რომლებიც წარმოშობილი არიან სიდერიტის ლინზების შემცველი კარბონატული ქანების გამოფიტვის გზით, ხოლო კუბის ჰემატიტის საბადოები — სერპენტინიტების გამოფიტვის ხარჯზე.

საბადოები. საქართველოში ჰემატიტის საბადოები არ არის. ის, როგორც სუბლიმაციის პროდუქტი, გამოვლინებულ იქნა ვულკან სამსარის კალდერაში (ჯავახეთის ზეგანი); აქ დაციტური შედგენილობის სხვადასხვა ზომის ლოდების ზედაპირი დაფარულია ჰემატიტის საკმაოდ კარგად განვითარებული კრისტალთა დრუზებით თაბაშირთან და იაროზიტთან ასოციაციაში.

საზღვარგარეთის ქვეყნებიდან ჰემატიტის მომპოვებელ მთავარ ქვეყნებად ითვლება: უკრაინა (კრივოირო-

გი), რუსეთი (კუტიმის საბადო, ურალი) აშშ (ზემო ტბების მიდამოები), ბრაზილია (ბელუორიზონტი, მინას-ჟერაისი), ინდოეთი (ბიხარისა და ორაძის პროვინციები), კორეა, ალჟირი, ავსტრალია, კანადა, ჩინეთი, მექსიკა, იტალია და სხვა.

შეცვლა. დაჟანგვის ზონაში ჰემატიტი არამდგრადი მინერალია. გადადის ჰიდროჰემატიტში და რკინის სხვადასხვა ჰიდროჟანგებში.

გამოყენება. ჰემატიტი არის რკინის ერთ-ერთი მთავარი მადანი. მეტამორფული და მეტასომატური წარმოშობის ჰემატიტები შეიძლება გამოყენებულ იქნეს საიუველირო ნაკეთობათა დასამზადებლად; ფხვნილისებრ ჰემატიტს ხმარობენ საღებავებისა და წითელი ფანქრების წარმოებაში.

ილმენიტი, $FeTiO_3$ Ilmenit

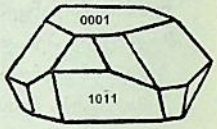
სახელწოდება. მინერალს სახელი დაერქვა მისი პირველი აღმოჩენის ადგილის — ილმენის მთების (ჩელიაბინსკის ოლქი, რუსეთი) მიხედვით.

ქიმიზმი. მინერალის შედგენილობა ძალიან ცვალებადია და იშვიათად უახლოვდება მის თეორიულ ფორმულას: Fe=36.8%, Ti=-31.5%. იზომორფული მინარევების სახით მასში ყოველთვის მონაწილეობს: Mg^{2+}, Cr^{3+}, Mn^{2+}, V^{5+}, Nb^{5+}, Fe^{3+}. მინერალის რეალურ შედგენილობას ხშირად ასე გამოხატავენ (Fe,Mg, Mn) TiO_3.

ნაირსახეობა: პეროვსკიტი — ილმენიტის ფსევდოკუბური სახესხვაობა, გვხვდება ნეფელინიან სიენიტებსა და კარბონატიტებში.

სინგონია, სიმეტრიის კლასი, სივრცობრივი ჯგუფი. ტრიგონული. რომბოედრის კლასი; L_6^3 C; $\bar{3}$.

კრისტალოგრაფია. ილმენიტისათვის კრისტალები დამახასიათებელი არ არის. გავრცელებულია სქელფირფიტოვანი (0001) ჰექსაგონური პრიზმების (10$\bar{1}$0), (11$\bar{2}$0) და რომბოედრების სახით (სურ.56). ჩვეულებრივ გავრცელებულია მკვრივი მასების, წვრილმარცვლოვანი, ჩანაწინწკლების, ქერცლების, ჩანართებისა და ცალკეული კიდეებშემოლღობილი მჭიდრომარცვლოვანი მასების სახით. იძლევა ეპიტაქსიალურ შენაზარდებს რუტილთან და ქარსებთან. ახასიათებს მრჩობლები (შეზრდის სიბრტყე 0001).



სურ. 56. ილმენიტის კრისტალები

ფიზიკური თვისებები:

ფერი რკინისებრ შავი, შავი, ზოგჯერ ფოლადისებრ ნაცრისფერი.

ხაზის ფერი შავი. იშვიათად რუხი-წითელი.

ელვარება მეტალური ან ნახევრად მეტალური.

ტკეჩვადობა არ აქვს.

სიმაგრე 5.5—6.

ხვედრითი წონა 4.7.

მონატეხი ნიჟარისებრი.

ნახევრად გამჭვირვალე, თითქმის გაუმჭვირვალე, მსხვრევადი, გახურებით იძენს სუსტ მაგნიტურ თვისებებს.

დიაგნოსტიკური ნიშნები. ილმენიტი ძალიან მიაგავს ჰემატიტს, რომლისაგან ადვილად განსხვავდება ხაზის ფერით და კრისტალთა ფორმებით. მაგნეტიტისაგან განსხვავდება მაგნიტური თვისებების უქონლობით. ნელა იხსნება ცხელ HCl -ში ტიტანის ჟანგის გამოყოფით.

წარმოშობა. ილმენიტი არის ტიპური ჰიპოგენური წარმოშობის მინერალი. ჩანაწინწკლებისა და შლირების სახით გვხვდება ულტრაფუძე და ფუძე ქანებში (გაბრო, ანორთოზიტები, ოლივინიტები და სხვ). ჰიდროთერმული წარმოშობის ილმენიტი, როგორც აქცესორული მინერალი, გვხვდება კვარცის ძარღვებში და გრანიტულ პეგმატიტებში — ქალკოპირიტთან და ჰემატიტთან ასოციაციაში. განვითარებულია ტუტე პეგმატიტებში — სფენთან, მინდვრის შპატებთან და ბიოტიტთან ერთად. ილმენის მთების ნეფელინიანი სიენიტების პეგმატიტებში აღწერილია 15 სმ სიგრძის ილმენიტის კრისტალები. ილმენიტი არის ქვიშრობის მინერალი მაგნეტიტთან, რუტილთან, ცირკონთან, მუსკოვიტთან ასოციაციაში.

საბადოები. საქართველოში ილმენიტის საბადოები არ არის. საზღვარგარეთის ქვეყნებიდან ცნობილია რუსეთში (ილმენის მთები, სამხრეთ ურალი), ნორვეგიაში, ინდოეთში, ბრაზილიაში, აშშ (ნიუ იორკისა და კონეკტიკუტის შტატები) და სხვ.

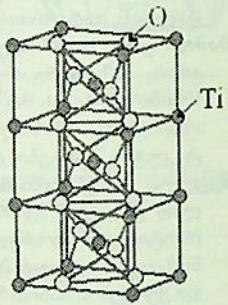
შეცვლა. ჟანგბადით მდიდარ გარემოში ილმენიტი ადვილად გადადის მეორად მინერალებში — ლეიკოქსენში (რუტილისა და ანგლეზიტის ნარევი), რომელიც ილმენიტის კრისტალის პერიფერიულ ნაწილებში არშიებისა და ქერქების სახით ჩნდება.

გამოყენება. ილმენიტი არის ტიტანის მადანი. გამოიყენება მეტალური ტიტანის, ფეროტიტანის და თეთრი საღებავებისა და ტიტანის ორჟანგის მისაღებად. ის შეიძლება გამოყენებულ იქნეს როგორც რკინის ერთ-ერთი მადანი. გამოიყენება კოსმოსური კონსტრუქციების მშენებლობაში როგორც კორპუსების, ისე ძრავების დასამზადებლად. ამჟამად ილმენიტის მსოფლიო პროდუქცია 3 მილიონ ტონას შეადგენს წელიწადში.

რუტილის ჯგუფი

რუტილის ჯგუფის მინერალები AX_2 ტიპის ჟანგეულებს მიეკუთვნება. ამ ტიპის ჟანგეულებში გაერთიანებული მინერალები კრისტალური სტრუქტურის განსხვავებული აღნაგობით ხასიათდება. მაგალითად, რუტილის, კასიტერიტისა და პიროლუზიტისათვის დამახასიათებელია რუტილის ტიპის სტრუქტურა, ურანინიტისათვის—ფლუორიტის ტიპის.

რუტილის ტიპის სტრუქტურა წარმოადგენს ჟანგბადის იონების უმჭიდროეს ჰექსაგონურ წყობას, რომელთა ოქტაედრული სიცარიელეების 1/2 ტიტანის ატომები იკავებს. ეს უკანასკნელები განლაგებულია სხეულცენტრირებული ტეტრაგონული მესრის კვანძებში. ტიტანის თითოეულ ატომს გარს ეკვრის ჟანგბადის ექვსი ატომი, ხოლო თითოეულ ჟანგბადს — სამი ტიტანი. კოორდინაციული მრავალწახნაგა ოქტაედრია. ოქტაედრების ერთმანეთთან საერთო წიბოთი შეერთებით წარმოიქმნება C ღერძის პარალელური ძეწკვები (სურ. 57). ფლუორიტის მსგავს ურანინიტის სტრუქტურაში U^{4+} იკავებს Ca^{2+} პოზიციას, ხოლო O^{2+}—F-ის პოზიციას.



სურ. 57. რუტილის სტრუქტურა

რუტილი, TiO_2. Rutil

სახელწოდება. ლათ. ''რუტილუს'' წითელს, მოწითალოს ნიშნავს.

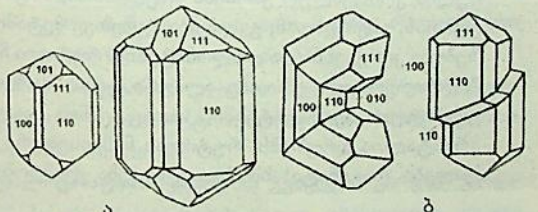
ქიმიზმი. Ti=60%. ზოგჯერ მინარევების სახით შეიცავს: Fe^{2+}, Fe^{3+}, Nb, Ta, V.

TiO_2-ს აქვს პოლიმორფული მოდიფიკაციები: *რუტილი, ბრუკიტი და ანატაზი.* მათგან ფართოდ გავრცელებული და, ამასთან, მდგრადი მოდიფიკაციაა რუტილი.

ნაირსახეობები: საგენიტი — რუტილის ნებისმიერი იერის კრისტალების ბადისებური მრჩობლური შენაზარდები; ლეიკოქსენი — კრისტალური რუტილის ნარევი ანატაზთან, კვარცთან, თიხურ მინერალებთან, ნიგრინი — შავი ფერის, რკინის შემცველი რუტილი, სტიუვერიტი — Nb და Ta შემცველი.

სინგონია, სიმეტრიის კლასი, სივრცობრივი ჯგუფი. ტეტრაგონული. დიტეტრაგონული ბიპირამიდის კლასი. $L^4\,4\,L^2\,5PC$; 4/m2/m2/m.

კრისტალოგრაფია. ახასიათებს სვეტისებრი, ნემსისებრი და პრიზმული იერის კრისტალები C ღერძის გასწვრივ ვერტიკალური შტრიხებით (სურ. 58ა). ქმნის მასიურ და მარცვლოვან აგრეგატებს. დამახასიათებელია მუხლისებრი (სურ. 58ბ), შეზრდის სიბრტყე — (011) და გულის ფორმის მარტივი და კონტაქტური მრჩობლები. ცნობილია რუტილის ეპიტაქსიალური შენაზარდები ჰემატიტთან, ილმენიტთან, მაგნეტიტთან, კვარცთან და სხვ.



ა ბ

სურ. 58. რუტილის კრისტალი (ა), მუხლისებრი მრჩობლები (ბ)

ფიზიკური თვისებები:

ფერი წითელი, მოწითალო-ყავისფერი, მომწვანო, მუქი ყვითელი, შავი ან მუქი წითელი. სუფთა რუტილი თეთრია.

ხაზის ფერი ბაცი ყვითელი, ბაცი ყავისფერი.

ელვარება მეტალური, ნახევრად მეტალური, ალმასისებრი.

ტკეჩვადობა (110) მიმართ სრული.

სიმაგრე 6—6.5.

ხვედრითი წონა 4.25.

მონატეხი ნიჟარისებრი, უსწორმასწორო.

დიაგნოსტიკური ნიშნები. ადვილად გამოიცნობა ალმასის ელვარებით, კრისტალთა ფორმებით, წითელი ფერით, მუხლისებრი მრჩობლებით. ძალიან მიაგავს ცირკონს ($ZrSiO_4$), რომლისაგან განსხვავდება დაბალი სიმაგრით; მიაგავს კასიტერიტს (SnO_2). რომლისაგან განსხვავდება დაბალი ხვედრითი წონით და შედარებით დაბალი სიმაგრით. რუტილის ნემსისებრი კრისტალები ძალიან ემსგავსება ტურმალინს. მათი ერთმანეთისაგან გარჩევა ადვილად ხერხდება მიკროსკოპში.

წარმოშობა. რუტილი სხვადასხვა თერმოდინამიკურ პირობებში წარმოშობილი მინერალია. ის, როგორც მეორეხარისხოვანი აქცესორული მინერალი, დამახასიათებელია ულტრაფუძე და ფუძე ქანებისათვის. მნიშვნელოვანი გავრცელებით სარგებლობს ტუტე ქანებში. მეტამორფული წარმოშობის რუტილი დაკავშირებულია კრისტალურ ქარსიან ფიქლებთან, ამფიბოლიტებთან, გნეისებთან; გვხვდება აგრეთვე მეტამორფიზებულ კირქვებში და დოლომიტებში. რუტილი ჩნდება ჰიდროთერმული გზითაც ალპური ტიპის ძარღვებში, გრანიტულ პეგმატიტებში, სადაც ქმნის ცალკეულ კრისტალთა დრუზებს. რუტილის ნემსისებური კრისტალები (საგენიტი) ხშირად გვხვდება ქვიშრობებშიც.

არაიშვითად ჩნდება ტიტანის შემცველი მინერალების (ტიტანიტი, ილმენიტი) გარდაქმნის ხარჯზე.

საბადოები. საქართველოში რუტილის საბადოები არ არის. საზღვარგარეთის ქვეყნებიდან რუტილის საბადოები ცნობილია ურალში (მდ. კამენკეს ქვიშრობები), ყაზახეთში (სემიზ-ბუგუ), საფრანგეთში, შვეიცარიის ალპებში, მადაგასკარზე, ავსტრალიაში, აშშ (ჩრდილო კაროლინის, არკანზასის, ვირჯინიის შტატები).

გამოყენება. მნიშვნელოვანი დანაგროვების შემთხვევაში ილმენიტთან ერთად წარმოადგენს ტიტანის მადანს. მათგან გზადაგზა შეიძლება მიღებულ იქნეს Nb, Ta; ხმარობენ კერამიკაში, რადიოტექნიკაში დეტექტორად; ბაც ყვითელ სახესხვაობას — როგორც ძვირფას სანახელავო ქვას.

კასიტერიტი (სინ. კალის ქვა), SnO_2. Cassiterit

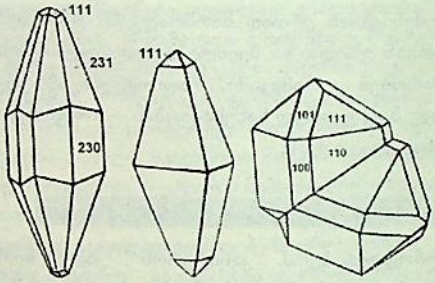
სახელწოდება. ბერძ. ''კასიტეროს '' კალას ნიშნავს. არ გამორიცხავენ, რომ მინერალს სახელი დარქმეოდა კასიტერიდის კუნძულის (ბრიტანეთი) ძველი რომაული სახელის მიხედვით, საიდანაც რომაელებს გამოჰქონდათ ეს მინერალი.

ქიმიზმი. კასიტერიტის შედგენილობა თითქმის შეესაბამება მის თეორიულ ფორმულას. SnO_2=95-99%, Sn=78,8%; მექანიკური ჩანართების სახით მცირე რაოდენობით შეიცავს: Nb, Ta, Zr, Ti, Ta, W, Fe, Mn და სხვ.

სინგონია, სიმეტრიის კლასი, სივრცობრივი ჯგუფი. ტეტრაგონული. დიტეტრაგონული ბიპირამიდის კლასი. $L^4 4L^2 5PC$; 4/m2/m2/m.

კრისტალოგრაფია. მეტწილად გვხვდება კარგად განვითარებული კრისტალების სახით. ახასიათებს მოკლე

პრიზმები და ბიპირამიდები. კრისტალები ჩვეულებრივ მცირე ზომისაა (იშვიათად აღწევს 5 სმ.) (სურ. 59ა). გვხვდება მასიური, მარცვლოვანი აგრეგატების, ქერქების, სხივოსნური, ნადენი, მომრგვალებული ზონალურ-კონცენტრიული ფორმების, ფარულკრისტალური მასების და დრუზების სახით. კასიტერიტი ხშირად ქმნის მუხლისებრი ფორმის მრჩობლებს (შეზრდის სიბრტყე 011) (სურ. 59ბ).



ა ბ

სურ. 59. კასიტერიტის კრისტალები (ა) და მრჩობლი (ბ)

ცნობილია კასიტერიტის კანონზომიერი შენაზარდები კოლუმბიტ-ტანტალის ჯგუფის მინერალებთან. ხშირად შეიცავს კაჟმიწისა და ჰემატიტის ჩანართებს.

ტიპომორფული ნიშნები. კასიტერიტის ბიპირამიდული იერის კრისტალები ძირითადად დამახასიათებელია პეგმატიტური ძარღვებისა და გრეიზენული ზონებისათვის, პრიზმული იერის კრისტალები — ჰიდროთერმული წარმოშობის კვარცის ძარღვებისათვის. მაღალტემპერატურულ ჰიდროთერმულ ძარღვებში განვითა-

რებული კასიტერიტი შეიცავს: Nb, In, Be, Te მინარევებს და ხასიათდება შავი ფერით; შედარებით დაბალტემპერატურული ჰიდროთერმული წარმოშობის კასიტერიტი შეიცავს Wo მინარევებს და რუხი ფერისაა.

ფიზიკური თვისებები:

ფერი მექანიკური მინარევების გამო შეიძლება იყოს წითელი, მოყვითალო, მოწითალო, ყავისფერი, რუხი, მომწვანო-ყავისფერი, შავი, ნარინჯისფერი; მინერალის ფერი შეიძლება იცვლებოდეს ერთი კრისტალის სხვადასხვა ნაწილშიც. სუფთა კასიტერიტი უფეროა.

ხაზის ფერი თეთრი, რუხი, ყავისფერი, მოყვითალო.

ელვარება ალმასის (წვრილ და მარცვლოვან აგრეგატებისათვის) — ნახევრად მეტალურამდე, ფისისებრი (მონატეხზე).

ტკეცვადობა (010) მიმართ არასრული.

სიმაგრე 6—7.

ხვედრითი წონა 6.8—7.

მონატეხი უსწორმასწორო, ნახევრად ნიჟარისებრი.

მსხვრევადია; კასიტერიტი მაგნეტიტის ჩანართების შემთხვევაში ფლობს მაგნიტურ თვისებებს; მჟავებში არ იხსნება, კათოდურ სხივებში ანათებს მომწვანო-ყვითელი ფერებით.

დიაგნოსტიკური ნიშნები. კასიტერიტი მისი მსგავსი მინერალებისაგან ადვილად გამოიცნობა კრისტალთა იერით, მაღალი ხვედრითი წონით, ხაზის ფერით, მუხლისებრი ფორმის მრჩობლებით. მცირე ზომის კრისტალების შემთხვევაში კასიტერიტი ძნელად გამოსაცნობია. ასეთ შემთხვევაში მინერალს ათავსებენ გახურებულ თუთიის ფირფიტაზე და ზემოქმედებენ განზავებული მარილის სიმჟავით. რეაქციის შემდეგ მინერალის ზედაპირი იფარება მუქი-ნაცრისფერი მეტალური კალის თხელი ფენით. ამ უკანასკნელის გადაწმენდის შემდეგ კასიტერიტი ელვარებს.

წარმოშობა. კასიტერიტი, როგორც პირველადი მინერალი, არის ტიპური ჰიპოგენური — (პნევმატოლითური) წარმოშობის. ის გენეტურად დაკავშირებულია მჟავე გრანიტ - რიოლითური შედგენილობის პეგმატიტებთან, კვარცთან, ალბიტთან, მუსკოვიტთან, ეპიდოტთან ასოციაციაში. ხშირად გვხვდება მაღალტემპერატურულ ჰიდროთერმულ კვარცის ძარღვებში — ვოლფრამიტთან, მოლიბდენიტთან, პირიტთან, ქალკოპირიტთან, პიროტინთან ასოციაციაში. ფართო გავრცელება აქვს გრეიზენიზებულ და ალბიტიზირებულ პეგმატიტებში — ვოლფრამიტთან, ტურმალინთან, ტოპაზთან, აპატიტთან, ფლუორიტთან ასოციაციაში. კასიტერიტი, როგორც გამოფიტვის აგენტებისადმი მდგრადი მინერალი, მნიშვნელოვანი რაოდენობით გროვდება ქვიშრობებში.

საბადოები. საქართველოში კასიტერიტის საბადოები არ არის. საზღვარგარეთის ქვეყნებიდან კასიტერიტის საბადოებია: რუსეთში (მაგადანის ოლქი, ჩუკოტკის ავტონომიური ოლქი, აღმოსავლეთი ციმბირი), უკრაინაში; ბოლივიაში, მადაგასკარზე, ტაილანდში, ბირმაში, ჩინეთში, ინდოეთში, ინგლისში, საქსონიაში და სხვ. კასიტერიტის ქვიშრობული საბადოებია: ინდონეზიაში, ბრაზილიაში და სხვ.

გამოყენება. კასიტერიტი არის სამრეწველო მნიშვნელობის კალის მიღების მთავარი მადანი. ის უხსოვარი დროიდან არის ცნობილი. ყოველ შემთხვევაში 3200წ. ჩ.წა. ფინიკიელებს კალა ჩამოჰქონდათ ესპანეთიდან და კორნუელიდან (ინგლისი) და ვაჭრობდნენ მინერალით ხმელთაშუა ზღვის ქვეყნებში. ჯერ კიდევ 1100 წელს ჩ.წა. კასიტერიტს იყენებდნენ თითბერისა (თუთიასთან სპილენძთან, ტყვიასთან) და ბრინჯაოს (სპილენძთან) შენადნობების დასამზადებლად. ხმარობენ საღებავები-

სა და მინანქრების წარმოებაში, სპილენძის ჭურჭლის მოსაკალავად და სხვ. კალის მინერალებიდან ზოგჯერ იღებენ Nb, Ta, In. ხელოვნურად მიღებული კალის ჟანგი გამოიყენება როგორც სააბრაზიო მასალა.

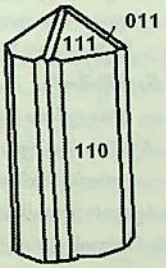
პიროლუზიტი, MnO_2 Pyrolusit

სახელწოდება მინერალის სახელი ბერძნულიდან მოდის. ''პიროს'' ცეცხლს ნიშნავს, ''ლიუზიო''—გამანადგურებელს. მინერალი თავისი ძლიერი დამჟანგავი მოქმედების გამო იხმარებოდა მინაზე ფერადი ლაქების მოსაცილებლად.

ქიმიზმი. Mn=63,2%; მექანიკური მინარევების სახით შეიცავს: SiO_2, Fe_2O_3, H_2O. აქვს რუტილის მსგავსი სტრუქტურა Mn-ის ექვსმაგი კოორდინაციით.

სინგონია, სიმეტრიის კლასი, სივრცობრივი ჯგუფი. ტეტრაგონული. დიტეტრაგონული ბიპირამიდის კლასი. $L^4 4L^2 5PC$; 4/m 2/m 2/m.

კრისტალოგრაფია. პიროლუზიტი ჩვეულებრივ გვხვდება კარგად განვითარებული პრიზმების სახით. (სურ. 60); როგორც წესი, განვითარებულია ფხვიერი, ფარულკრისტალური, მიწისებური, ბოჭკოვანი, ზონალურ-კონცენტრული, სხივოსნური, თირკმლისებრი აგრეგატების სახით. ქმნის ოოლითებს, ქერქებს, დენდრიტებს, პიზოლითებს (სურ.17, ტაბ. 3.2), მარგულებსა და კონკრეციებს. ახასიათებს



სურ. 60. პიროლუზიტის კრისტალი

ფსევდომორფოზები მანგანიტის, პსილომელანის და მანგანუმის სხვა მინერალების მიმართ.

ფიზიკური თვისებები:

ფერი შავი, რკინისებრ შავი, რუხი. ხელს სვრის.

ხაზის ფერი შავი ან მოლურჯო შავი.

ელვარება მეტალური.

ტკეჩვადობა (110) სრული.

სიმაგრე 6—6.5-დან (მსხვილი კრისტალებისთვის), 2—6-მდე (მასიური მასებისათვის).

ხვედრითი წონა 5.06 (კრისტალებისათვის), 4.4 (მასიური სახესხვაობებისათვის).

მონატეხი უსწორმასწორო.

გაუმჭვირვალე და მსხვრევადია. ჩვეულებრივ შეიცავს წყლის მცირე რაოდენობას.

დიაგნოსტიკური ნიშნები. ადვილად გამოიცნობა ოოლითური აღნაგობით, ბოჭკოსებრი მონატეხით, ხაზის ფერით, მსხვრევადობით, დაბალი სიმაგრით და წყლის მცირე შემცველობით. იხსნება HCl -ში Cl_2-ის გამოყოფით. პსილომელანისაგან განსხვავებით ცხელ H_2SO_4 ზემოქმედებით ვარდისფრად არ იფერება.

წარმოშობა. პიროლუზიტი არის მანგანუმის მადნების ერთ-ერთი ყველაზე გავრცელებული მინერალი. ის არის ტიპური ეკზოგენური წარმოშობის. ჩნდება მხოლოდ ჟანგბადის მაღალი შემცველობის გარემოში. ოოლითური მადნები გვხვდება ჭაობის, ტბების, მარჩხი ზღვის და ოკეანის ფსკერზე. ფართო გავრცელება აქვს სულფიდური საბადოების გამოფიტვის ზონაში, სადაც ის ჩნდება მანგანუმის შემცველი სხვადასხვა მინერალებისა და ქანების გამოფიტვის ხარჯზე. ქმნის საბადოებს ჟანგვის ზონაში. მანგანუმის მსოფლიო მნიშვნე-

ლობის სამრეწველო ტიპის საბადოები დანალექი წარმოშობისაა. ჰიდროთერმული წარმოშობის მანგანუმის მადნები იშვიათია. მანგანუმი მცირე რაოდენობით ყოველთვის მონაწილეობს თითქმის ყველა კრისტალური ქანების შემადგენლობაში.

საბადოები. მსოფლიო მნიშვნელობის მანგანუმის საბადოებია დასავლეთ საქართ+/ველოში (ჭიათურა), საზღვარგარეთის ქვეყნებიდან — უკრაინაში (ნიკოპოლი), ინდოეთში, აფრიკაში (გაბონი), ბრაზილიაში, ავსტრალიაში, ჩეხეთში (პლატენის საბადო), კუბაში, აშშ (ვირჯინიის, ჯორჯიას, არკანზასის შტატები) და სხვ.

შეცვლა. დედამიწის ზედაპირზე პიროლუზიტი ითვლება მანგანუმის შემცველ მინერალებს შორის ყველაზე მდგრად ფორმად. მასში გადადის მანგანუმის შემცველი თითქმის ყველა მინერალი.

გამოყენება. პიროლუზიტი არის მანგანუმის ერთ-ერთი მთავარი მადანი. მისი მთავარი მომხმარებელია მეტალურგია, როგორც ძვირფასი ნედლეული ლეგილირებული ფოლადის დასამზადებლად (ერთი ტონა ფოლადის დამზადება საჭიროებს დაახლოებით — 5კგ მანგანუმის მადანს, რომელიც ფოლადს ანიჭებს სიმტკიცეს). იყენებენ მშრალი ელექტრობატარეების, აკუმულატორების ბატარეებისა და სამედიცინო საშუალებების დასამზადებლად; რეზინის, ტყავისა და მინის წარმოებაში. ხმარობენ ფოტოგრაფიაში, მანქანის გამონაბოლქვის მავნე გაზებისაგან გასაწმენდად, ზეთების, საღებავებისა და ოლიფის მისაღებად; სხვადასხვა შენადნობებში სპილენძთან, ტყვიასთან და ალუმინთან ერთად.

ურანინიტი, UO_2. Uraninit

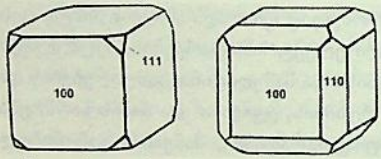
სახელწოდება. მინერალს სახელი ურანის შემცველობის გამო დაერქვა.

ქიმიზმი. U=50-70%, ურანინიტში მინარევების სახით თითქმის ყოველთვის მონაწილეობს: Th, Rb, Pb, He, Re, Ge, Ar.

ნაირსახეობები: ბრეგერიტი — თორიუმით მდიდარი (სახელი დაერქვა ნორვეგიელი მინერალოგის, ბრეგერის პატივსაცემად); კლევეიტი — ცერიუმით, იტრიუმითა და იშვიათი მიწა ელემენტებით გამდიდრებული (სახელი დაერქვა შვედი ქიმიკოსის, პ.კლევეს პატივსაცემად); ნასტურანი, ანუ ურანინიტის მასიური აგრეგატები (ბერძ. ''ნასტოს'' მკვრივს ნიშნავს).

სინგონია, სიმეტრიის კლასი, სივრცობრივი ჯგუფი. კუბური. ჰექსაოქტაედრის კლასი. $3L^44L_6^36\,L^2\,9PC$; $4/m\,\bar{3}2/m$.

კრისტალოგრაფია. ჩვეულებრივ გვხვდება კუბური, კუბოოქტაედრული და ოქტაედრული კრისტალების სახით (სურ.61). ქმნის დენდრიტებს, სხივოსნურ აგრეგატებს. განვითარებულია ნადენი ფორმების, წანაცხებების, ბრკეების კოლომორფული, თირკმლისებრი და მიწისებრი მასების სახით.



სურ.61. ურანინიტის კრისტალები

ფიზიკური თვისებები:

ფერი ფისივით შავი, რუხი-ნაცრისფერი, ფოლადისფერ-ნაცრისფერი შავამდე.

ხაზის ფერი მოყვითალო-შავი, მორუხო-შავი.

ელვარება ნახევრად მეტალური, ცხიმოვანი, ფისისებრი, ცვილისებრი.

ტკეჩვადობა არ აქვს.

სიმაგრე 5—6.

ხვედრითი წონა 8—10 (კრისტალებისათვის) 6.5—8.5 (ურანის ფისისთვის).

მონატეხი ნიჟარისებრი, უსწორმასწორო.

მსხვრევადია, ძლიერ რადიოაქტიურია.

დიაგნოსტიკური ნიშნები. ადვილად გამოიცნობა ფისისებრ-შავი ფერით, დიდი ხვედრითი წონითა და ძლიერი რადიოაქტიურობით. ურანინიტი ძალიან მიაგავს ილმენიტს, რომლისაგან განსხვავდება მაღალი ხვედრითი წონით, ძლიერი რადიოაქტივობით, ელვარებით; სუფთა ურანინიტი არსებულ ჟანგეულებს შორის ყველაზე მძიმე მინერალად ითვლება. ადვილად იხსნება მჟავებში (H_2SO_4, HCl, HNO_3, HF).

წარმოშობა. ურანინიტი არის ტიპური ჰიპოგენური მინერალი. ის, როგორც პირველადი მინერალი, გვხვდება სიენიტებსა და გრანიტულ პეგმატიტებში მინდვრის შპატებთან, კვარცთან, ტურმალინთან, ორთიტთან, ცირკონთან, ბიოტიტთან ასოციაციაში. დანალექი წარმოშობის ურანინიტი განვითარებულია ბიტუმინიზებულ ქანებში. მაღალტემპერატურულ ჰიდროთერმულ ძარღვებში ურანინიტი გვხვდება კასიტერიტთან, ქალკოზინთან, პირიტთან, არსენოპირიტთან ასოციაციაში. ურანინიტის მარცვლები ნანახი იქნა ზოგიერთ ოქროს შემცველ კონგლომერატებში.

საბადოები. საქართველოში ურანინიტის საბადოები არ არის. საზღვარგარეთის ქვეყნებიდან სამრეწველო მნიშვნელობის საბადოებია: უკრაინაში, ყაზახეთში, აშშ-ში (ჩრდილო კალიფორნიის შტატი), ნორვეგიაში, კანადაში (დიდი დათვის ტბის მიდამოებში), ჩეხეთში,

ნამიბიაში, ჩრდილოეთ ბრაზილიაში, ავსტრალიაში და სხვ. კარდიფის მაღაროს პეგმატიტებში (ონტარიოს პროვინცია) ნანახი იქნა ურანინიტის 11სმ სიგრძის და 2281 გრამი წონის კრისტალი.

შეცვლა. დედამიწის ზედაპირზე ჟანგბადით მდიდარ გარემოში ურანინიტი არამდგრადი მინერალია, ადვილად იშლება და გადადის რიგ მეორად მინერალებში: წითელ, ყვითელ, ნარინჯისფერ ჟანგეულებში და ჰუმიტებში (ჰუმიტები არის ურანინიტის წვრილმარცვლოვანი ჰიდროჟანგების, კარბონატების, ფოსფატების, სილიკატებისა და სულფიდების ნარევი).

გამოყენება. ურანინიტი არის ურანის მთავარი მადანი. წარმოადგენს რადიუმისა და რიგი სხვა რადიოაქტიური ელემენტების (Th, TR და სხვ.) წყაროს.

შპინელის ჯგუფი

ამ ჯგუფში ერთიანდება საკუთრივ შპინელი, ქრომიტი და მაგნეტიტი. ისინი იზოსტრუქტურულებია და შპინელის სტრუქტურულ ტიპს მიეკუთვნება. შპინელის ჯგუფის მინერალების ზოგადი ფორმულა ასეთია: AB_2X_4 A — ორვალენტოვანი კათიონებია (Mg, Fe, Zn, Mn, Ni), B — სამვალენტოვანი კათიონები (Al, Fe, Cr), X — ჟანგბადი. საკუთრივ შპინელში სამვალენტოვანი კათიონებიდან მთავარი კომპონენტია Al^{3+}, ქრომიტში — Cr^{3+}, მაგნეტიტში — Fe^{3+}.

შპინელის სტრუქტურა წარმოადგენს ჟანგბადის იონებით აგებულ უმჭიდროეს კუბურ წყობას, რომელშიც Mg იკავებს ტეტრაედრული სიცარიელეების 1/4, ხოლო Al —ოქტაედრული სიცარიელეების ნახევარს.

შპინელის ჯგუფში ფართოდ არის წარმოდგენილი იზომორფული ნარევები. ერთმანეთს ანაცვლებს, რო-

გორც სამვალენტოვანი, ისე ორვალენტოვანი ელემენტები. მათგან იზომორფულის რიგები ორვალენტოვან კათიონებს შორის უწყვეტია, ხოლო სამვალენტოვან ელემენტებს შორის — წყვეტილი.

შპინელი, $MgAl_2O_4$. Spinell

სახელწოდება. მინერალის სახელის დარქმევის შესახებ მყარი ცნობები არ არსებობს. ერთ-ერთი ვერსიის მიხედვით მინერალს სახელი შეიძლება დარქმეოდა ლათინური სიტყვა ''სპინელას'' მიხედვით, რაც პატარა ეკალს, წვეტს ნიშნავს (კრისტალების წაწვეტებული ფორმის გამო).

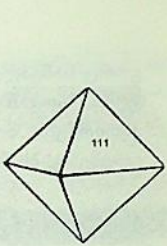
ქიმიზმი. Al_2O_3=71.8%, MgO=28.2%. მინერალის ფორმულაში Mg-ს მთლიანად ან ნაწილობრივ ანაცვლებს Zn, Fe^{2+}, Mn^{2+}, ხოლო Al-ს Fe^{3+}, Cr^{3+}, Mn^{3+}.

ნაირსახეობები: კ ე თ ი ლ შ ო ბ ი ლ ი შპინელი (სინ. ბადახშანის ლალი), ძლიერ გამჭვირვალე, თითქმის სუფთა, მაგნიუმის შემცველი ლალისებრი შპინელია, ც ე ი ლ ო ნ ი ტ ი — მწვანე და შავი ფერის შპინელია, პ ლ ე ო ნ ა ს ტ ი — მუქი-მწვანე და მუქი ლურჯი შპინელია (შეიცავს მაგნიუმსა და რკინას), პ ი კ ო ტ ი ტ ი — (სინ. ქრომ-შპინელი) შავი, მურა, მომწვანო-შავი ფერის შპინელია.

სინგონია, სიმეტრიის კლასი, სივრცობრივი ჯგუფი. კუბური. ჰექსაოქტაედრის კლასი. $3L^44L_6^36L^29PC$; $4/m\bar{3}\ 2m$.

კრისტალოგრაფია. შპინელი გვხვდება როგორც კრისტალების (ძირითადად ოქტაედრული, იშვიათად რომბოდოდეკაედრული) (სურ. 62), ისე მასიური და მსხვილმარცვლოვანი აგრეგატების სახით. ქმნის კანონზომიერ შენაზარდებს რუტილთან; ეპიტაქსიალურ შენაზარ-

დებს მაგნეტიტთან და ჰემატიტთან. ახასიათებს ''შპინელის კანონის'' მრჩობლები (111) მიმართ.



სურ. 62. შპინელის კრისტალი

ფიზიკური თვისებები:

ფერი. შპინელი ხასიათდება ფერთა მრავალფეროვნებით. მომწვანო-მოლურჯო — შავამდე (Fe^{2+} და Fe^{3+} მინარევების გამო), ვარდისფერი და წითელი (Cr მინარევების გამო), მწვანე-ყავისფერი (Fe^{2+} მცირე რაოდენობით მონაწილეობის გამო), არის უფერო და ცისფერი შპინელებიც.

ხაზის ფერი თეთრი.

ელვარება მინის.

ტკეჩვადობა პრაქტიკულად არ აქვს.

სიმაგრე 7.5—8.

ხვედრითი წონა 3.6—4.1 (ხვედრითი წონა იზრდება მაგნიუმის რკინით ჩანაცვლების შემთხვევაში).

მონატეხი ნიჟარისებრი.

არის მსხვრევადი. ლღვება 2135°C.

დიაგნოსტიკური ნიშნები. ადვილად გამოიცნობა სიმაგრით და კრისტალთა ოქტაედრული ფორმებით, მინის ელვარებით, მჟავებში უხსნადობით (გარდა კონცენტრირებული გოგირდმჟავის). ძალიან მიაგავს მაგნეტიტს, რომლისაგან განსხვავდება მაგნიტურობის უქონლობით და ხაზის თეთრი ფერით.

წარმოშობა. შპინელი ჩნდება ჰიპოგენურ მინერალწარმომშობ სტადიაზე მაღალი წნევისა და ტემპერატურის პირობებში. გენეტურად დაკავშირებულია ულტრაფუძე და ფუძე ქანებთან. შპინელს ფართო გავრცელება აქვს Al გამდიდრებულ მეტამორფულ და კონტაქტ-მეტამორფიზებულ გამარმარილოებულ კირქვებში, დოლომიტებში, არგილიტებში და სხვ. შპინელი დიდი სიმაგრისა და ფიზიკური და ქიმიური გამოფიტვის აგენტებისადმი მდგრადობის გამო ხშირად გროვდება ქვიშრო-

ბებში, სადაც ის სამრეწველო მნიშვნელობის საბადოებს ქმნის.

საბადოები. საქართველოში შპინელის საბადოები ცნობილი არ არის. საზღვარგარეთის ქვეყნებიდან შპინელის სამრეწველო მნიშვნელობის საბადოებია: რუსეთში (სამხრეთი ურალი, ბაიკალისპირეთი, ალდანის ფლოგოპიტის საბადო და სხვ.), შუა აზიაში. ძვირად ღირებული შპინელის უდიდესი საბადოებია: კუნძულ ცეილონზე (შრი-ლანკა), ჩრდილო ბირმაში (მოიპოვება ლალთან ერთად), ავღანეთში (შუნგანის მალაროები), ინდოეთში, მადაგასკარზე. წითელი და ვარდისფერი შპინელების მსოფლიო მნიშვნელობის საბადოა ბირმაში (მოპოვება ხდება ლალთან ერთად).

შეცვლა. კონტაქტ-მეტასომატური და მეტამორფული პროცესებისას შეიძლება გადავიდეს ფლოგოპიტში, კორუნდში, ავგიტში, ტალკში, სერპენტინში და სხვა მეორად მინერალებში.

გამოყენება. წითელი და მწვანე შპინელები დიდი ხანია გამოიყენება როგორც პირველი კლასის ძვირფასი სანახელავო ქვები. ამჟამად ცნობილი ყველაზე მსხვილი დაწახნაგებული შპინელის წონა დაახლოებით 80 კარატს შეადგენს.

ქრომიტი, $FeCr_2O_4$ Chromit

სახელწოდება. მინერალს სახელი ქრომის შემცველობის გამო დაერქვა.

ქიმიზმი. ქრომიტის შედგენილობა ყოველთვის არ შეესაბამება მის თეორიულ ფორმულას. Fe=32%, Cr_2O_3=68%. მინარევების სახით შეიცავს Zn, V, Mn, Mg, Al, Fe^3 და სხვ.

სინგონია, სიმეტრიის კლასი, სივრცობრივი ჯგუფი. კუბური. ჰექსაოქტაედრის კლასი. $3L^44L_6^36L^29PC$; $4/m\,\bar{3}2m$.

კრისტალოგრაფია. იშვიათად ივითარებს ოქტაედრული იერის კრისტალებს. ჩვეულებრივ გვხვდება მასიური,

უსწორმასწორო მარცვლოვანი აგრეგატებისა და ჩანაწინწკლების სახით.

ფიზიკური თვისებები:

ფერი. შავი, რუხი-შავი, ყავისფერ- შავი.

ხაზის ფერი რუხი, ყავისფერი, მომწვანო-ყავისფერი, რუხი-ყავისფერი.

ელვარება მეტალური, ნახევრად მეტალური.

ტკეჩვადობა პრაქტიკულად არ აქვს.

სიმაგრე 5.5—6.

ხვედრითი წონა 4.5—4.8.

მონატეხი უსწორმასწორო.

ქრომიტი არამაგნიტურია, მაგნიტურ თვისებებს იძენს მხოლოდ მაგნეტიტის ჩანაწინწკლების არსებობის შემთხვევაში.

დიაგნოსტიკური ნიშნები. ქრომიტი ადვილად გამოიცნობა ფერით, ხაზის ფერით, მჟავებში უხსნადობით, ნახევრად მეტალური ელვარებით, მის ხარჯზე წარმოქმნილ მინერალებთან — ტალკთან, სერპენტინთან და პიროქსენებთან ასოციაციით. დიდად მიაგავს მაგნეტიტს და ტიტანმაგნეტიტს. მათგან განსხვავდება ხაზის ფერით, რკინის დაბალი შემცველობით და არამაგნიტურობით.

წარმოშობა. ქრომიტი არის მხოლოდ და მხოლოდ მაგმური წარმოშობის მინერალი. ის ერთ-ერთი პირველთაგანი გამოიყოფა მაგმიდან და გენეტურად უკავშირდება ულტრაფუძე ქანებს — პერიდოტიტებს, დუნიტებს და სხვა, სადაც ქმნის ჩანაწინწკლებს, შლირებს, ბუდეებს სერპენტინთან და ოლივინთან ასოციაციაში. ქრომიტი, როგორც აქცესორი მინერალი, ნაპოვნია ქვიურ და რკინიან მეტეორიტებში. დადგენილ იქნა აპოლონ 11—12 მიერ მთვარიდან აღებულ მიკროგაბროს ნიმუშში, რომელშიც ტიტანის შემცველობა 25% აღემატება.

ზედაპირზე ქრომიტი შედარებით მდგრადი მინერალია და მნიშვნელოვან დანაგროვებს ქმნის ქვიშრობებში.

საბადოები. საქართველოში ქრომიტის საბადოები არ არის. საზღვარგარეთის ქვეყნებიდან ქრომიტის სამრეწველო მნიშვნელობის საბადოებია რუსეთში (ურალი), ყაზახეთში (აქტიუბინსკის საბადო), სომხეთში (შორჯის და გეიდარის საბადოები), სამხრეთ აფრიკაში (დიდი დაიკა ბუშველდის კომპლექსი), ინდოეთში, ფილიპინებში, თურქეთში, იუგოსლავიაში, ჩილეში, აშშ და სხვ.

შეცვლა. ზედაპირულ პირობებში შპინელები შეიძლება ჩაინაცვლოს სხვა შპინელით, ის თანდათანობით გადადის მაგნეტიტში.

გამოყენება. ქრომიტი არის ერთ-ერთი მთავარი მადანი ქრომისა და მისი ნაერთების მისაღებად. გამოიყენება მეტალურგიაში — ფეროქრომის მისაღებად. მისი დამატებით ფოლადი იძენს სიმტკიცეს. ანტიკოროზიული თვისებების გამო გამოიყენება უჟანგავი ფოლადის დასამზადებლად. ხმარობენ ქიმიური პრეპარატების, საღებავებისა და ტყავის დამზადების საქმეში. ქრომით გაღარიბებულ მადნებს — ცეცხლგამძლე მასალად.

მაგნეტიტი, $Fe\,Fe_2O_4$ ან Fe_3O_4 Magnetit .

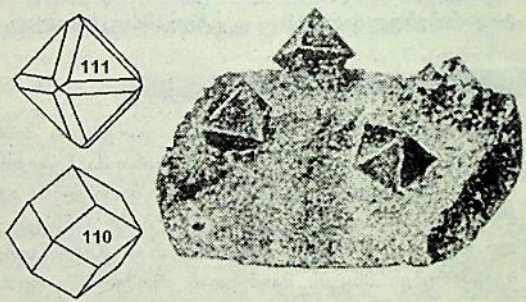
სახელწოდება. მინერალის სახელის დარქმევის მოტივი ცნობილი არ არის. ერთ-ერთი ვერსიით მაგნეტიტს სახელი უნდა დარქმეოდა მაკედონიის მოსაზღვრე ადგილის — მაგნეზიის მიხედვით. არსებობს განსხვავებული ვერსიაც, რომლის თანახმად მაგნეტიტის სახელს აკავშირებენ მწყემს მაგნესთან, რომელმაც ფეხსაცმლის ლურსმნებისა და კომბლის რკინიანი ბოლოს მინისაკენ მიზიდვით, პირველმა იდას მთაზე აღმოაჩინა ეს მინერალი.

ქიმიზმი. Fe=72.5%. იზომორფული მინარევების სახით შეიცავს: Mn^{2+}, Ti^{4+}, Mg^{2+}, Cr^{3+}.

ნაირსახეობები: ტიტანომაგნეტიტი — ტიტანის შემცველი (TiO_2=27%), ქრომმაგნეტიტი (Cr_2O_3=12%), ლოუდსტოუნი — ძლიერ მაგნიტური.

სინგონია, სიმეტრიის კლასი, სივრცობრივი ჯგუფი. კუბური. ჰექსაოქტაედრის კლასი. $3L^4 4L_6^3 6L^2 9PC$; $4/m\,\bar{3}2/m$.

კრისტალოგრაფია. მაგნეტიტი განვითარებულია ძირითადად ოქტაედრული (111) და იშვიათად რომბოდოდეკაედრული (110) იერის კრისტალების სახით (სურ. 63, ტაბ.3.3). გვხვდება მასიური, სხვადასხვა მარცვლოვანი, თირკმლისებური აგრეგატების, ოოლითების, სფეროლითების, კრისტალთა დრუზებისა და ჩანაწინწკლების სახით. ახასიათებს შპინელის კანონის მრჩობლები (111) მიმართ და დოდეკაედრის წახნაგზე დაშტრიხვა. ცნობილია მაგნეტიტის ფსევდომორფოზები ჰემატიტის მიმართ (მუშკეტოვიტი).



სურ. 63. მაგნეტიტის კრისტალები

ფიზიკური თვისებები:.

ფერი რკინისებრ შავი, კრისტალის წახნაგზე ზოგჯერ დაიკვირვება მოლურჯო-ჟღალი ფერები.

ხაზის ფერი შავი.

ელვარება მეტალური.

ტკეჩვადობა არ აქვს, (ზოგჯერ (111) მიმართ არასრული.)

სიმაგრე 5.5—6.5

ხვედრითი წონა 5.0—5.20.

მონატეხი უსწორმასწორო.

მსხვრევადია, გაუმჭვირვალე, ძლიერ მაგნიტური, 530°C ტემპერატურაზე მაგნიტურ თვისებებს კარგავს, გაცივებით კვლავ იძენს, ლღვება 1591° C ტემპერატურაზე.

დიაგნოსტიკური ნიშნები. მაგნეტიტი ადვილად გამოიცნობა ფერით, ხაზის ფერით, კრისტალთა ოქტაედრული ფორმებით, ძლიერი მაგნიტურობით. ძნელად იხსნება HCl-ში.

წარმოშობა. მაგნეტიტი არის ერთ-ერთი ფართოდ გავრცელებული აქცესორული მაგმური წარმოშობის მინერალი ულტრაფუძე და ფუძე ქანებში. მაგნეტიტის უდიდესი სამრეწველო ტიპის საბადოები ფორმირდება კონტაქტ-მეტასომატური გზით (სკარნული საბადოები), გრანატებთან, დიოპსიდთან, პირიტთან, ეპიდოტთან, ქლორიტებთან, ქალკოპირიტთან, ჰემატიტთან და სხვ. ასოციაციაში. არის ჰიდროთერმული წარმოშობის მაგნეტიტიც, რომელიც ძირითადად გვხვდება პეგმატიტურ ძარღვებში — ქლორიტებთან და ტალკთან ასოციაციაში. ამ ქანებში ის სამრეწველო მნიშვნელობის საბადოებს არ იძლევა. მაგნეტიტი დიდი რაოდენობით შედის მეტამორფული ქანების ''ჯესპილიტების''(რკინიანი კვარციტები) შედგენილობაში. გვხვდება მაღალტემპერატურულ სულფიდურ ძარღვებშიც. ზედაპირულ პირობებში, როგორც მდგრადი

მინერალი, გვხვდება ზღვიურ და მდინარეულ ქვიშაქვებში. ნიკელით მდიდარი მაგნეტიტი დადგენილია მეტეორიტებშიც.

საბადოები. საქართველოში მაგნეტიტის ქვიშები ცნობილია შავი ზღვის სანაპიროზე (ურეკი), მადანგამოვლინება დაფიქსირებულია ქარელის რაიონში (სოფ. ტყემლოვანი). საზღვარგარეთის ქვეყნებიდან სამრეწველო მნიშვნელობის საბადოებია რუსეთში (ურალი, მთა მაგნიტნაია, კუსინის ტიტანომაგნეტიტის საბადო), აზერბაიჯანში (დაშქესანის საბადო), უკრაინაში (კრივოიროგი), შვეციაში, ნორვეგიაში, რუმინეთში, აშშ (ზემო ტბების მიდამოები) და სხვ.

შეცვლა. ჰიპერგენულ პირობებში მაგნეტიტი პირველად გადადის მარტიტში, შემდეგ მაგემიტსა და რკინის სხვა ჰიდროჟანგებში.

გამოყენება. მაგნეტიტი არის რკინის მთავარი მადანი. არის თუჯისა და ფოლადის გამოდნობის ერთ-ერთი ძირითადი ნედლეული. მისგან გზადაგზა იღებენ ტიტანს, ვანადიუმს, ნიკელს და სხვა ელემენტებს. ხმარობენ როგორც მაგნიტს.

ჰიდროჟანგეულები

ამ ქვეკლასის მინერალების სტრუქტურა ხასიათდება ჰიდროქსილიონების ჯგუფის [OH] ან წყლის მოლეკულის (H_2O) შემცველობით, რომლებიც მთლიანად ან ნაწილობრივ ანაცვლებენ ჟანგბადის იონებს ჟანგეულებში. მსგავსი ნაერთების უმრავლესობა შრეებრივ მესერში კრისტალდება და ხასიათდება [OH] იონთა ჰექსაგონური უმჭიდროესი წყობით. მაგალითად, ბრუსიტის ($Mg(OH)_2$) კრისტალური სტრუქტურა წარმოადგენს [OH]-იონებით აგებულ უმჭიდროეს ჰექსაგონური წყობის

შრეს, რომელშიც Mg ატომები ოქტაედრული სიცარიელეების მხოლოდ ნახევარს იკავებენ.

დიასპორას კრისტალური სტრუქტურა არის ჟანგბადისა და ჰიდროქსილის იონებისაგან შემდგარი უმჭიდროესი ჰექსაგონური წყობა, რომელშიც Al იკავებს ოქტაედრული სიცარიელეების ნახევარს ისეთნაირად, რომ ბაბთები ორმაგი $Al(OOH)_6$ ოქტაედრული ძეწკვით ქმნის შრეებრივ მოტივს. დიასპორას სტრუქტურის მსგავსი სტრუქტურა აქვს გოეთიტს. ამ ტიპის სტრუქტურებში ჰიდროქსილიონების ჯგუფის მონაწილეობა განაპირობებს კავშირის ძალების მნიშვნელოვნად შესუსტებას, რაც მინერალთა ფიზიკურ თვისებებში აისახება.

ბრუსიტი, Mg (OH)₂ Brucit

სახელწოდება. სახელი დაერქვა ამერიკელი მინერალოგის, არშილბადა ბრიუსის პატივსაცემად.

ქიმიზმი. სუფთა ბრუსიტში $MgO=69.0\%$, $H_2O=31\%$; Mg შეიძლება ჩაენაცვლოს Fe და Mn.

სინგონია, სიმეტრიის კლასი, სივრცობრივი ჯგუფი. ტრიგონული. დიტრიგონული სკალენოედრის კლასი. $\bar{3}$ 2m.

კრისტალოგრაფია. ჩვეულებრივ გვხვდება ფირფიტისებრი კრისტალების სახით. დამახასიათებელია ბოჭკოვანი, ფურცლოვანი მარცვლოვანი და მასიური აგრეგატები. ბრუსიტის მარცვლოვანი აგრეგატები ქმნის ფსევდომორფოზებს პერიკლაზის მიმართ.

ფიზიკური თვისებები:

ფერი თეთრი, ბაცი მწვანე.

ხაზის ფერი თეთრი.

ელვარება მინის, ცვილის.

ტკეჩვადობა (0001) მიმართ ფრიად სრული.

სიმაგრე 2.5.

ხვედრითი წონა 2.39

დიაგნოსტიკური ნიშნები. გამოიცნობა კრისტალთა იერით, ელვარებით. მიაგავს ტალკს. მისგან განსხვავდება შედარებით მომატებული სიმაგრით და შეხებისას ცხიმოვნების შეგრძნების უქონლობით. მასიური ნაირსახეობა ძალიან მიაგავს საპონს.

წარმოშობა. წარმოადგენს მაგნიუმის შემცველი სილიკატების შეცვლის პროდუქტს. გვხვდება სერპენტინიტებში, ქლორიტიან და დოლომიტიან კრისტალურ ფიქლებში. ასოცირდება ტალკთან, კალციტთან, არაგონიტთან, სერპენტინთან და სხვა მინერალებთან ასოციაციაში.

საბადოები. საქართველოში ბრუსიტის საბადოები არ არის. ცნობილი საბადოებია ნიუ იორკის, კალიფორნიის და ნევადის შტატებში (აშშ), იტალიაში, ყაზახეთში, და სხვ.

გამოყენება. წარმოადგენს მეტალური მაგნიუმის მიღების წყაროს. გამოიყენება მეტალურგიისათვის საჭირო ცეცხლგამძლე მასალების დასამზადებლად.

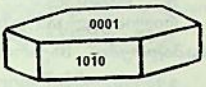
გიბსიტი (სინ. ჰიდრარგილიტი), $Al(OH)_3$. Gibbsit

სახელწოდება. გიბსიტს სახელი დაერქვა ამერიკელი პოლკოვნიკის, მინერალების კოლექციების მფლობელის, დ.გიბსის პატივსაცემად. ჰიდრარგილიტის სახელი მოდის ბერძნული სიტყვებიდან ''ჰიდორ'' — წყალი, ''არგილოს'' — თიხა.

ქიმიზმი. მინერალის შედგენილობა ახლოსაა მის თეორიულ ფორმულასთან: Al_2O_3=65.35%, H_2O=34.65%. მინარევების სახით შეიცავს Cr^{3+}, Fe^{3+}, Be^{2+} და სხვ.

სინგონია, სიმეტრიის კლასი, სივრცობრივი ჯგუფი. მონოკლინური. პრიზმის კლასი. L^2PC; 2/m.

კრისტალოგრაფია. გიბსიტი კრისტალების სახით იშვიათად ქმნის ფსევდოჰექსაგონურ ფირფიტისებრი იერის კრისტალებს (სურ. 64). დამახასიათებელია სფეროლითები და კონკრეციები. გვხვდება ოოლითების, ნაღვენთების, ქერქების, ჭიისებრი, ქერცლოვანი და ფარულკრისტალური მასებისა და მარცვლოვანი და სხივოსნური აგრეგატების სახით.



სურ. 64. გიბსიტის კრისტალი

ფიზიკური თვისებები:

ფერი თეთრი (კრისტალებისათვის), მონაცრისფრო მწვანე, ნაცრისფერი, მოწითალო-ვარდისფერი, ღია ყვითელი (ფარულკრისტალური სახესხვაობებისათვის).

ხაზის ფერი თეთრი.

ელვარება ტკეჩვადობის ზედაპირზე სადაფისებრი, დანარჩენ ზედაპირზე — მინის.

ტკეჩვადობა (001) მიმართ ფრიად სრული (ქარსის მსგავსი).

სიმაგრე 2.5—3.

ხვედრითი წონა 2.4.

მონატეხი საფეხურისებრი, ნიჟარისებრი.

გამჭვირვალეა, მსხვრევადია. გიბსიტიდან 200^0 C გახურებით წყლის 28% გამოიყოფა, დანარჩენი — 400^0C გახურებით.

დიაგნოსტიკური ნიშნები. ადვილად გამოიცნობა სრულიქარსისებრი ტკეჩვადობით, დაბალი ხვედრითი წონით, მინის ელვარებით. ყნოსვით იგრძნობა თიხის სუნი. მიაგავს დიასპორს, რომლისაგან დაბალი სიმაგრით განსხვავდება.

წარმოშობა. გიბსიტი არის ტიპური ეკზოგენური პროცესების მინერალი. ჩნდება ალუმოსილიკატების გამოფიტვის ზონაში. არის ლატერიტებისა და ბოქსიტების მთავარი ქანთმაშენი მინერალი — ბემიტთან, დიასპორ-

თან, კაოლინიტთან, გოეთიტთან, სიდერიტთან და ჰემატიტთან ასოციაციაში. გვხვდება, როგორც დაბალტემპერატურული ჰიდროთერმული მინერალი ალუმინით მდიდარ ტუტე ქანების ძარღვებსა და სიცარიელეებში. აღწერილია ვულკან ვეზუვის ფუმაროლურ წარმონაქმნებში.

საბადოები. საქართველოში გიბსიტის საბადოები არ გვაქვს. უმნიშვნელო გამონაყოფების სახით ცნობილია მხოლოდ აჭარასა და გურიაში. საზღვარგარეთის ქვეყნებიდან სამრეწველო მნიშვნელობის საბადოებია: რუსეთში (ურალი, ლენინგრადის ოლქი), რუმინეთში, იუგოსლავიაში, საფრანგეთში, ინდოეთში, უნგრეთში და სხვ.

გამოყენება. გიბსიტი ბოქსიტებისა და ლატერიტების ძირითადი შემადგენელი მინერალია, რომელიც ალუმინის მთავარ მადანს წარმოადგენს.

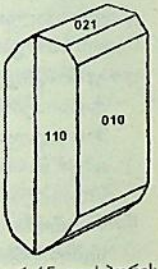
დიასპორი, AlO (OH). Diaspor

სახელწოდება. ბერძ. ''დიასპორა'' გაბნევას, გაფანტვას ნიშნავს (გახურებისას სკდება და მცირე ნაწილებად იშლება).

ქიმიზმი. Al_2O_3=85%, H_2O=15%. მინერალის შედგენილობა ახლოსაა მის თეორიულ ფორმულასთან. იზომორფული მინარევების სახით შეიცავს Fe, Cr, Ga.

სინგონია, სიმეტრიის კლასი, სივრცობრივი ჯგუფი. რომბული. რომბული ბიპირამიდის კლასი. $3L^23PC$; 2/m2/m2/m

კრისტალოგრაფია: კრისტალების სახით იშვიათია. განვითარებულია თხელფირფიტოვანი, ზოგჯერ წაგრძელებული კრისტალების სახით (სურ. 65). დამახასიათებელია ფურცლოვანი და



სურ. 65. დიასპორის კრისტალი

წვრილქერცლოვანი აგრეგატები, ნადენი ფორმები — ქერქებისა და სტალაქტიტების სახით.

ფიზიკური თვისებები:

ფერი თეთრი, მონაცრისფრო-თეთრი, უფერო, ვარდისფერი, ყავისფერი, მოწითალო-ყავისფერი, მურა, ბაციისფერი, რუხი-ყავისფერი, წითელი, მწვანე და სხვ.

ხაზის ფერი თეთრი.

ელვარება მინისებრი, ტკეცვადობის ზედაპირზე ალმასისებრი ან სადაფისებრი.

ტკეცვადობა (010) გასწვრივ სრული.

სიმაგრე 6.5—7.

ხვედრითი წონა 3—3.5.

მონატეხი ნიჟარისებრი.

მსხვრევადია, ახასიათებს დიელექტრიკული თვისებები.

დიაგნოსტიკური ნიშნები. დიასპორი ადვილად გამოიცნობა დიდი სიმაგრით, მხოლოდ ერთი მიმართულებით სრული ტკეცვადობით, ფურცლოვანი და ქერცლოვანი აგრეგატებით. გახურებისას ადვილად იმსხვრევა, რასაც თან ახლავს წყლის კარგვაც. მჟავებში არ იხსნება. დიასპორი არის ტიპომორფული მინერალი, მაგალითად, ფირფიტოვანი კრისტალები დამახასიათებელია მაღალტემპერატურული საბადოებისათვის, ნემსისებურად წაგრძელებული — შედარებით დაბალტემპერატურულისათვის.

წარმოშობა. დიასპორი არის ეკზოგენური წარმოშობის მინერალი. ჰიდრარგილიტთან და ბიომიტთან ასოციაციაში წარმოადგენს ბოქსიტის საბადოების ძირითად შემადგენელ კომპონენტს. გვხვდება ტუტე პეგმატიტებში, როგორც ჰიდროთერმული წარმოშობის მინერალი. ხშირად გვხვდება მეტამორფულ ქანებში ქლორიტებთან ასოციაციაში; როგორც ქანმაშენი მინერალი კრის-

ტალურ ფიქლებში დისტენთან ერთად. შეიძლება გაჩნდეს თიხამიწით მდიდარი ქანების შეცვლის ხარჯზეც.

საბადოები. საქართველოში დიასპორის საბადოები არ არის. საზღვარგარეთის ქვეყნებიდან სამრეწველო მნიშვნელობის საბადოებია: რუსეთში (ურალი), ჩეხეთში, შვეიცარიაში, საბერძნეთში (კუნძულ ნაკსოსი), აშშ (პერსინვალიისა და არკანზასის შტატები), ყაზახეთში, ყირგიზეთში და სხვ.

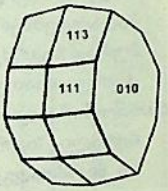
გამოყენება. დიასპორი არის ალუმინის ერთ-ერთი მთავარი მადანი. იყენებენ ძვირფას ცეცხლგამძლე მასალად.

ბემიტი, AlO(OH) Bemyt.

სახელწოდება. მინერალს სახელი დაერქვა მისი პირველი აღმომჩენის, გერმანელი გეოლოგისა და ქიმიკოსის ი.ბემის პატივსაცემად.

ქიმიზმი. Al_2O_3 85%. ბემიტი ლეპიდოკროკიტთან ერთად არის დიასპორის პოლიმორფული მოდიფიკაცია. იზომორფული მინარევების სახით შეიცავს Ga, Fe და სხვ.

სინგონია, სიმეტრიის კლასი, სივრცობრივი ჯგუფი. რომბული. რომბული ბიპირამიდის კლასი. $3L^2$ 3PC; 2m/2m/2m.



სურ. 66. ბემიტის კრისტალი

კრისტალოგრაფია: იშვიათად ქმნის თხელ ფირფიტისებრი იერის კრისტალებს (სურ. 66). ჩვეულებრივ გავრცელებულია ფარულკრისტალური მიწისებური და ოოლითური აგრეგატების სახით.

ფიზიკური თვისებები:

ფერი უფერო, თეთრი, მოყვითალო, მომწვანო, ვარდისფერი.

ხაზის ფერი თეთრი.

ელვარება მინისებრი, ტკეცვადობის ზედაპირზე სადაფისებრი.
ტკეცვადობა (010) მიმართ სრული.
სიმაგრე 3.5—4.
ხვედრითი წონა 3.1.
მონატეხი უსწორმასწორო, ნიჟარისებრი.
მსხვრევადია.

დიაგნოსტიკური ნიშნები. ბემიტის განსხვავება ბოქსიტების შემადგენელი სხვა მინერალებისაგან (განსაკუთრებით გიბსიტისაგან) მიკროსკოპული მეთოდით პრაქტიკულად შეუძლებელია. განსხვავება მხოლოდ ქიმიურ-რენტგენოსტრუქტურული მეთოდის დახმარებით არის შესაძლებელი.

წარმოშობა. ბემიტი არის ტიპური ეკზოგენური მინერალი. ის გიბსიტთან და კაოლინიტთან ერთად წარმოადგენს ბოქსიტების მთავარ შემადგენელ კომპონენტს. ჩნდება კაჟმიწით გაუჯერებელი ალუმოსილიკატური ტუტე ქანების გამოფიტვის ზონაში — ტროპიკული კლიმატის პირობებში. იშვიათად გვხვდება პეგმატიტებში, როგორც ჰიდროთერმული პროცესის პროდუქტი ნეფელინთან და ცეოლითებთან ასოციაციაში.

საბადოები. საქართველოში ბემიტის საბადოები არ გვაქვს. საზღვარგარეთის ქვეყნებიდან ცნობილია რუსეთში (ურალი—ვიშნევის მთები), საფრანგეთში, უნგრეთში, გერმანიაში და სხვ.

გამოყენება. ბემიტი არის ალუმინის ერთ-ერთი მთავარი მადანი.

გოეთიტი, FeO(OH). Goethit

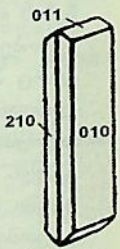
სახელწოდება. მინერალს სახელი დაერქვა გერმანელი პოეტის, ი.გოეთეს პატივსაცემად, რომელიც სერიოზულად იყო დაინტერესებული მინერალოგიით და სამთო მრეწველობის განვითარებით. თავდაპირველად მინერალს ეძახდნენ ონეგინიტს — მისი პირველი აღმოჩენის ადგილის — მგლის კუნძულის (ონეგის ტბა) მიხედვით.

ქიმიზმი. Fe_2O_3= 89.88% (Fe=62.9%, H_2O=10.14%. სუფთა გოეთიტის შედგენილობა ახლოსაა მის თეორიულ ფორმულასთან. მინარევების სახით ზოგჯერ შეიცავს: Mn, Cu, Pb, Zn, Jn, Ni, Co.

ნაირსახეობა: ჰიდროგოეთიტი — ფარულკრისტალური, წყლის ჭარბად შემცველი (FeO OH· n H_2O).

სინგონია, სიმეტრიის კლასი, სივრცობრივი ჯგუფი. რომბული. რომბული ბიპირამიდის კლასი. $3L^23PC$; 2/m2/m2/m.

კრისტალოგრაფია. იშვიათია გოეთიტის ბოჭკოვანი და პრიზმული იერის კრისტალები ვერტიკალური დაშტრიხვით (სურ. 67). ჩვეულებრივ გვხვდება ნემსისებური კრისტალების სახით. ახასიათებს მასიური, ფირფიტისებრი, ქერცლოვანი, კონცენტრულ-ზონალური, პიზოლითური, თირკმლისებრი, სტალაქტიტური, მიწისებრი და ფხვნილისებრი აგრეგატები. ქმნის ფსევდომორფოზებს პირიტის, ქალკოპირიტის, სფალერიტის და რკინის შემცველი სხვა მინერალების მიმართ.



სურ. 67. გოეთიტის კრისტალი

ფიზიკური თვისებები:

ფერი მუქი ყავისფერი, მოწითალო-ყავისფერი, მოწითალო-რუხი შავამდე.

ხაზის ფერი ყავისფერ-ყვითელი, ნარინჯისფერ-ყვითელი.

ელვარება ალმასისებრი, აბრეშუმის.
ტკეჩვადობა (010) მიმართ სრული.
სიმაგრე 5—5.5.
ხვედრითი წონა 4.37.
არის მსხვრევადი და გამჭვირვალე მინერალი.
დიაგნოსტიკური ნიშნები. გოეთიტი ადვილად გამოიცნობა კონცენტრულ-ზონალური აგებულებით, გლუვი მბრწყინავი ზედაპირით, HCl-ში ხსნადობით (ხსნარი იძენს ყვითელ ფერს). მიაგავს ჰემატიტს, რომლისაგან ფერითა და ხაზის ფერით განსხვავდება.
წარმოშობა. გოეთიტი ძირითადად ჩნდება ეკზოგენურ პირობებში, სულფიდური საბადოების დაჟანგვის ზონაში რკინის შემცველი სულფიდური მინერალების (პირიტი, ქალკოპირიტი, ბორნიტი და სხვ.), ასევე რკინის შემცველი ჟანგეულებისა (მაგნეტიტი, ჰემატიტი და სხვ.) და კარბონატების (სიდერიტი) შეცვლის ხარჯზე. ის შეიძლება გაჩნდეს ქიმიური და ბიოგენური გზით ზღვებში, ლაგუნებსა და ტბებში, სხვადასხვა შედგენილობის ქანების ნაპრალებსა და პორებში. იშვიათია, როგორც ჰიდროთერმული წარმოშობის მინერალი — კვარცთან, კალციტთან და მადნეულ მინერალებთან ასოციაციაში. არის ლიმონიტის მთავარი შემადგენელი მინერალი.
საბადოები. საქართველოში გოეთიტის საბადოები არ არის. საზღვარგარეთის ქვეყნებიდან ცნობილი საბადოებია: რუსეთში (ლიპეცკისა და ტულის ოლქები, ურალზე), უკრაინაში (ქერჩის საბადო), კუბაში, საფრანგეთში, ჩეხოსლოვაკიაში, ინგლისში და სხვ.
გამოყენება. გოეთიტი არის რკინის ერთ-ერთი მადანი. ხმარობენ თუჯისა და ფოლადის გამოსადნობად.

ლიმონიტი, $HFeO_2 \cdot nH_2O$. Limonit

სახელწოდება. მინერალს სახელი დაერქვა ბერძნული ''ლემონის'' მიხედვით, რაც ჭაობს ნიშნავს.

ქიმიზმი. ლიმონიტი არის რკინის ჰიდროჟანგების წყლით გამდიდრებული სახესხვაობა (H_2O=12-14%, Fe_2O_3=89.9%). ის შედგენილობით ახლოსაა გოეთიტთან, ჰიდროგოეთიტთან ($FeOOH \cdot nH_2O$), ლეპიდოკროკიტთან ($FeO(OH)$ და სხვ. ზოგჯერ შეიცავს Mn, V და სხვათა მინარევებს.

ნაირსახეობა. შავი მინის თავი — ნადენი ფორმის, შავი ან მუქი-რუხი ფერის მუხუდოსებრ-ოოლითური ლიმონიტი, გლუვი მოელვარე ზედაპირით.

სინგონია, სიმეტრიის კლასი, სივრცობრივი ჯგუფი. რენტგენოამორფულია.

კრისტალოგრაფია: ლიმონიტი კრისტალების სახით თითქმის არ გვხვდება. ძირითადად ქმნის ქერქებს, წანაცხებებს, ოოლითებს, სხივოსნური აღნაგობის ნაღვენთ და ოქრისებრ მკვრივ მარცვლოვან მასებს (ტაბ.3.4). ახასიათებს ფსევდომორფოზები პირიტის, სიდერიტისა და რკინის შემცველი სხვა მინერალებისადმი.

ფიზიკური თვისებები:

ფერი ჟანგისებრ-მურა, ოქრისებრ-მოყვითალო, რუხი-ყავიფერი, შავი და წითელი.

ხაზის ფერი ყვითელი, რუხი-ყვითელი, მუქი-მურა.

ელვარება მეტალური (მკვრივი მასებისათვის), მქრქალი (წვრილმარცვლოვანი სახესხვაობებისათვის).

სიმაგრე 5—5.5.

ხვედრითი წონა 3.8—4.2.

მონატეხი ბოჭკოვანი, ნიჟარისებრი.

ლიმონიტი არასოდეს არ არის სუფთა. გახურებისას კარგავს წყალს.

დიაგნოსტიკური ნიშნები. ადვილად გამოიცნობა ფერით, ხაზის ფერით და სხივოსნური აგრეგატებით.

წარმოშობა. ლიმონიტი არის ტიპური ეკზოგენური წარმოშობის მინერალი. ჩნდება რკინის შემცველი ჟანგეულების, სულფიდების, კარბონატების, სულფატების და სილიკატების გამოფიტვის ზონაში. სპილენძის საბადოებში ხშირად ქმნის ე.წ.''რკინის ქუდებს''. ჩნდება ულტრაფუძე და კარბონატული ქანების გამოფიტვის ზონებში. ხშირად გვხვდება ქიმიურ და ბიოქიმიური დანალექი ნარმოშობის ქანებშიც. ლიმონიტი არის აუზების, ჭაობების, ლაგუნებისა და ზღვის სანაპირო ზოლის დამახასიათებელი მინერალი.

საბადოები. საქართველოში ლიმონიტის საბადოები არ არის. საზღვარგარეთის ქვეყნებიდან სამრეწველო მნიშვნელობის საბადოებია: ყირიმში (ქერჩის ნახევარკუნძული), ჩრდილო კავკასიაში (მალკის საბადო), საბერძნეთში, კუბაში, ლუქსემბურგში (ითვლება რკინის მადნის მთავარ მომწოდებლად დასავლეთ ევროპაში), საფრანგეთში (ლოტარინგია), ურალზე (ბაკალის საბადო) და სხვ.

გამოყენება. ლიმონიტი არის რკინის ერთ-ერთი მადანი.

11

IV კლასი. ჰალოგენიდეგი

ჰალოგენიდების კლასი წარმოადგენს HCl, HF, HBr, HJ - ის მარილებს. მასში გაერთიანებულია დაახლოებით 100-მდე მინერალი, რომლებიც მიწის ქერქის მთლიანი მასის 0,5% შეადგენს. ბუნებაში ფართო გავრცელებით სარგებლობს Na, K, Mg, Pb ქლორიდები და Ca, Na ფტორიდები. გარდა აღნიშნული ელემენტებისა, ჰალოგენიდური ნაერთების წარმოქმნაში მნიშვნელოვან როლს ასრულებს: Al , Fe, Hg, Ag, Cu, Mn კათიონებიც. ჰალოგენიდური კლასის თითქმის ყველა მინერალი წარმოადგენს იონური ნაერთების კლასიკურ მაგალითს — ჰომოდესმური (იონური) და ჰეტეროდესმური (იონურ-კოვალენტური) სტრუქტურით. ამ კლასის მინერალების უმრავლესობა კრისტალდება კუბურ სინგონიაში; ქმნის კარგად განვითარებულ კრისტალოგრაფიული ფორმის კრისტალებს. ბევრი მათგანისათვის დამახასიათებელია წანაცხებები, გამონაფიფქები. ახასიათებს მკვეთრად გამოხატული მინის ან ალმასის ელვარება, დაბალი სიმაგრეები (მძიმე მეტალების ქლორიდების, ბრომიდების და იოდიდების სიმაგრე ცვალებადობს 2 და 3 შორის), დაბალი ხვედრითი წონა (მაქსიმალური ხვედრითი წონა აღწევს 8.73), გამჭვირვალობის მაღალი ხარისხი, წყალში ადვილად ხსნადობა (ქლორიდების ჯგუფი). Fe^{2+}, Fe^{3+}, Mn^{2+} და Cu^{2+} კათიონების მო-

ნაწილეობა ამ ჯგუფის მინერალების სტრუქტურაში იწვევს წითელ, მწვანე, ყვითელ, მტრედისფერ შეფერილობას. Ag, Cu და Hg ჰალოგენიდური ნაერთები, როგორც წესი, მოყვითალოა.

ჰალოგენიდები არის პეგმატიტური, პნევმათოლითური და ჰიდროთერმული წარმოშობის (ფტორიდები). ჩნდება ქლორით გამდიდრებულ ტბიურ და ზღვიურ აუზებში აორთქლების გზით არიდული კლიმატის პირობებში (ქლორიდები). ჰალოგენიდური კლასის მინერალებიდან მხოლოდ ზოგიერთს აქვს სამრეწველო მნიშვნელობა. წარმოადგენს ძვირფას ნედლეულს ქიმიური და კვების მრეწველობისათვის. გამოიყენება აგროქიმიურ ნედლეულად სოფლის მეურნეობაში, ოპტიკაში და მეტალურგიაში, როგორც ფლუსი.

სისტემატიკა

ჰალოგენიდების კლასის მინერალებს ორ ქვეკლასში — ქლორიდებსა და ფტორიდებში აერთიანებენ. ქლორის ბუნებრივი ნაერთებიდან ყველაზე მნიშვნელოვანია ნატრიუმის, კალიუმის და მაგნიუმის ქლორიდები; ფტორის ბუნებრივი ნაერთებიდან — ფლუორიტი. ბუნებაში გავრცელებული ჰალოგენიდების 85 მინერალიდან განვიხილავთ მხოლოდ პრაქტიკულად მნიშვნელოვანს — ჰალიტისა და ფლუორიტის ჯგუფის რამდენიმე მინერალს.

ჰალიტის ჯგუფი

ჰალიტი $NaCl$

სილვინი KCl

კარნალიტი $KMgCl_3.6H_2O$

ბიშოფიტი $MgCl_2.6H_2O$

ფლუორიტის ჯგუფი

ფლუორიტი CaF_2

ჰალიტი (სინ.ქვამარილი, სუფრის მარილი), NaCl. Halit

სახელწოდება. ბერძ. ''ჰალოს'' მარილს, ზღვას ნიშნავს.

ქიმიური შედგენილობა. Na=39.34%, Cl=60.66%. მინარევების სახით თითქმის ყოველთვის შეიცავს კალციუმის და მაგნიუმის სულფატებსა და ქლორიდებს. ხშირია მექანიკური ჩანართებიც.

კრისტალური სტრუქტურა — ქლორის იონების უმჭიდროესი წყობა, რომელშიც ყველა ოქტაედრული სიცარიელე დაკავებულია ნატრიუმის ატომებით (სურ. 3)

ნაირსახეობა:. ჰიდროჰალიტი — წყლის შემცველი ($NaCl \cdot 2H_2O$), წარმოიქმნება 5^0C ტემპერატურის ქვევით.

სინგონია, სიმეტრიის კლასი, სივრცობრივი ჯგუფი. კუბური. ჰექსაოქტაედრის კლასი. $3L^44L_6^36L^29PC$; $4/m\bar{3}2m$.

კრისტალოგრაფია. ჰალიტის კრისტალები, როგორც წესი, არის კუბური ფორმის (ტაბ.4.1). იშვიათია ოქტაედრული და კუბოოქტაედრული იერისაც. გვხვდება მასიური, უხეშმარცვლოვანი, ფხვიერი ან მკვრივი აგრეგატების სახით. ქმნის ქერქებს, გამონაფიფქებს, სტალაგმიტებსა და სტალაქტიტებს გამონამუშევრებისა და მღვიმეების კედლებზე. ახასიათებს დანაზარდები მცენარეთა ტოტებზე და ხის მორებზე; შენაზარდები თაბაშირთან, ანჰიდრიდთან და კარნალიტთან. მრჩობლები იშვითია (111) მიმართ.

ფიზიკური თვისებები:

ფერი. სუფთა ჰალიტი ჩვეულებრივ თეთრია და უფერო. მინარევების გამო ფლობს ფერთა ფართო სპექტრს: რუხიდან შავ ფერებამდე (ორგანული ნივთიერებისა და ბიტუმების ჩანართების გამო), ცისფერს—ლურჯ ფერებამდე (რადიოაქტიური დასხივების გამო), წითელს

(ჰემატიტის ჩანართების გამო), ნაცრისფერს — თიხის ნაწილაკების მინარევების გამო) და სხვ.

ხაზის ფერი თეთრი.

ელვარება მინისებრი.

ტკეჩვადობა სრული, (100) მიმართ ფრიად სრული.

სიმაგრე 2—2.5.

ხვედრითი წონა 2.

მონატეხი საფეხურისებრი, სწორი.

ჰალიტი გამჭვირვალეა, მლაშე, მსხვრევადი, ჰიგროსკოპული, სითბოს გამტარია, დიამაგნიტურია. ლღვება 804° C ტემპერატურაზე, ადვილად იხსნება წყალში.

დიაგნოსტიკური ნიშნები. ჰალიტი ადვილად გამოიცნობა კრისტალთა კუბური იერით, მლაშე გემოთი, დაბალი სიმაგრით, კუბების გასწვრივ იდეალური ტკეჩვადობით, წყალში კარგი ხსნადობით. ძალიან მიაგავს სილვინს. მისგან განსხვავდება მლაშე გემოთი (სილვინს მწარე, მომწარო-მლაშე გემო აქვს).

წარმოშობა. ჰალიტი არის ტიპური ქემოგენური (ქიმიური) წარმოშობის მინერალი. ის მოიპოვება დედამიწის ქერქის სხვადასხვა გეოლოგიური ასაკის ნალექებში — პალეოზოურიდან მოყოლებული დღემდე. ჰალიტი ჩნდება ჩაკეტილ მარილიან აუზებში მშრალი არიდული კლიმატის პირობებში — სილვინთან, თაბაშირთან, ანჰიდრიდთან და კარნალიტთან ასოციაციაში. ხშირად მორიგეობს თიხაფიქლებთან, კირქვებთან და დოლომიტებთან. ჰალიტიანი წყებების სიმძლავრეები რამდენიმე მეტრიდან რამდენიმე ასეულ მეტრამდე ცვალებადობს. მათი ძირითადი მარაგი ზღვებსა და ოკეანეებშია კონცენტრირებული. ზღვის წყალში გახსნილი NaCl—ის შემცველობა შეადგენს 85,66%—ს. ჰალიტი უმნიშვნელო რაოდენობით გავრცელებულია ვულკანური მოქმედების რეგიონებში, როგორც სუბლიმაციის პრო-

დუქტი, რომელსაც რაიმე პრაქტიკული ღირებულება არ გააჩნია.

საბადოები. საქართველოში ჰალიტის საბადოები არ არის. საზღვარგარეთის ქვეყნებიდან მსოფლიო მნიშვნელობის საბადოებია: რუსეთში (ელტონისა და ბასკუნჩაკის, სოლიკამსკის, სოლილეცკის საბადოები), უკრაინაში (არტემოვსკი, სოლოტვინო), კანადაში, გერმანიაში (სტრასფურტის საბადო), პოლონეთში (ველიჩკო), აშშ (ლუიზიანას, ტექსასის, კოლორადოს, იუტას შტატები), ირანში, ეგვიპტეში, ინდოეთში და სხვ.

გამოყენება. ჰალიტი არის კვების, ქიმიური და მეტალურგიული მრეწველობისათვის ძვირფასი ნედლეული. ხმარობენ მეტალური ნატრიუმისა და მარილის სიმჟავის მისაღებად. წარმატებით გამოიყენება კულინარიაში, მეცხოველეობის ფერმებში, ტყავის წარმოებაში, საფეიქრო მრეწველობაში ქსოვილების გასათეთრებლად, ავტოსტრადებზე ყინულისაგან გასაწმენდად; კარაქის, ყველის, თევზისა და ხორცის შესანახად, დასამზადებლად და დასაკონსერვებლად. ადამიანი წელიწადში მოიხმარს დაახლოებით 10 კგ. მარილს.

სილვინი, KCl. Silvin

სახელწოდება. მინერალს სახელი ჰოლანდიელი (ფრანგი) ექიმისა და ქიმიკოსის, სილვია-დელია ბაშის პატივსაცემად დაერქვა.

ქიმიზმი. K=52.6%, მინარევების სახით შეიცავს Na, Li, Cs. იზომორფული მინარევების სახით Br და J. სტრუქტურა NaCl - ის ტიპის.

სინგონია, სიმეტრიის კლასი, სივრცობრივი ჯგუფი. კუბური. ჰექსაოქტაედრის კლასი. $3L^4 4L_6^3 L^2 9PC$; $4/m\ \bar{3}2m$.

კრისტალოგრაფია. იშვიათად გვხვდება კუბების და კუბოოქტაედრული კრისტალების სახით. ზოგჯერ ქმნის კუბებისა და ოქტაედრების კომბინაციას. გვხვდება მკვრივი, მჭიდრომარცვლოვანი კრისტალური მასების, დრუზებისა და ნადენი ფორმების სახით. ახასიათებს მრჩობლები (111) მიმართ.

ფიზიკური თვისებები:

ფერი. სუფთა სილვინი უფეროა, ან რძისებრ თეთრი; მინარევების გამო იძენს მოყვითალო-წითელ და ვარდისფერ (ჰემატიტის მინარევები) და მოლურჯო-მოყვითალო ფერებს.

ხაზის ფერი თეთრი.

ელვარება მინისებრი.

ტკეჩვადობა (100) მიმართ ფრიად სრული.

სიმაგრე 2.

ხვედრითი წონა 1.99.

მონატეხი უსწორმასწორო.

სუფთა სილვინი გამჭვირვალეა, ჰალიტთან შედარებით ადვილად იკაწრება დანით, ლღვება 790^0 C ტემპერატურაზე, აქვს მლაშე-მომწარო გემო.

დიაგნოსტიკური ნიშნები. სილვინი ადვილად გამოიცნობა კრისტალთა გარეგნული იერით, კუბისა და ოქტაედრის კომბინაციებით, წყალში კარგი ხსნადობით, დაბალი სიმაგრით, ძალიან მიაგავს ჰალიტს. მისგან განსხვავდება მომწარო-მლაშე გემოთი, ადვილად იჭრება დანით. დანით გაფხაჭნისას ჰალიტის ზედაპირზე რჩება კვალი, რაც პრაქტიკულად არ რჩება სილვინის ზედაპირზე. ადვილად ლღვება — ალი იფერება იისფრად.

წარმოშობა. სილვინის მინერალწარმომშობი გარემო ჰალიტის ანალოგიურია, თუმცა ჰალიტთან შედარებით გაცილებით იშვიათია. სილვინი ხსნარიდან ილექება კრისტალიზაციის ბოლო ეტაპზე და ამის გამო მარილ-

თა დანაგროვების სულ ზედა ნაწილებშია განვითარებული. გვხვდება ჰალიტისა და თაბაშირის საბადოებში კარნალიტთან, თაბაშირთან და ანჰიდრიდთან ასოციაციაში.

საბადოები. საქართველოში სილვინის საბადოები არ არის. საზღვარგარეთის ქვეყნებიდან მსოფლიო მნიშვნელობის საბადოებია რუსეთში (სოლიკამსკი), გერმანიაში (სტრასფურტის საბადო; აქ ნაპოვნი იქნა სილვინის 30-ზე მეტი სახეობა), აშშ (ნიუმექსიკის და ტექსასის შტატები), საფრანგეთში, კანადის პროვინციაში და სხვ.

გამოყენება. სილვინს ძირითადად სასუქებად და კალიუმის მარილების მისაღებად იყენებენ. ხმარობენ მედიცინაში, პარფიუმერიაში, ფოტოგრაფიაში; ასევე — საპნის, მინის, საღებავების, კალიუმის პრეპარატების დასამზადებლად და სხვ.

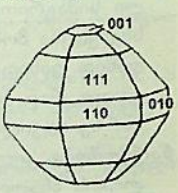
კარნალიტი, $KMgCl_3 \cdot 6H_2O$. Karnallit

სახელწოდება. მინერალს სახელი დაერქვა გერმანელი სამთო ინჟინრის, რ.კარნალეს პატივსაცემად.

ქიმიზმი. K=14.07%, Mg=8.75% მინარევების სახით შეიცავს: Na, Br, Li, Ca, Sr.

სინგონია, სიმეტრიის კლასი, სივრცობრივი ჯგუფი. რომბული. რომბული ბიპირამიდის კლასი. $3L^23PC$; 2/m2/m2/m.

კრისტალოგრაფია. კრისტალები დამახასიათებელი არ არის. იშვიათად გვხვდება რომბოპირამიდული კრისტალების სახით (სურ. 68). ხშირად აქვს ფსევდოჰექსაგონური იერი. ჩვეულებრივ განვითარებულია მასიური, წვრილმარცვლოვანი აგრეგატები ჰემატიტის ქერცლებისა და გოეთიტის ჩანართებით.



სურ. 68. კარნალიტის კრისტალი

ფიზიკური თვისებები:

ფერი სუფთა კარნალიტი გამჭვირვალეა, ან უფერო რძისებრ თეთრი, ხშირად მოვარდისფრო-წითელი (რკინის ჟანგებისა და ჰიდროჟანგების მინარევების გამო).

ხაზის ფერი თეთრი, უფერო, წითელი.

ელვარება ახალ მონატეხზე მინისებური, ჰაერზე — ცხიმისებრი.

ტკეჩვადობა არ აქვს.

სიმაგრე 2—2.5.

ხვედრითი წონა 1.6.

მონატეხი ნიჟარისებრი.

მსხვრევადია, აქვს მწარე გემო, ადვილად იხსნება წყალში, ძლიერ ჰიგროსკოპულია, დანის წვერით გაკაწვრისას, გაზების ბუშტების უეცარი გამოყოფის გამო გამოსცემს ჭრაჭუნის მსგავს ხმას.

დიაგნოსტიკური ნიშნები. მისი მსგავსი მინერალებისაგან კარნალიტი ადვილად გამოიცნობა ტკეჩვადობის უქონლობით, ნიჟარისებრი მონატეხით, მწარე გემოთი; ჰიგროსკოპულობის გამო ადვილად ნესტიანდება ჰაერზე.

წარმოშობა. კარნალიტი არის ტიპური ქემოგენური დანალექი წარმოშობის მინერალი. ჩვეულებრივი ტემპერატურის პირობებში ზღვის წყლიდან გამოიყოფა ერთერთი უკანასკნელი, რის გამოც ყოველთვის განვითარებულია დანალექი წარმოშობის მარილის საბადოების ზედა ჰორიზონტებში სილვინთან და ჰალიტთან ასოციაციაში. მარილების გამოყოფის თანამიმდევრობა ზოგადად ასეთია: თაბაშირი→ანჰიდრიდი→ჰალიტი→სილვინი →კარნალიტი→ბიშოფიტი.

საბადოები. საქართველოში კარნალიტის საბადოები არ არის. საზღვარგარეთის ქვეყნებიდან მსოფლიო მნიშვნელობის საბადოებია რუსეთში (სოლიკამსკი), ბელო-

რუსიაში (სტრაბონი), გერმანიაში (სტრასფურტი), უკრაინაში (კალუში) და სხვ.

გამოყენება. კარნალიტი არის მეტალური კალიუმისა და მაგნიუმის მარილების ნედლეული. ხმარობენ სოფლის მეურნეობაში სასუქად, საავიაციო მრეწველობაში, ფოტოგრაფიაში (სინათლის მძლავრი ნაკადის მისაღებად) და სხვ.

ბიშოფიტი, $MgCl_2\ 6H_2O$. Bischofit

სახელწოდება. სახელი დაერქვა გერმანელი ქიმიკოსისა და გეოლოგის, ბიშოფის პატივსაცემად.

ქიმიზმი. მინარევების სახით თითქმის ყოველთვის შეიცავს Br (1.7%).

სინგონია, სიმეტრიის კლასი, სივრცობრივი ჯგუფი. მონოკლინური (ფსევდოჰექსაგონური). პრიზმის კლასი. L^2PC; 2/m.

კრისტალოგრაფია. კრისტალები დამახასიათებელი არ არის. ჩვეულებრივ განვითარებულია მარცვლოვანი, ფირფიტოვანი, მასიური მასებისა და ზოგჯერ ბოჭკოვანი აგრეგატების სახით. ახასიათებს პოლისინთეზური მრჩობლები.

ფიზიკური თვისებები:

ფერი. სუფთა ბიშოფიტი თეთრია, უფერო, მინარევების გამო წითელი.

ხაზის ფერი თეთრი.

ელვარება მინისებრი.

ტკეჩვადობა არ აქვს.

სიმაგრე 1.5.

ხვედრითი წონა 1.65.

მონატეხი უსწორმასწორო.

მსხვრევადია, არის ძლიერ ჰიგროსკოპული, ადვილად იხსნება წყალში და სპირტში.

დიაგნოსტიკური ნიშნები: ადვილად გამოიცნობა ძლიერი ჰიგროსკოპულობით, მწარე გემოთი, წყალში და სპირტში კარგი ხსნადობით. მიაგავს კარნალიტს, რომლისაგანაც გარჩევა მხოლოდ ლაბორატორიული მეთოდებით არის შესაძლებელი.

წარმოშობა. ბიშოფიტი არის ქემოგენური წარმოშობის მინერალი. ჩნდება თანამედროვე ჩაკეტილ მარილიან ტბებში — არიდული კლიმატის პირობებში. წარმოადგენს ქემოგენური კრისტალიზაციის ბოლო ეტაპის პროდუქტს. ის შეიძლება გაჩნდეს კარნალიტის მეტამორფიზმის ხარჯზეც.

საბადოები. საქართველოში ბიშოფიტის საბადოები არ არის. საზღვარგარეთის ქვეყნებიდან ბიშოფიტის სამრეწველო მნიშვნელობის საბადოებია: რუსეთში (ურალში, სარატოვის, ვოლგოგრადისა და კალუგის ოლქები), ბელორუსიაში (სტარომინსკი), გერმანიაში (სტრასფურტი) და სხვ.

გამოყენება. ბიშოფიტი არის მეტალური მაგნიუმის მადანი. წარმატებით გამოიყენება კალიუმისა და მაგნიუმის მარილების მისაღებად.

ფლუორიტი (სინ. მდნობი შპატი), CaF_2 Fluorit

სახელწოდება. მინერალს სახელი დაერქვა ლათინური სიტყვის ''ფლუორეს'' მიხედვით, რაც დინებას ნიშნავს.

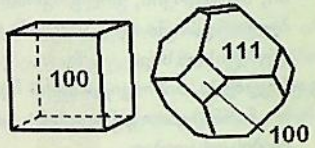
ქიმიზმი. Ca=51%. ფლუორიტი ხასიათდება დიდი სისუფთავით, თუმცა ზოგჯერ Ca-ის ნაწილი შეიძლება ჩაინაცვლოს Y,Ce და სხვა იშვიათი მიწაელემენტებით. მექანიკური მინარევების სახით მონაწილეობს — Sr, Mg ,

Mn, Fe, Cu, Ba, K, Na , Ag, Pb, Al და სხვ. აქვს ფლუორიტის ტიპის კრისტალური სტრუქტურა.

ნაირსახეობები. ოპტიკური ფლუორიტი — უფერო გამჭვირვალე; რატოვკიტი — გაჭუჭყიანებელი, მიწისებური აგრეგატების მქონე ბაცი იისფერი, გვხვდება მერგელოვან ქანებში და დოლომიტიზებულ კირქვებში; ხლოროფანი — მომწვანო, ფოსფორესცენციული ელვარებით; ანთოზინიტი — მუქი იისფერი; ცერფლუორიტი — ცერიუმის შემცველი (Ce=16%); იტროფლუორიტი (Y_2O_3=17.6%) და სხვ.

სინგონია, სიმეტრიის კლასი, სივრცობრივი ჯგუფი. კუბური. ჰექსაოქტაედრის კლასი. $3L^44L_6^36L^29PC$; $4/m\,\bar{3}2m$.

კრისტალოგრაფია. ჩვეულებრივ გვხვდება კარგად განვითარებული კუბების, ოქტაედრებისა და რომბოდოდეკაედრული კრისტალების სახით (სურ.69, ტაბ 4.2). ზოგჯერ აღინიშნება ოქტაედრისა და კუბის კომბინაციაც. კუბის წახნაგები დასერილია შტრიხით. ფლუორიტისათვის დამახასიათებელია მასიური, სხივოსნური და მარცვლოვანი აგრეგატები. გვხვდება ნადენი ფორმების, ჩანაწინწკლების და მიწისებრი მასების სახით. ხშირად ქმნის დრუზებს. ახასიათებს მრჩობლები (მრჩობლის ღერძი (111)).



სურ. 69. ფლუორიტის კრისტალები

ფლუორიტი ტიპომორფული მინერალია. ოქტაედრული იერის კრისტალები ძირითადად დამახასიათებელია მაღალტემპერატურული მინერალწარმომშობი გარემოსათვის, კუბური და რომბოდოდეკაედრული — დაბალტემპერატურული მინერალწარმომშობი გარემოსათ-

ვის, ხოლო დოდეკაედრული — გარდამავალი ტემპერატურის მქონე გარემოსათვის.

ფიზიკური თვისებები:

ფერი. სუფთა ფლუორიტი უფეროა, წყლისებრ-გამჭვირვალე, ხშირად ახასიათებს ლურჯი, წითელი, ყვითელი, თაფლისფერი, მწვანე, ცისფერი. 470° C ტემპერატურაზე გახურებით ფლუორიტი კარგავს ფერს, თუმცა ისევ აღიდგენს რადიუმის სხივების ზემოქმედებით. ფლუორიტის ფერთა ნაირგვარობას განაპირობებს მინარევები და სტრუქტურაში არსებული დეფექტები.

ხაზის ფერი უფერო.

ელვარება მინისებრი.

ტკეჩვადობა (111) მიმართ ფრიად სრული.

სიმაგრე 4.

ხვედრითი წონა 3.18.

მონატეხი საფეხურისებრი.

ფლუორიტი ლღვება 1360° C ტემპერატურაზე, მსხვრევადია, გახურებისას ბნელ ოთახში ამჟღავნებს ფლუორესცენციისა და ფოსფორესცენციის თვისებებს.

დიაგნოსტიკური ნიშნები. ადვილად გამოიცნობა კრისტალთა ფორმებით, ფრიად სრული ტკეჩვადობით, ფერთა ფართო სპექტრით, მინის ელვარებით, დაბალი სიმაგრით (იკაწრება დანით). მთლიანად იხსნება H_2SO_4-ში HF-ის გამოყოფით. ძალიან მიაგავს კვარცს, ამეთვისტოს, თაბაშირს, სუფრის მარილს, ბარიტს, კალციტსა და სხვ. კვარცისა და ამეთვისტოსაგან განსხვავდება დაბალი, ხოლო თაბაშირისაგან დიდი სიმაგრით, სუფრის მარილისაგან გემოთი და წყალში უხსნადობით, კარბონატებისაგან HCl-ში უხსნადობით, ბარიტისაგან დაბალი ხვედრითი წონით და კრისტალთა იერით.

წარმოშობა. ფლუორიტი არის ბუნებაში ერთ-ერთი ფართოდ გავრცელებული მინერალი. წარმოიშობა სხვადასხვაგვარ გეოლოგიურ პირობებში. ფლუორიტის სამრეწველო მნიშვნელობის საბადოები ჩნდება დაბალტემპერატურული ჰიდროთერმული პროცესების შედე-

გად. განთავსებულია ქანებში არსებულ სიცარიელეებსა და ნაპრალებში (ჰიდროთერმული წარმოშობის ფლუორიტი მდიდარია Eu). ფლუორიტი ჩნდება პნევმატოლითური გზით (გრეიზენები). არის მაგმური (კასიტერიტთან და ტოპაზთან ასოციაციაში), კონტაქტ-მეტასომატური (გრანატებთან, სფალერიტთან, ტურმალინთან, კალციტთან ასოციაციაში) და დანალექი წარმოშობის (რატოვკიტი) ფლუორიტები. როგორც აქცესორული მინერალი, გვხვდება დოლომიტებსა და კირქვებში და მაღალტემპერატურულ კასიტერიტულ ძარღვებში — ტოპაზთან, ტურმალინთან და აპატიტთან ერთად.

საბადოები. საქართველოში ფლუორიტის საბადოები არ არის. საზღვარგარეთის ქვეყნებიდან ცნობილი საბადოებია რუსეთში (იმიერბაიკალეთი, არხანგელსკი), მონღოლეთში, ნორვეგიაში, გერმანიაში, მექსიკაში, კანადაში, ჩეხეთში, ჩინეთში, იტალიაში, აშშ (კენტუკის შტატი) და სხვ.

შეცვლა. ზედაპირულ პირობებში საკმაოდ მდგრადია და გროვდება გამოფიტვის ქერქში. ჰიდროთერმული პროცესების ზეგავლენით ფლუორიტის მიმართ შეიძლება გაჩნდეს კარბონატების, პირიტისა და მარკაზიტის ფსევდომორფოზები.

გამოყენება. ფლუორიტი არის ძვირფასი საფლიუსე მასალა მეტალურგიაში (აჩქარებს მადანთა ლღობის პროცესს), ფტორის ნაერთების მიღების წყარო. ასევე ძვირფასი ნედლეულია ფტორის მჟავას მისაღებად, სამზარეულოს ემალირებული ჭურჭლების, ვაზების, ქიმიური რეაქტივების და დეკორატიული თეფშების დასამზადებლად. ფლუორიტის გამჭვირვალე უფერო სახესხვაობა გამოიყენება ოპტიკაში ლინზების დასამზადებლად.

12

V კლასი. კარბონატები

კარბონატები მიეკუთვნება მიწის ქერქის ფართოდ გავრცელებულ მინერალთა ჯგუფს და მისი საერთო მოცულობის 2% შეადგენს; აქედან 1.5% კალციტის ჯგუფის კარბონატებზე მოდის.

ამ კლასის მინერალები წარმოადგენს ნახშირმჟავას (H_2CO_3) მარილებს, რომლებსაც ქმნის ტუტე მიწა მეტალები და Mg^{2+}, Ca^{2+}, Fe^{2+}, Sr^{2+}, Pb^{2}+, Zn^{2+}, Mn^{2+}, Cu^{2+}, იშვიათ მიწებთან ერთად. კარბონატების აგებულებაში მონაწილეობს ასევე [OH] და F (იშვიათად Cl) დამატებითი ანიონები. ამჟამად კარბონატების კლასში დაახლოებით 80-100 მინერალს აერთიანებენ. კარბონატების სტრუქტურული საფუძველია $[CO_3]^{2-}$ ანიონური რადიკალი, სადაც ნახშირბადის ატომები ჟანგბადის ატომებთან შედარებით სამმაგ კოორდინაციაში იმყოფება. კარბონატებს, მათ სტრუქტურაში კათიონებისა და ანიონების განლაგების მიხედვით, ყოფენ: კუნძულისებურ (კალციტის ჯგუფი) და ძენკვისებურ (არაგონიტის ჯგუფი) სტრუქტურულ მოტივებად.

კარბონატების დიდი უმრავლესობა წარმოადგენს Ca^{2+}, Mg^{2+}, Fe^{2+} და სხვ კათიონების უწყლო მარტივ ნაერთებს, რომელთაგან ფართო გავრცელება აქვს კალციტისა და არაგონიტის ჯგუფის მინერალებს, შედარებით ნაკლები [OH] და F დამატებითი ანიონების შემცველ რთულ კარბონატებს.

კარბონატებისათვის დამახასიათებელია კოვალენტური (ანიონურ რადიკალში) და იონური (ანიონებსა და კათიონებს შორის) ქიმიური ბმის ტიპები. კარბონატები წარმოადგენს იზომორფიზმისა და პოლიმორფიზმის მოვლენების კლასიკურ მაგალითს. იზომორფიზმის მოვლენები ძირითადად შემოიფარგლება Ca2+=Fe2+, Mg^{2+}=Mn^{2+}, Ca^{2+}=Mg^{2+}, Ca^{2+}=S^{2+}, Fe^{2+}=Mg^{2+}, Fe^{2+}=Mn^{2+} იზოვალენტური ჩანაცვლებით. კარბონატების დიდი ნაწილი კრისტალდება დაბალ კატეგორიაში (რომბული და მონოკლინური), მნიშვნელოვანი ნაწილი საშუალო კატეგორიაში (ჰექსაგონური და ტრიგონული), ძალიან მცირე — მაღალ (კუბურ) კატეგორიაში. კარბონატები დიდი ზომის კათიონებით, (Ba, Sr, Pb და სხვ.), რომელთა იონური რადიუსის ზომები აღემატება Ca რადიუსის ზომებს (>1.04 Å), კრისტალდება რომბულ სინგონიაში, კარბონატები მცირე ზომის კათიონებით (Mn, Mg, Fe, Zn და სხვ), რომელთა იონური რადიუსის ზომები ნაკლებია Ca რადიუსის ზომებზე (<1.04 Å) — ტრიგონულ სინგონიაში. იმ შემთხვევაში, თუ კალციუმის კათიონის იონური რადიუსის ზომები იჭერს გარდამავალ მდგომარეობას, მისი შემცველი ნაერთები ამჟღავნებს პოლიმორფულ თვისებებს და კრისტალდება როგორც ტრიგონულ, ისე რომბულ სინგონიებში.

კარბონატების კლასის მინერალების კრისტალთა იერი მეტად მრავალფეროვანია, რაც, როგორც ყოველთვის, მნიშვნელოვნად არის დამოკიდებული კრისტალთა სტრუქტურაზე, ქიმიური ბმის ტიპზე და მინერალწარმომქმნელი გარემოს თერმოდინამიკურ პირობებზე. კალციტის ჯგუფის მინერალებისათვის დამახასიათებელია რომბოედრული იერის კრისტალები, რომელთა ზომები ზოგჯერ რამდენიმე ათეულ სანტიმეტრამდე აღწევს. არაგონიტის ჯგუფის მინერალებისათვის კი დამახასიათებელია პრიზმული იერის კრისტალები და სფეროლითური აგრე-

გატები. კარბონატული კლასის მინერალები გვხვდება ასევე მასიური, მარცვლოვანი, ნადენი ფორმების (სტალაქტიტები, სტალაგმიტები), თირკმლისებური აგრეგატების სახით.

კარბონატები გამოირჩევა ფერთა ფართო სპექტრით. მათი უმრავლესობა თეთრია ან უფერო. სხვადასხვა შეფერვა დამოკიდებულია ქრომოფორ-იონების და ჩანართების მონაწილეობაზე. მაგალითად, სპილენძის შემცველი კარბონატები შეფერილია მწვანე და ლურჯ ფერებში, ურანის — ყვითლად, კობალტის — ვარდისფრად, ჰემატიტის — წითლად, ქლორიტისა და აქტინოლიტის უწვრილესი ჩანართების — მწვანედ, ბიტუმების — რუხ და შავ ფერებად. კარბონატების უმრავლესობას ახასიათებს მინის ელვარება ტკეჩვადობის სიბრტყეზე, ალმასის — ნახნაგებზე, გამოირჩევა დაბალი სიმაგრით (სიმაგრის საშუალო მნიშვნელობები უტოლდება 3—4; ის იზრდება ტყვიის, თუთიის და ბისმუტის შემცველ კარბონატებში).

კარბონატები გამოირჩევა მარილის სიმჟავეში (HCl) ხსნადობის მაღალი ხარისხით. ბევრი მათგანი (კალციტი, არაგონიტი, მალაქიტი, აზურიტი და სხვ) აქტიურად რეაგირებს ჩვეულებრივ გაზავებულ მარილის ცივ სიმჟავესთან CO_2-ის დიდი რაოდენობით გამოყოფით. არის ისეთი კარბონატებიც, რომლებზედაც მარილის სიმჟავე მხოლოდ გაცხელების შემდეგ რეაგირებს (სიდერიტი, მაგნეზიტი და სხვ). ტუტე მეტალების კარბონატები კარგად იხსნება წყალშიც.

კარბონატები არის ენდოგენური და ეკზოგენური მინერალწარმოშობის პროცესების პროდუქტები; მათგან ჭარბობს ეკზოგენური წარმოშობის კარბონატები. მათი უმრავლესობა არის სილიკატური ქანების გამოფიტვის ქერქის მინერალი ცხელი და მშრალი კლიმატის პირობებში

(მაგნეზიტი); Zn, Pb, Cu კარბონატები ჩნდება სპილენძის შემცველი მადნეული სულფიდური საბადოების ცემენტაციისა და ჟანგვის ზონაში (მალაქიტი, აზურიტი), ხშირად მონაწილეობს საშუალო- და დაბალტემპერატურულ ჰიდროთერმულ ძარღვებში სულფიდებთან ასოციაციაში. გამოიყოფა ეფუზიურ ქანებში არსებულ სიცარიელეებსა და ნაპრალებში. წარმოადგენს ულტრაფუძე და ფუძე სილიკატური ქანების გამოფიტვის პროდუქტებს (მაგნეზიტი). კარბონატების მნიშვნელოვან ნაწილს აქვს დანალექი და ორგანული წარმოშობა. კარბონატები ქმნის და არსებით როლს ასრულებს დანალექი და მეტამორფული ქანების აგებულებაში (კირქვები, დოლომიტები, მარმარილოები, ცარცი და სხვ). ხშირად გვხვდება სკარნულ საბადოებში. კარბონატები ადვილად იხსნება და ქმნის დიდი ზომის კარსტულ გამოქვაბულებს. Fe და Mn შემცველი კარბონატების ზედაპირული შეცვლის პროცესი მათი ჟანგეულებისა და ჰიდროჟანგეულების წარმოქმნით მიმდინარეობს.

კარბონატები ფართოდ გამოიყენება, როგორც ძვირფასი სამშენებლო და მოსაპირკეთებელი მასალა (კირქვები, მარმარილოები), ოპტიკური პოლარიზაციული ხელსაწყოებისა და დანადგარების დასამზადებლად (ოპტიკური კალციტი), მეტალური მაგნიუმის, სპილენძის, ტყვიის და თუთიის მისაღებად, პორტლანდი-ცემენტის დასამზადებლად, ქიმიურ მრეწველობაში სოდის მისაღებად და სხვ. ზოგიერთი კარბონატი შეიძლება გამოყენებულ იქნეს, როგორც სპილენძის, თუთიისა და ტყვიის საბადოების ძებნის კრიტერიუმი (მალაქიტი, აზურიტი, სმიტსონიტი, ცერუსიტი), დეკორატიული და სანახელაო ქვები (მარმარილი, ონიქსი, მალაქიტი) და რკინის ერთ-ერთი მადანი (სიდერიტი).

სისტემატიკა

კარბონატების კლასს ყოფენ უწყლო და წყლიან ქვეკლასებად. უწყლო კარბონატების ქვეკლასში გაერთიანებულია სტრუქტურულად განსხვავებული და ბუნებაში ფართოდ გავრცელებული კარბონატების სამი ჯგუფი: კალციტის ჯგუფი, არაგონიტის ჯგუფი, დოლომიტის ჯგუფი; წყლიანი კარბონატების ქვეკლასში განიხილება მხოლოდ სპილენძის წყლიანი კარბონატები: მალაქიტი და აზურიტი.

კარბონატები

კალციტის ჯგუფი
კალციტი $CaCO_3$
მაგნეზიტი $MgCO_3$
სიდერიტი $FeCO_3$
როდოქროზიტი $MnCO_3$
სმიტსონიტი $ZnCO_3$

არაგონიტის ჯგუფი
არაგონიტი $CaCO_3$
სტრონციანიტი $SrCO_3$
ცერუსიტი $PbCO_3$

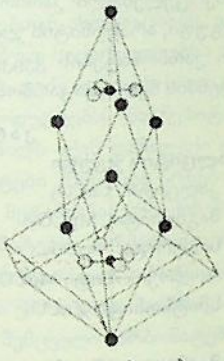
დოლომიტის ჯგუფი
დოლომიტი $CaMg[CO_3]_2$

მონოკლინური კარბონატები $[OH]^-$ ჯგუფით
მალაქიტი $Cu_2[CO_3][OH]_2$
აზურიტი $Cu_3[CO_3]_2[OH]_2$

კალციტის ჯგუფი

კალციტის ჯგუფის ზემოთ ჩამოთვლილი მინერალები წარმოადგენს ერთ სტრუქტურულ ტიპს, რომლის ელემენტარული უჯრედი ეკუთვნის $R\bar{3}C$ სივრცობრივ ჯგუფს. კალციტის სტრუქტურა ჰალიტის ტიპის სტრუქტურიდან მიიღება. კერძოდ, კალციტის რომბოედრული წახნაგცენტრირებული მესერი წარმოიქმნება NaCl კუბური მესრის დამახინჯებით — მესამე რიგის სიმეტრიის ღერძის გასწვრივ შეკუმშვით. შეკუმშვა მიმ-

დინარეობს იმგვარად, სანამ ღერძთაშორისო კუთხე $101^0 55'$ არ გახდება (ჰალიტის სტრუქტურაში 90^0 კუთხის ნაცვლად). მოდერნიზებულ სტრუქტურაში $[CO]_3$ კომპლექსანიონები იკავებს Cl პოზიციას, ხოლო Ca იონები — Na პოზიციას. კალციტის სტრუქტურაში ელემენტარული უჯრედის — რომბოედრის ყველა წვერო და წახნაგების ცენტრი დაკავებულია Ca ატომებით, ხოლო $[CO]_3$ ჯგუფის ბრტყელი რადიკალი იჭერს პოზიციას ყოველი წიბოსა და რომბოედრის ცენტრში. ყველა ანიონური კომპლექსი ერთმანეთის მიმართ პარალელურად არის ორიენტირებული L_3 ღერძის მართობ (0001) სიბრტყეში (სურ.70).



სურ. 70 .კალციტის სტრუქტურა

კალციტი (სინ.კირშპატი), $CaCO_3$. Kalzit, Calcit

სახელწოდება. მინერალის სახელი შემოთავაზებულ იქნა 1845 წელს ჰაიდინგერის მიერ (ბერძ. ''კალს'' კირს ნიშნავს).

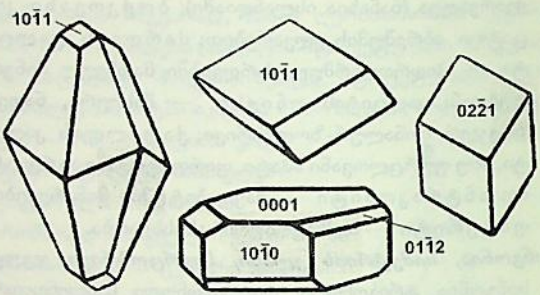
ქიმიზმი. კალციტის შედგენილობა ახლოსაა მის თეორიულ ფორმულასთან — Ca=56%, CO_2= 44%. მინარევების სახით შეიცავს: Fe, Mg, Pb, Mn და სხვ.

ნაირსახეობები: ოპტიკური კალციტი, ანუ ისლანდიური შპატი — უფერო და ქიმიურად სუფთა — გამ-

ჭვირვალეა (ნანახია ისლანდიაში); ბოჭკოვანი კალციტი — აბრეშუმის ელვარებით; ძარღვის კალციტი — ჰიდროთერმულ ძარღვებში მადნეულ მინერალებთან; კალციტის ონიქსი — მასიური, ნადენი, ზოგჯერ ზონალურ-ზოლებრივი; ქაღალდის კალციტი, ანუ ფურცლოვანი შპატი, ფირფიტოვანი აგრეგატები; ანტრაკონიტი — შავი, ბიტუმის მინარევებით; ფატერიტი — ჰექსაგონური სახესხვაობა.

სინგონია, სიმეტრიის კლასი, სივრცობრივი ჯგუფი. სინგონია ტრიგონული. დიტრიგონული სკალენოედრის კლასი. $L_6^3\,3\,L^2\,3PC$; $\bar{3}2/m$.

კრისტალოგრაფია. კალციტი გამოირჩევა კრისტალთა ფორმების მრავალფეროვნებით. ამჟამად აღწერილია კალციტის 300-ზე მეტი მარტივი ფორმა და 100-ზე მეტი შესაძლებელი კომბინაცია და ვარიაცია. კალციტი ხშირად იძლევა კარგად განვითარებულ კრისტალებს — რომბოედრების ($10\bar{1}1$) და სკალენოედრების ($hk\bar{i}l$) სახით (სურ. 71, ტაბ. 5.1, 5.2). გვხვდება ფარულკრისტალური, ქერცლოვანი, მინისებური (ცარცი), მარცვლოვანი (მარმარილო) აგრეგატების სახით. მღვიმეებსა და სიღრუეებში იძლევა ნადენ ფორმებს სტალაქტიტებისა და სტალაგმიტების სახით. კალციტის კრისტალებისათვის დამახასიათებელია ორი კანონით დამრჩობვლა. პირველ შემთხვევაში შეზრდის სიბრტყეა (0001), მეორე შემთხვევაში — ($01\bar{1}2$). ხშირად ქმნის პოლისინთეზურ მრჩობლებს და დრუზებს (ტაბ.5.4).



სურ. 71. კალციტის კრისტალები

ფიზიკური თვისებები:

ფერი. კალციტი ხასიათდება ფერთა ნაირგვარობით. სუფთა კალციტი უფეროა ან თეთრი, მინარევების შემთხვევაში იძენს: Fe-ით მდიდარი სახესხვაობები მორუხო, მოყვითალო ფერებს, Mn შემცველი სახესხვაობები — ვარდისფერს, Cr შემცველი — მწვანეს, Ni შემცველი — ვაშლისებრ მწვანეს, ნავთობის ბიტუმებით მდიდარი — შავ ფერებს. არის ყავისფერი კალციტებიც.

ხაზის ფერი თეთრი.

ელვარება მინისებრი.

ტკეცვადობა (10$\bar{1}$1) მიმართ სრული სამი მიმართულებით.

სიმაგრე 3.

ხვედრითი წონა 2.76 (მინერალის ხვედრითი წონა მნიშვნელოვნად იზრდება კალციუმის რკინით, მანგანუმით და თუთიით ჩანაცვლების შემთხვევაში).

მონატეხი საფეხურისებრი.

კალციტი აქტიურად რეაგირებს ცივ განზავებულ მარილის სიმჟავესთან (იხსნება შიშინით), მსხვრევადია.

დიაგნოსტიკური ნიშნები. ადვილად გამოიცნობა რომბოედრის მიმართ სრული ტკეცვადობით, ცივ განზავებულ

მარილის სიმჟავეში დუღილით (ხსნადობით)-CO_2-ის აქტიური გამოყოფით, დაბალი სიმაგრით. მიაგავს დოლომიტს, თუმცა ეს უკანასკნელი ცივ HCl მოქმედებისას არ შიშინებს. მიაგავს არაგონიტს — მისგან განსხვავდება კრისტალთა იერით და მეიგენის რეაქციით. (ადუღებულ $Co(NO_3)_2$ ხსნარში არაგონიტის ფხვნილი იფერება ლალისფრად, ხოლო კალციტის ფხვნილი ხანგრძლივი დუღილის შემდეგ იძენს ლურჯ ან მომწვანო ფერებს).

წარმოშობა. კალციტი არის ბუნებაში ერთ-ერთი ფართოდ გავრცელებული მინერალი. ის არის ძირითადი ქანთმაშენი მინერალი კირქვებისათვის (მკვრივი ფარულკრისტალური, ფაუნით მდიდარი კალციტიანი დანალექი ქანი), მარმარილოებისათვის (კირქვების მეტამორფული კრისტალური სახესხვაობა) და კარბონატიტებისათვის. კალციტით არის აგებული წვრილმარცვლოვანი და დისპერსიული ფხვიერი დანალექი ქანი — ცარცი. მონაწილეობს აგრეთვე მერგელების (თიხის შემცველი კირქვა), ქვიშაქვების და ტრავერტინების (ტრავერტინს ანუ ''კირტუფს'' უწოდებენ ნასვრეტოვან ქანებს, რომლებიც წარმოიშობა კალციუმით მდიდარი როგორც ცხელი, ისე ცივი მინერალური წყაროების დედამიწის ზედაპირზე გამოსვლის ადგილებში) აგებულებაშიც. კალციტი ჩნდება კალციუმის ჰიდროკარბონატის $[Ca(HCO_3)_2]$ შემცველი ხსნარებიდან, მათი დაშლის შედეგად წარმოშობილი კალციუმის კარბონატის ხარჯზე ($Ca(HCO_3)_2 \rightarrow CaCO_3 + H_2O + CO_2$). გამოქვაბულებში ნაპრალებიდან წყლის გამოყოფის დროს წნევის შემცირების გამო CO_2 გაზის სახით შორდება ნაერთს და დარჩენილი $CaCO_3$ ლოლუების მსგავსად დაეკიდება გამოქვაბულის ჭერზე ან ეცემა გამოქვაბულის ფსკერზე. ისეთ ნაწვეთოვან ფორმებს, რომლებიც ჩამოკიდებუ-

ლია გამოქვაბულის ჭერიდან ფსკერის მიმართულებით, სტალაქტიტებს უწოდებენ. ნაწვეთების დიდი ნაწილი, ხშირ შემთხვევაში, ჭერიდან საგებზე ვარდება და სტალაქტიტების ზუსტად საპირისპირო მხარეს აღიმართება — სხვადასხვა ზომისა და ფორმის სვეტების სახით — მათ სტალაგმიტები ჰქვია. ზოგჯერ სტალაქტიტები და სტალაგმიტები ერთდება და სტალაგნიტებს ქმნის.

კალციტი არის დაბალტემპერატურული ჰიდროთერმული წარმოშობის მინერალი კვარცთან, ბარიტთან, ფლუორიტთან, ლიმონიტთან, სიდერიტთან და სულფიდებთან ასოციაციაში. კალციტი, როგორც პირველადი მინერალი, ხშირად ავსებს ეფუზიურ ქანებში (ძირითადად ბაზალტებში) არსებულ პორებსა და სიცარიელეებს — არაგონიტთან, შაბაზიტთან, ტომსონიტთან, თიხებთან და ორგანულ მასალასთან ასოციაციაში. აქ ის ითვლება კრისტალიზაციის პროცესის სულ ბოლო პროდუქტად. კალციტი ხშირად გვხვდება ჰიდროთერმულ ძარღვებსა და მადნეულ სულფიდურ საბადოებში. კალციტი რამოდენიმე მმ-ის (ზოგჯერ რამოდენიმე სმ-ის) გამკვეთი ძარღვების სახით ვითარდება კირქვებში, მარმარილოებსა და ფიქლებში.

საბადოები. საქართველოში კალციტის საბადოები ცნობილია: ხარაგაულში, სამაჩაბლოში, ჭიათურაში, აფხაზეთში, კახეთში და სხვა. საზღვარგარეთის ქვეყნებიდან — სომხეთში, შუა აზიის ქვეყნებში, რუსეთში, ინგლისში, ისლანდიაში, საბერძნეთში, ჩეხეთში, საფრანგეთში; მსოფლიოში განთქმულია იტალიის მარმარილო (კარარის საბადოს თეთრი ფერის მარმარილო, წარმოშობილი ტრიასული ასაკის მკვრივი კირქვების მეტამორფიზმის ხარჯზე).

შეცვლა. ზედაპირულ პირობებში კალციტი არამდგრადი მინერალია, ადვილად იხსნება და წარმოშობს ფსევდო-

მორფოზებს კვარცის, ქალცედონის, ოპალის, პიროლუზიტის, ბარიტის, ფლუორიტის, გოგირდის მიმართ; ცნობილია კალციტის პარამორფოზები არაგონიტის მიმართ.

გამოყენება. კალციტის სუფთა გამჭვირვალე კრისტალები (ოპტიკური კალციტი) წარმოადგენს ძვირფას ნედლეულს ოპტიკური მრეწველობისათვის, კერძოდ, პოლარიზაციული მიკროსკოპისა და ხელსაწყოების დასამზადებლად. კირქვებს წარმატებით იყენებენ სამშენებლო საქმეში, სხვადასხვა მარკის პორტლანდცემენტის, ჩამქრალი კირის დასამზადებლად, ქიმიურ მრეწველობაში, სასუქების წარმოებაში, სითბოსაიზოლაციო მასალად, მეტალურგიაში (მადანთა ლღობის დროს იყენებენ ფოსფორითა და გოგირდით ღარიბ კირქვებს), მედიცინაში, სოფლის მეურნეობაში მავნე მწერების წინააღმდეგ საბრძოლველად (ბორდოს ხსნარი); ჩაუმქრალი კირი ქვიშასთან და ღორღთან შერევით გამოიყენება მშენებლობაში (წარმოადგენს მაღალხარისხოვან ბეტონს). პოლიგრაფიულ მრეწველობაში ხმარობენ ე.წ. ლითოგრაფიულ ქვებს, რომლებიც წარმოადგენს მკვრივ, ფარულკრისტალურ, ცალკეულ ფილებად დანაწილების უნარის მქონე კირქვებს. ცარცს ფართოდ იყენებენ საწერ და მათეთრებელ მასალად, პარფიუმერიის, რეზინისა და მრეწველობის სხვა დარგებში. ხმარობენ ნიადაგის ხარისხის გასაუმჯობესებლად (ნიადაგის კალცინაცია). კირქვებიდან და მარმარილოებიდან ამზადებენ მოსაპირკეთებელ ფილებს, სანახელავო ქვებს; იყენებენ შენობების ინტერიერის გასაფორმებლად, ელექტროტექნიკაში გამანაწილებელი ფარების დასამზადებლად და სხვ.

მაგნეზიტი, $MgCO_3$. Magnesit

სახელწოდება. სახელი დაერქვა ან მისი აღმოჩენის ადგილის, ქ. მაგნესიას მიხედვით (საბერძნეთი), ან მისი ქიმიური შედგენილობის (მაგნიუმის) გამო.

ქიმიზმი. მინერალის შედგენილობა ახლოსაა მის თეორიულ შედგენილობასთან. Mg = 47,8%, CO_2 =52,8%. მინარევების სახით თითქმის ყოველთვის შეიცავს: Fe, Mn, Ca. ქმნის უწყვეტ იზოვალენტურ იზომორფიზმს Fe_2-ით Mg^{2+} ჩანაცვლებისას.

ნაირსახეობები: ბრეინერიტი — რკინის შემცველი (Fe=9%), ჰისტიმეზიტი — სიდერიტში გარდამავალი სახესხვაობა.

სინგონია, სიმეტრიის კლასი, სივრცობრივი ჯგუფი. სინგონია. ტრიგონული. დიტრიგონული სკალენოედრის კლასი. $L_6^3\,3L^2\,3PC$; $\bar{3}2/m$.

კრისტალოგრაფია. იშვიათად გვხვდება რომბოედრული (10$\bar{1}$1) და პრიზმული იერის კრისტალების სახით. ჩვეულებრივ განვითარებულია ფარულკრისტალური, მსხვილ- და წვრილმარცვლოვანი მკვრივი მიწისებური მასების სახით. ცნობილია მაგნეზიტის ოოლითები, ბურთულისებრი წარმონაქმნები და კონკრეციები.

ფიზიკური თვისებები:

ფერი უფერო, თეთრი, რუხი, მოყვითალო, ყავისფერი.

ხაზის ფერი თეთრი.

ელვარება მინისებრი.

ტკეცვადობა (10$\bar{1}$1) სრული.

სიმაგრე 4.

ხვედრითი წონა 3 (იზრდება მინერალში რკინის შემცველობის ზრდის პროპორციულად).

მონატეხი საფეხურისებრი, ნიჟარისებრი.

არის გამჭვირვალე, HCl-ში იხსნება მხოლოდ გაცხელებით, მსხვრევადია, ჩაქუჩის დარტყმით ზოგჯერ ყვითლად ანათებს.

დიაგნოსტიკური ნიშნები. ადვილად გამოიცნობა ცივ განზავებულ HCl უხსნადობით (თითქმის არ რეაგირებს), ცხელ HCl-ში იხსნება დუღილით. მაგნეზიტის მკვრივი, თეთრი მასიური სახესხვაობა შეიძლება აგვერიოს კვარცში, რომლისგანაც განსხვავდება დაბალი სიმაგრით და რომბოედრის გასწვრივ სრული ტკეჩვადობით. მიაგავს დოლომიტს, რომლისგან განსხვავდება შედარებით მაღალი ხვედრითი წონით და კალციუმის ნაკლებობით; ხშირ შემთხვევაში საჭიროა სპეციალური ქიმიური და ოპტიკური კვლევები.

წარმოშობა. მაგნეზიტის სამრეწველო ტიპის საბადოები ჩნდება მაგნიუმით მდიდარი სილიკატური ქანების (ოლივინიტები, პიროქსენიტები, დუნიტები და სხვ.) ჰიდროთერმულ-მეტასომატური გამოფიტვის გზით — ბრონზიტთან, სერპენტინთან, ტალკთან, ქლორიტებთან ასოციაციაში. მაგნეზიტი შეიძლება წარმოიშვას ასევე კირქვებზე Mg მდიდარი ხსნარების ზემოქმედებით — კალციტთან, ბარიტთან, ქლორიტთან, პირიტთან, ქალკოპირიტთან და კვარცთან ასოციაციაში.

საბადოები. საქართველოში მაგნეზიტის საბადოები არ არის. საზღვარგარეთის ქვეყნებიდან ცნობილია რუსეთში (ურალი, ირკუტსკის მხარე), ჩინეთში, ავსტრალიაში, ჩეხოსლოვაკიაში, კანადაში, საბერძნეთში, ავსტრია, აშშ (ნევადის შტატი) და სხვ.

გამოყენება. მაგნეზიტი არის ძვირფასი ნედლეული მაღალხარისხოვანი ცეცხლგამძლე აგურების, ელექტროიზოლატორებისა და ცემენტის დასამზადებლად; მეტალური მაგნიუმისა და სხვადასხვა ქიმიური ნაერთების მისაღებად რეზინის, შაქრისა და ქაღალდის წარმოებაში. ხმარობენ მშენებლობაში ბათქაშისათვის და სხვ.

სიდერიტი, $FeCO_3$. Siderit

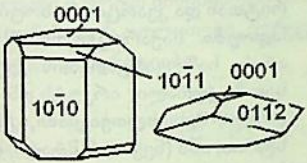
სახელწოდება: ბერძ. '' სიდეროს" რკინას ნიშნავს.

ქიმიზმი: მინერალის შედგენილობა იშვიათად პასუხობს მის ფორმულას. Fe=48,25. იზომორფული მუდმივი მინარევების სახით შეიცავს Mg^{2+} და Mn^{2+}-ს, იშვიათად — Ca, Zn, Co. სიდერიტი წარმოადგენს სიდერიტ- მაგნეზიტის იზომორფული რიგის კიდურა წევრს.

ნაირსახეობები: სფეროსიდერიტი—ბურთულისებრი, $MnCO_3$-ის შემცველი სიდერიტი (Mn=~40%); სიდეროპლეზიტი—მაგნიუმის შემცველი სიდერიტი.

სინგონია, სიმეტრიის კლასი, სივრცობრივი ჯგუფი. ტრიგონული. დიტრიგონული სკალენოედრის კლასი. $L_6^3\ 3\ L^2\ 3PC;\ \bar{3}2/m$.

კრისტალოგრაფია. იშვიათად გვხვდება რომბოედრული (10$\bar{1}$1) იერის კრისტალების სახით ნაკლებად განვითარებული (01$\bar{1}$2), (02$\bar{2}$1) წახნაგებით (სურ. 72). სიდერიტისათვის დამახასიათებელია კრისტალთა უნაგირისებური ფორმები, მკვრივი, მასიური, მიწისებური სქელ- და თხელფირფიტოვანი აგრეგატები. გვხვდება ოოლითებისა და სხივოსნური, სფეროსებრი კონკრეციების სახით. ხშირად გაჭუჭყიანებულია თიხისა და კაჟმიწის ნანართებით.



სურ. 72. სიდერიტის კრისტალები

ფიზიკური თვისებები:

ფერი ღია და მუქი ყავისფერი, მოყვითალო ყავისფერი, მოწითალო-ყავისფერი, რუხი, მოყვითალო-რუხი, მწვანე, ნაცრისფერი.

ხაზის ფერი თეთრი.

ელვარება მინისებრი, ტკეჩვადობის სიბრტყეზე — სადაფის.

ტკეჩვადობა $(10\bar{1}1)$ მიმართ სრული.

სიმაგრე 4.

ხვედრითი წონა 4 (ხვედრითი წონა მცირდება Mn და Mg მინარევების გაზრდის შემთხვევაში).

მონატეხი საფეხურისებრი.

მსხვრევადია და გამჭვირვალე. HCl მოქმედებისას კალციტისაგან განსხვავებით ახასიათებს სუსტი შიშინი.

დიაგნოსტიკური ნიშნები. ადვილად გამოიცნობა სრული ტკეჩვადობით, რუხი-მოყვითალო ფერით, გახურებისას იძენს ძლიერ მაგნიტურ თვისებებს, ცივ HCl-ში იხსნება ნელა, ცხელში-სწრაფად, დუღილით. მიაგავს სფალერიტს, რომლისგან განსხვავდება რომბოედრის გასწვრივ სრული ტკეჩვადობით. სიდერიტი HCl წვეთის მოქმედებით ყვითლდება, წარმოიქმნება $FeCl_3$ ნალექი.

წარმოშობა. სიდერიტი არის ჰიდროთერმული წარმოშობის ძარღვის მინერალი პირიტთან, ქალკოპირიტთან, ვერცხლთან, თუთიასთან და ქლორიტებთან ასოციაციაში. ხშირად გვხვდება პოლიმეტალურ საბადოებში მეტასომატური სხეულებისა და ძარღვების სახით. არის მეტამორფული წარმოშობის მინერალი, გაჩენილი რკინის დანალექი საბადოების მეტამორფიზმის ხარჯზე. ასევე რკინით მდიდარი ხსნარებით კირქვების მეტასომატური ჩანაცვლების შედეგად.

საბადოები. საქართველოში სიდერიტის საბადოები არ არის. ტყიბულ-შაორის ნახშირიანი წყების თავზე ცნობილია სიდერიტის კონკრეციების მადანგამოვლინება, რომელიც სადღეისოდ სათანადოდ არ არის შესწავლილი. საზღვარგარეთის ქვეყნებიდან ცნობილია რუსეთში (სამხრეთი ურალი), ავსტრიაში, ინგლისში, ირლანდიაში, გრენლანდიაში, ესპანეთში, ალჟირში და სხვ.

შეცვლა. სიდერიტი ადვილად იჟანგება და გადადის რკინის ჟანგებსა და ჰიდროჟანგებში; პროცესი მთავრდება ე.წ. ,,რკინის ქუდების" წარმოქმნით. სიდერიტი ადვილად იშლება. შეცვლის საბოლოო პროდუქტებია ჰემატიტი, რკინის სილიკატები და სულფიდები.

გამოყენება. სიდერიტი ფოსფორისა და გოგირდის მავნე მინარევების გარეშე არის რკინის ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი მადანი.

როდოქროზიტი, $MnCO_3$, Rhodochrosit.

სახელწოდება. სახელი დაერქვა ორი ბერძნული სიტყვის მიხედვით: ''როდონ''— ვარდი; ''ქროს''— ფერი (მინერალის ვარდისფრად შეფერილობის გამო).

ქიმიზმი. Mn=47%. მანგანუმი ანაცვლებს რკინას, შესაბამისად წარმოიშობა მყარი ხსნარების სრული იზომორფული რიგი — სიდერიტამდეც კი. ადგილი აქვს Mn და Ca შორის იზომორფიზმს — თუმცა ძლიერ შეზღუდულად.

ნაირსახეობა. ტარასპიტი — ღია მწვანე როდოქროზიტი.

სინგონია, სიმეტრიის კლასი, სივრცობრივი ჯგუფი. ტრიგონული. დიტრიგონული სკალენოედრის კლასი. $L_6^3\ 3\ L^2\ 3PC$; $\bar{3}2/m$.

კრისტალოგრაფია. კრისტალების სახით იშვიათია. ქმნის მკაფიოდ გამოსახულ რომბოედრული იერის ($10\bar{1}1$) კრისტალებს. ძირითადად წარმოდგენილია მასიური, უხეშმარცვლოვანი, კრისტალურმარცვლოვანი და მკვრივი მასების სახით. ზოგჯერ გვხვდება თირკმლისებრი, რადიალურ-ზონალური სფეროლითების, ოოლითების და კონკრეციების, ჩხირისებრი ფარულკრისტალური მასების სახით. ქმნის ფსევდომორფოზებს ძირითადად კალციტის, იშვიათად კვარცის მიმართ.

ფიზიკური თვისებები:

ფერი ვარდისებრი, ვარდისებრ წითელი (სალი კრისტალებისა და უხეშმარცვლოვანი ნაირსახეობებისათვის, შავი (დაჟანგული ნაირსახეობებისათვის), რუხი მონაცრისფრო.

ხაზის ფერი თეთრი.

ელვარება მინისებრი.

ტკეჩვადობა (10$\bar{1}$1) სრული.

სიმაგრე 3,5–4.

ხვედრითი წონა. 3,6 (იცვლება Fe და Ca შემცველობის შესაბამისად).

მონატეხი საფეხურისებრი.

მსხვრევადია, ცივ HCl იხსნება ნელა, გახურებით ინტენსიურად; გამჭვირვალეა.

დიაგნოსტიკური ნიშნები. ადვილად გამოიცნობა ვარდისებრი ფერით და სრული ტკეჩვადობით, დაბალი სიმაგრით, ცივ HCl ნელი ხსნადობით, თბილში — დუღილით. მიაგავს როდონიტს ($Mn,Fe,Mg,Ca)[SiO_3]$, რომლისგან განსხვავდება დაბალი სიმაგრით და HCl რეაქციით.

წარმოშობა. როდოქროზიტი იშვიათი მინერალია. ის დაბალი და საშუალო ტემპერატურული ჰიდროთერმული წარმოშობის მინერალია — ვერცხლის, თუთიის, ტყვიის და სპილენძის სულფიდურ მადნებში; ჩნდება დანალექ მანგანუმის საბადოებშიც.

საბადოები. საქართველოში როდოქროზიტი ცნობილია ჭიათურაში. საზღვარგარეთის ქვეყნებიდან: რუსეთში (ბურიატიის ასსრ, ურალი), აშშ (ბიუტასა და მონტანას შტატები), ინგლისში, ალჟირში, საფრანგეთში და სხვ.

გამოყენება. როდოქროზიტი შეიძლება გამოყენებულ იქნეს როგორც მანგანუმის მეორეხარისხოვანი მადანი. ფოსფორით გაღარიბებულ როდოქროზიტის შემცველ მადნებს ხმარობენ ფერომანგანუმის გამოსადნობად. იხმარება დეკორატიული მიზნებისათვისაც.

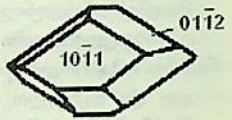
სმიტსონიტი, $ZnCO_3$. Smithsonit

სახელწოდება. სახელი დაერქვა ინგლისელი ქიმიკოსის და მინერალოგის, ჯეიმს სმიტსონის პატივსაცემად (მან მინერალის ბაზაზე ვაშინგტონში შექმნა სმიტსონის ინსტიტუტი).

ქიმიზმი. Zn=64,90%; ხშირად ანაცვლებს: Co, Ge, Fe^{2+}, Mn, Cd, Mg.

სინგონია, სიმეტრიის კლასი, სივრცობრივი ჯგუფი. ტრიგონული. დიტრიგონული სკალენოედრის კლასი. $L_6^3 3\,L^2\,3PC$; $\bar{3}2m$.

კრისტალოგრაფია. კარგად განვითარებული კრისტალები იშვიათია. ჩვეულებრივ გვხვდება რომბოედრული ან სკალენოედრული კრისტალების სახით (სურ. 73). განვითარებულია ნადენი ფორმებიც: სტალაქტიტების, ქერქების, მიწისებრი მასების, კონცენტრულ-ზონალური, ფარულკრისტალური და სხივოსნური აგრეგატების სახით. ხშირად ქმნის ფსევდომორფოზებს კალციტისა და დოლომიტის მიმართ.



სურ. 73 .სმიტსონიტის კრისტალი

ფიზიკური თვისებები:

ფერი. სუფთა სმიტსონიტი უფეროა, თეთრი, აქვს მომწვანო-ცისფერი (Cu მინარევებით), მოყვითალო (Cd მინარევებით), ვარდისფერი (Co მინარევებით), ლურჯი, ყავისფერი და სხვ.

ხაზის ფერი თეთრი.

ელვარება მინისებრი.

ტკეჩვადობა (1010) მიმართ სრული.

სიმაგრე 4—4.5.

ხვედრითი წონა 4.30—4.45.

დიაგნოსტიკური ნიშნები. ადვილად იხსნება ცივ მარილის სიმჟავეში, სხვა კარბონატებისაგან განსხვავებით გამოირჩევა დიდი სიმაგრით, მომატებული ხვედრითი წონით, სხვადასხვა ფერის მტევნისებრი ფორმებითა და ქერქებით.

წარმოშობა. სმიტსონიტი არის ეკზოგენური წარმოშობის მეორადი მინერალი. ჩნდება პოლიმეტალური სულფიდური საბადოების დაჟანგვის ზონაში — ძირითადად სფალერიტის გამოფიტვის ხარჯზე — ცერუსიტთან, მალაქიტთან და ლიმონიტთან ასოციაციაში.

საბადოები. საქართველოში სმიტსონიტის საბადოები არ არის. საზღვარგარეთის ქვეყნებიდან ცნობილია ყაზახეთში (ტურლანის საბადო), რუსეთში (ჩიტის ოლქი), ჩეხოსლოვაკიაში, მექსიკაში, საბერძნეთში, აშშ (კოლორადოს შტატი, ლედვილის საბადო) და სხვ.

გამოყენება. სმიტსონიტი არის თუთიის ერთ-ერთი მადანი, იშვიათად ხმარობენ დეკორატიულ მასალადაც.

არაგონიტის ჯგუფი

არაგონიტის ჯგუფის მინერალების კრისტალურ სტრუქტურაში, კალციტის სტრუქტურისაგან განსხვავებით, Ca და $[CO_3]$ ატომების განლაგება უმჭიდროეს ჰექსაგონურ წყობას უახლოვდება. სტრუქტურა შედგება $[CO_3]$ ბრტყელი სამკუთხედების ჯგუფებისაგან, რომლებიც განლაგებულია [001] სიბრტყის პარალელურად. არაგონიტის სტრუქტურაში $[CO_3]$ თითოეული ჯგუფი იმყოფება Ca ექვს ატომს შორის და განლაგებულია ისეთნაირად, რომ ჟანგბადის თითოეული ატომი დაკავშირებულია კალციუმის 3 ატომით, ამასთან, კალციუმი ჟანგბადის მიმართ იმყოფება ცხრამაგ კოორდინაციაში.

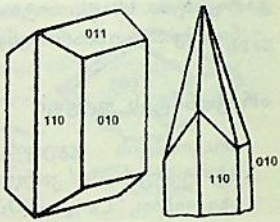
არაგონიტი, $CaCO_3$. Aragonit

სახელწოდება. სახელი დაერქვა მისი აღმოჩენის ადგილის, არაგონის (ესპანეთი) მიხედვით.

ქიმიზმი. Ca=56%; მინარევების სახით მცირე რაოდენობით შეიცავს: Sr (4%-მდე) და Pb. არის კალციტის პოლიმორფული მოდიფიკაცია.

სინგონია, სიმეტრიის კლასი, სივრცობრივი ჯგუფი. რომბული. რომბული ბიპირამიდის კლასი. $3L^2$ 3PC; 2/m2/m2/m.

კრისტალოგრაფია. ხასიათდება კრისტალურ ფორმათა მრავალფეროვნებით. განვითარებულია ვერტიკალური პრიზმები (სურ. 74, ტაბ. 5.5), გვხვდება სხივოსნური, სვეტისებრ-ფსევდოჰექსაგონური იერის კრისტალები. ხშირად წარმოდგენილია ქერქების, თირკმლისებრი, რადიალურ-ბოჭკოვანი, კონცენტრულ-ზონალური კრისტალების, ნადენი ფორმების სტალაქტიდებისა და სტალაგმიტების, ოოლითებისა და მკვრივი მასების სახით. ახასიათებს შუბისებრი ფორმის კრისტალები და მრჩობლები. ხშირია კალციტის ფსევდომორფოზები არაგონიტის მიმართ.



სურ. 74 . არაგონიტის კრისტალები

ფიზიკური თვისებები:

ფერი. სუფთა არაგონიტი თეთრია, უფერო. თოვლივით-თეთრი, მინარევების გამო იძენს რუხ, მოყვითალო, ცისფერ, მწვანე, ვარდისფერ შეფერილობას.

ხაზის ფერი თეთრი.

ელვარება მინისებრი, მონატეხზე — ცხიმისებრი.

ტკეჩვადობა ნათლად გამოხატული (010) და სუსტი (110) მიმართ.

სიმაგრე 3.5–4.

ხვედრითი წონა 2.9–3.

მონატეხი ნახევრად ნიჟარისებრი.

კალციტის მსგავსად იხსნება ცივ HCl შიშინით—CO_2 -ის გამოყოფით, მსხვრევადია.

დიაგნოსტიკური ნიშნები. არაგონიტი ძალიან მიაგავს კალციტს. განსხვავდება კრისტალთა ფორმებით, შედარებით სუსტი ტკეჩვადობით და მეიგენის რეაქციით (იხ.კალციტი). ძალიან მიაგავს სხივოსნური აგებულების ცეოლითებს, რომლებისაგან HCl რეაქციით განსხვავდება.

წარმოშობა. არაგონიტი კალციტთან შედარებით ნაკლებ გავრცელებული მინერალია. ჩნდება მადნეული საბადოების ჟანგვისა და გამოფიტვის ზონაში, ილექება ცხელი წყლებიდან — გეიზერებიდან. ჰიდროთერმული წარმოშობის არაგონიტი ხშირად გვხვდება მაგმური ეფუზიური ქანების (განსაკუთრებით ბაზალტების) პორებსა და სიცარიელეებში კალციტთან და ცეოლითებთან ასოციაციაში. მისი წარმოშობა დაკავშირებულია ბიოგენურ და დანალექ ქემოგენურ პროცესებთან — თვითნაბად გოგირდთან, თაბაშირთან და ცელესტინთან ასოციაციაში, მონაწილეობს ცოცხალი ორგანიზმების — მოლუსკების ნიჟარებისა და ცხოველთა ძვლების აგებულებაში. არის მარგალიტის ძირითადი შემადგენელი მინერალი. მონაწილეობს მეტამორფული ქანების — გლაუკოფანიანი კრისტალური ფიქლების აგებულებაში.

საბადოები. არაგონიტი დამოუკიდებელი საბადოების სახით იშვიათია. ის გვხვდება კირქვების გავრცელების ზონაში (ჭიათურის რაიონი). სამხრეთ საქართველოს ვულკანურ მთიანეთში (ბაზალტებისა და დოლერიტების სიცარიელეებში, კალციტთან, შაბაზიტთან, ტომ-

სონიტთან და პუმპელიტთან ასოციაციაში). საზღვარგარეთის ქვეყნებიდან: რუსეთში (ურალი), უზბეკეთში, საფრანგეთში, ესპანეთში, ჩეხეთი (კარლოვი-ვარის წყაროები), ინგლისში, აშშ (ნიუ მექსიკის შტატი) და სხვ.

გამოყენება. არაგონიტის სხივოსნური, ზოლებრივ-კონცენტრული აგრეგატი ონიქსი გამოიყენება, როგორც იაფი დეკორატიული სანახელავო ქვა.

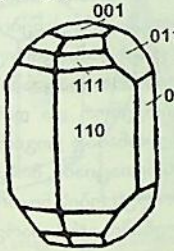
სტრონციანიტი, $SrCO_3$. Strontianit

სახელწოდება. მინერალს სახელი დაერქვა ქ. სტრონშიანის მიხედვით (შოტლანდია), სადაც ის პირველად იქნა აღმოჩენილი.

ქიმიზმი. SrO=70,2%, CO_2=29,8%. მინერალის სტრუქტურაში Sr შეიძლება ჩაანაცვლოს Ca.

სინგონია, სიმეტრიის კლასი, სივრცობრივი ჯგუფი. რომბული. რომბული ბიპირამიდის კლასი. $3L^2$ 3PC; 2/m2/m2/m.

კრისტალოგრაფია. კრისტალების სახით იშვიათია. გვხვდება კასრისებრი, ნემსისებრი და მოკლე პრიზმული ფსევდოჰექსაგონური იერის კრისტალები (სურ. 75). დამახასიათებელია მასიური, მარცვლოვანი, ბოჭკოვანი აგრეგატები. ახასიათებს მრჩობლები — ჩვეულებრივ პოლისინთეზური (110) მიმართ.



სურ. 75. სტრონციანიტის კრისტალი

ფიზიკური თვისებები:

ფერი თოვლივით თეთრი, რუხი, მოყვითალო, მომწვანო, მომწვანო - ყავისფერი.

ხაზის ფერი თეთრი.

ელვარება მინისებრი, მონატეხზე — ცხიმისებრი.

ტკეჩვადობა (110) მიმართ თითქმის სრული.
სიმაგრე 3.5–4.
ხვედრითი წონა 3.7.
მონატეხი უსწორმასწორო, ნახევრად ნიჟარისებრი.
დიაგნოსტიკური ნიშნები. ადვილად — შიშინით იხსნება ცივ განზავებულ HCl-ში, მიაგავს კალციტსა და არაგონიტს. მათგან განსხვავდება ხვედრითი წონით და ალის მოწითალო შეფერვით. თუ სტრონციანიტზე HCl მოქმედების შემდეგ მიღებულ განზავებულ ხსნარზე გოგირდის სიმჟავეს დავუმატებთ — მიიღება სტრონციუმის სულფატი. ეს უკანასკნელი ძლიერი გახურებისას ქმნის ტოტისებურ ფორმებს და იფერება ჟოლოსფრად. სტრონციანიტი ძალიან მიაგავს ცელესტინს — მისგან განსხვავდება სრული ტკეჩვადობით და მჟავეებში დუღილით.
წარმოშობა. სტრონციანიტი არის ძირითადად ეკზოგენური წარმოშობის მინერალი. გვხვდება დანალექი ქანების ძარღვებსა და ნაპრალებში. ქმნის კონკრეციებს თაბაშირთან და ცელესტინთან ასოციაციაში. სტრონციანიტი არის ტიპური დაბალტემპერატურული ჰიდროთერმული მინერალი, როგორც წესი, ბარიტთან, ცელესტინთან და კალციტთან ასოციაციაში. მონაწილეობს კირქვებსა და თიხებში კონკრეციული ჩანართების სახით. იშვიათად გვხვდება მაგმურ ქანებში. არის ცელესტინის დაშლის პროდუქტი.
საბადოები. საქართველოში ცელესტინის საბადოა ახალციხეში (წნისის საბადო). საზღვარგარეთის ქვეყნებიდან: რუსეთში (ურალი), გერმანიაში (გამის საბადო), შოტლანდიაში, ინგლისში, ესპანეთში და სხვ.
გამოყენება. გამოიყენება Sr-ისა და სტრონციუმის ნაერთების მისაღებად. იყენებენ შაქრის მრეწველობაში (რაფინირებისათვის), ქიმიურ მრეწველობაში, პიროტექნიკაში, სამხედრო რაკეტებში და სხვ.

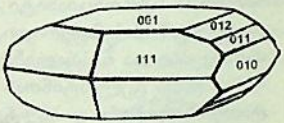
ცერუსიტი, $PbCO_3$. Cerussit.

სახელწოდება. ბერძნული ''ცერუსა'' ბელილას, ტყვიისებრ თეთრ მადანს, თეთრ ტყვიას ნიშნავს.

ქიმიზმი. Pb=77,5%. მინარევების სახით შეიცავს: Sr, Zn, Ca; მინერალის შედგენილობა ძალიან ახლოსაა მის თეორიულ ფორმულასთან.

სინგონია, სიმეტრიის კლასი, სივრცობრივი ჯგუფი. რომბული. რომბული ბიპირამიდის კლასი. $3L^23PC$; 2/m2/m2/m.

კრისტალოგრაფია. ხშირად ქმნის ფსევდოჰექსაგონური ბიპირამიდული და ფირფიტისებრი იერის კრისტალებს. (სურ. 76). გვხვდება ნემსისებრი, ჩხირისებრი, ბოჭკოვანი, მასიური, მარცვლოვანი და ფარულკრისტალური მიწისებრი მასების სახით. ხშირია ნადენი ფორმებიც — ქერქები და წანაცხებები. თითქმის ყოველთვის ივითარებს მრჩობლებს (110) მიმართ.



სურ. 76. ცერუსიტის კრისტალი

ფიზიკური თვისებები:

ფერი. სუფთა ცერუსიტი უფეროა და თოვლივით თეთრი. მინარევების გამო იძენს მუქ ფერებს (ძირითადად ლურჯს).

ხაზის ფერი თეთრი.

ელვარება ალმასისებრი.

ტკეჩვადობა (110) და (021) მიმართ კარგი.

სიმაგრე 3—3.5.

ხვედრითი წონა 6.58.

მონატეხი ნიჟარისებრი.

დიაგნოსტიკური ნიშნები. ადვილად გამოიცნობა თეთრი ფერით, ალმასისებრი ელვარებით, დიდი ხვედრითი წონით და დაბალი სიმაგრით (დანით ადვილად იჭრება), HNO_3 იხსნება შიშინით. დამსხვრევისას გამოსცემს ხმას.

წარმოშობა. ცერუსიტი არის ტიპური ეკზოგენური წარმოშობის მეორადი მინერალი. ჩნდება ტყვია-თუთიის საბადოების დაჟანგვის ზონაში — გალენიტის და ანგლეზიტის გამოფიტვის ხარჯზე. ახასიათებს ზონალურ-კონცენტრული აგებულება, რომლის ბირთვში ხშირად მონაწილეობს საღი გალენიტი. სულფიდების დაჟანგვის საწყის ეტაპზე ჩნდება ანგლეზიტი ($PbSO_4$), რომელიც მომდევნო ეტაპზე გადადის ცერუსიტში. მისი თანმხლები მინერალებია: დოლომიტი, მალაქიტი, სმიტსონიტი, ანგლეზიტი და სხვ. მეორადი მინერალები.

საბადოები. საქართველოში ცერუსიტის საბადოები არ არის. საზღვარგარეთის ქვეყნებიდან ცნობილია რუსეთში (ალტაის მხარე, ურალი, იმიერბაიკალეთი), ყაზახეთში (ტურლანის საბადო), ავსტრალიაში, გერმანიაში, ნამიბიაში, აშშ (პენსილვანიისა და კოლორადოს შტატები).

შეცვლა. ცერუსიტი ხშირად ქმნის სრულ ფსევდომორფოზებს კალციტის, გალენიტის, ანგლეზიტის, სფალერიტის, პიროლუზიტისა და კვარცის მიმართ.

გამოყენება. არის ტყვიის ერთ-ერთი მადანი.

დოლომიტის ჯგუფი

დოლომიტის კრისტალური სტრუქტურა კალციტის სტრუქტურის ანალოგიურია. ის წარმოიქმნება კალციტში Ca ატომების ორვალენტოვანი ელემენტებით — ძირითადად Mg და Fe ატომებით (იშვიათად Mn) ჩანაცვლების გზით.

დოლომიტის ჯგუფის მინერალებია: საკუთრივ დოლომიტი ($CaMg[CO_3]_2$), ანკერიტი ($Ca(Mg,Fe)[CO_3]_2$) და კუტნაგორიტი ($CaMn[CO_3]_2$). მათგან მხოლოდ დოლომიტს განვიხილავთ.

დოლომიტი, $CaMg\,[CO_3]_2$. Dolomit

სახელწოდება. სახელი დაერქვა ფრანგი გეოლოგის, დ. დოლომიეს პატივსაცემად.

ქიმიზმი. მინერალის შედგენილობა ახლოს არის მის თეორიულ შედგენილობასთან — CaO=30,41%, MgO=21.86%; ბუნებრივ დოლომიტებში Ca:Mg შორის დამოკიდებულება შეადგენს 58:42. მინარევების სახით შეიცავს Fe, Mn, Pb, Ca და სხვ. ადგილი აქვს იზომორფიზმის მოვლენებს. Mg-ს ჩვეულებრივ ენაცვლება Fe-მყარი ხსნარების უწყვეტი რიგის წარმოქმნით.

სინგონია, სიმეტრიის კლასი, სივრცობრივი ჯგუფი. ტრიგონული. რომბოედრის კლასი. $L_6^3\,C;\,\bar{3}$.

კრისტალოგრაფია. ჩვეულებრივ დამახასიათებელია რომბოედრული (101) ჰაბიტუსის კრისტალები — პრიზმული წახნაგების ინდექსით ($11\bar{2}0$), იშვიათია რომბოედრისა და ბაზოპინაკოიდის კომბინაცია. გვხვდება ფირფიტისებრი კრისტალები ჰორიზონტალური შტრიხებით. განვითარებულია თირკმლისებრი, მიწისებური მასების, პიზოლითების, მსხვილ- და წვრილკრისტალურმარცვლოვანი აგრეგატების სახით. ქმნის პოლისინთეზურ მრჩობლებს — (0001), ($10\bar{1}0$), ($11\bar{2}0$) მიმართ.

ფიზიკური თვისებები:

ფერი. ახასიათებს ნაირფერობა. სუფთა დოლომიტი უფეროა ან თეთრი, მინარევების გამო იძენს რუხ, მომწვანო-მოყვითალო, ვარდისფერ, მუქ ყავისფერ, მოწითალო და შავ ფერებს.

ხაზის ფერი თეთრი.

ელვარება მინისებრი.

ტკეჩვადობა ($10\bar{1}1$) მიმართ ფრიად სრული, კალციტის მსგავსად სამი მიმართულებით.

სიმაგრე 3.5—4.

ხვედრითი წონა 2.5-დან (სუფთა დოლომიტისათვის) 3.02-მდე (რკინით მდიდარი სახესხვაობებისათვის).

მონატეხი საფეხურისებრი, ნიჟარისებრი.

დიაგნოსტიკური ნიშნები. დოლომიტი მიაგავს კალციტს. მისგან განსხვავდება HCl ნელი ხსნადობით (ცხელ HCl იხსნება შედარებით კარგად), კრისტალთა უნაგირისებური შენაზარდებით და პოლისინთეზური მრჩობლებით.

წარმოშობა. დოლომიტები წარმოიშობა დანალექ-ქემოგენური გზით ზღვის წყლიდან უშუალო გამოლექვით — ჰალოგენიდებთან, თაბაშირთან და ანჰიდრიდთან ასოციაციაში. დოლომიტების ძირითადი მასა მეორადი წარმოშობისაა — მოცემულ შემთხვევაში ისინი კირქვების დოლომიტიზაციის პროდუქტებს წარმოადგენს. პროცესი მიმდინარეობს კირქვებზე Mg მდიდარი ხსნარების ზემოქმედებით. დოლომიტები გვხვდება ასევე საშუალო და დაბალტემპერატურულ ჰიდროთერმულ ძარღვებში — ბარიტთან, კალციტთან, ფლუორიტთან, სიდერიტთან, კვარცთან და სულფიდებთან ასოციაციაში. დოლომიტი წარმოადგენს მაგნიუმით მდიდარი ფუძე და ულტრაფუძე ქანების შეცვლის პროდუქტს. მეტამორფული გადაკრისტალებისას ქმნის დოლომიტიან მარმარილოებს.

საბადოები. საქართველოში დოლომიტის საბადოებია: ქუთაისის მიდამოებში, აფხაზეთში (კვეზანი), (ქარელის რაიონში (აბანო) და სხვ. საზღვარგარეთის ქვეყნებიდან: რუსეთში (ურალი), ყაზახეთში (ბალხაშის ტბის მიდამოები), შვეიცარიაში, ინგლისში და სხვ.

შეცვლა. დანალექი დოლომიტების ხარჯზე, მეტამორფიზმის გზით ხშირად ჩნდება დოლომიტიანი მარმარილოები.

გამოყენება. დოლომიტი არის ძვირფასი ნედლეული მეტალური Mg და Mg ჟანგის მისაღებად, ცეცხლგამძლე აგურების დასამზადებლად, მსუბუქი ბეტონის შემავსე-

ბელ მასალად. ხმარობენ ფლუსებად მეტალურგიაში, ცემენტის დასამზადებლად, როგორც ძვირფას სამშენებლო და დეკორატიულ ქვას; სოფლის მეურნეობაში — მჟავე ნიადაგის დოლომიტის ფქვილით გაკირიანებისას. დოლომიტის გამჭვირვალე შეფერილი კრისტალები გამოიყენება საიუველირო მორთულობების დასამზადებლად.

მონოკლინური კარბონატები $[OH]^-$ ჯგუფით

ამ ჯგუფიდან განვიხილავთ ბუნებაში ფართოდ გავრცელებულ სპილენძის კარბონატებს: მალაქიტსა და აზურიტს.

მალაქიტი, $Cu_2[CO_3][OH]_2$, Malachit

სახელწოდება. სახელი დაერქვა მისი ბალახისებრ-მწვანე ფერის გამო (ბერძ. ''მალახე'' ბალბას ნიშნავს).

ქიმიზმი. მინერალის შედგენილობა თითქმის პასუხობს მის თეორიულ შედგენილობას. CuO= 71.95%, Cu=57%, CO_2=19.9%, H_2O= 8.24%. მინარევების სახით ზოგჯერ შეიცავს Zn.

ნაირსახეობა. სპილენძის მწვანე — მიწისებრი მალაქიტი.

სინგონია, სიმეტრიის კლასი, სივრცობრივი ჯგუფი. მონოკლინური. პრიზმის კლასი. L^2PC; 2/m.

კრისტალოგრაფია. მალაქიტი იშვიათად ქმნის გრძელ და მოკლეპრიზმულ ნემსისებრი იერის კრისტალებს. ძირითადად გვხვდება ბოჭკოვანი, სხივოსნური და მარცვლოვანი აგრეგატების სახით.

ქმნის ნაღვენთ ფორმებს, წანაცხებებს, ქერქებს და თირკმლისებრ წარმონაქმნებს ზონალურ-კონცენტრული აღნაგობით (ტაბ. 5.6). დამახასიათებელია მრჩობლები (შემრჩობლების სიბრტყე 100).

ფიზიკური თვისებები:

ფერი ბალახივით მწვანე, ბაცი მწვანე, მუქი მწვანე.

ხაზის ფერი ბაცი მწვანე.

ელვარება. კრისტალებისათვის — ალმასისებრი მინისებრამდე, ბოჭკოვანი სახესხვაობებისათვის—აბრეშუმისებრი, მინისებური სახესხვაობები — მქრქალი.

ტკეჩვადობა (201)-ის მიმართ სრული.

სიმაგრე 3.5—4.

ხვედრითი წონა 4.

მონატეხი მკვრივი მასებისათვის ნახევრად ნიჟარისებრი.

მალაქიტი გამჭვირვალეა, ნახევრად გამჭვირვალე, ადვილად იხსნება HCl -ში, მსხვრევადია.

დიაგნოსტიკური ნიშნები. მალაქიტი ადვილად გამოიცნობა ფერით, ზოლებრივ-კონცენტრული აღნაგობით, ნაღვენთი ან თირკმლისებრი ფორმის აგრეგატებით, განზავებულ ცივ მარილის სიმჟავეში იხსნება დუღილით CO_2 -ის გამოყოფით. ხსნარი იფერება მწვანე ფერებში. გახურებისას კარგავს წყალს. 590^0 C ტემპერატურაზე გადადის ტენორიტში (CuO). ადვილად გამოიცნობა აზურიტთან ასოციაციით.

წარმოშობა. მალაქიტი არის ფართოდ გავრცელებული ჰიპოგენური წარმოშობის მინერალი. ის ჩნდება პირველადი სპილენძის შემცველი სულფიდური საბადოების დაჟანგვის ზონაში და ყოველთვის ვითარდება ზონის ზედა ნაწილებში. ხშირად მონაწილეობს კუპრიტთან, ქალკოზინთან, ლიმონიტთან, ასევე ტყვიისა და თუთიის მეორად მინერალებთან ასოციაციაში.

საბადოები. საქართველოში მალაქიტის საბადოები არ არის. საზღვარგარეთის ქვეყნებიდან მალაქიტის მსოფლიო მნიშვნელობის საბადოებია: რუსეთში (ურალზე — გუმეშევისა და მედნორუდიანსკის საბადოები. გუმეშევის საბადოზე ნანახი იქნა მალაქიტის 1.5 ტონიანი ბელ-

ტი, რომელიც ამჟამად სანკტ-პეტერბურგის სამთო ინსტიტუტის მუზეუმში ინახება), ავსტრალიაში, აფრიკაში (ნამიბიისა და ზაირის რესპუბლიკები) და სხვ.

შეცვლა. დედამიწის ზედაპირზე მალაქიტი ხშირად ქმნის ფსევდომორფოზებს თვითნაბადი სპილენძის, კუპრიტის, ცერუსიტისა და აზურიტის მიმართ.

გამოყენება. მალაქიტი გამოიყენება როგორც ძვირფასი სანახელაო და დეკორატიული ქვა. ურალის მალაქიტით არის მოპირკეთებული მონუმენტური ნაგებობები: ისაკის ტაძრის სვეტები და ზამთრის სასახლის მალაქიტის დარბაზი სანკტ-პეტერბურგში. ხმარობენ მწვანე საღებავების და ვაზების დასამზადებლად, სხვადასხვა ზარდახშებისა და ლარნაკების მოსაპირკეთებლად; წარმოადგენს პირველადი სპილენძის მინერალების ძებნის კრიტერიუმს. არის სპილენძის მეორეხარისხოვანი მადანი.

აზურიტი, $Cu_3[CO_3]_2[OH]_2$ Azurit

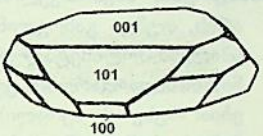
სახელწოდება. სახელი დაერქვა მისი ლურჯი ფერის გამო ან არაბული სიტყვიდან ''ლაზავარდ'', ან სანსკრიტული სიტყვიდან ''აზურა'', რაც ცისფერს, ლაჟვარდს ნიშნავს.

ქიმიზმი. Cu=55.2%. მინერალის შედგენილობა ახლოსაა მის ფორმულასთან. ჩვეულებრივ ქიმიურად სუფთაა, ზოგჯერ შეიცავს Au მინარევებს.

ნაირსახეობა. სპილენძის ლურჯა — მიწისებრი აზურიტი.

სინგონია, სიმეტრიის კლასი, სივრცობრივი ჯგუფი. მონოკლინური. პრიზმის კლასი. L^2PC; 2/m.

კრისტალოგრაფია. აზურიტისათვის დამახასიათებელია ფირფიტისებრი (001) და მოკლე პრიზმული იერის კრისტალები (სურ. 77). გვხვდება მასიური, რადიალურ-სხივოსნური, მიწისებური აგრეგატების სახით. ქმნის კონკრეციებს, გამონაფიფქებს, დრუზებს და ძარღვებსაც კი.



სურ. 77. აზურიტის კრისტალი

ფიზიკური თვისებები:

ფერი მუქი ლურჯი, ლაჟვარდისებრ ლურჯი; მიწისებრ მასებს — ცისფერი.

ხაზის ფერი ბაცი ცისფერი, ცისფერი.

ელვარება მინისებრი.

ტკეცვადობა (011) მიმართ სრული, (!00) მიმართ სუსტი.

სიმაგრე 3.5 — 4.

ხვედრითი წონა 3.77.

მონატეხი უსწორმასწორო.

მსხვრევადია, მჟავეებში იხსნება შიშინით.

დიაგნოსტიკური ნიშნები. ადვილად გამოიცნობა ლაჟვარდისებრ-ლურჯი ფერით, დაბალი სიმაგრით, განზავებულ მარილის სიმჟავეში და ამიაკში ადვილად ხსნადობით (ხსნარი იფერება ცისფრად), მალაქიტთან ასოციაციით.

წარმოშობა. აზურიტი ჩნდება ეკზოგენურ პირობებში, კერძოდ სპილენძის შემცველი საბადოების დაჟანგვის ზონაში, სადაც ყოველთვის იჭერს ზონის ზედა ნაწილებს. ასოცირდება მალაქიტთან, ლიმონიტთან, ქალკოპირიტთან, კალციტთან, სპილენძთან და სპილენძის მეორად მინერალებთან. აზურიტი წარმოშობის პირო-

ბებით, მადნეული ასოციაციის ტიპით და საბადოების გავრცელებით მალაქიტის სრული ანალოგია, თუმცა მასთან შედარებით იშვიათად გვხვდება.

საბადოები. საქართველოში აზურიტის საბადოები არ არის, თუმცა გამოვლინებები აღინიშნება მადნეულის სპილენძ-პოლიმეტალურ საბადოზე (ბოლნისის რაიონი). საზღვარგარეთის ქვეყნებიდან აზურიტის საბადოებია: რუსეთში (ურალი), საფრანგეთში, აფრიკაში (ნამიბია), რუმინეთში, საბერძნეთში, აშშ (არიზონას შტატი) და სხვ.

შეცვლა. აზურიტის მიმართ ხშირად ჩნდება მალაქიტისა და, იშვიათად, კუპრიტის ფსევდომორფოზები.

გამოყენება. აზურიტი არის სპილენძის ერთ-ერთი მეორეხარისხოვანი მადანი. იყენებენ ლურჯი საღებავების დასამზადებლად; არის სპილენძისა და სპილენძის შემცველი მადნების ძებნის ერთ-ერთი კრიტერიუმი.

13
VI კლასი. სულფატები

სულფატები წარმოადგენს გოგირდმჟავას [H_2SO_4] მარილებს. მათი წილი მიწის ქერქის აგებულებაში უმნიშვნელოა და მისი მთლიანი მოცულობის 0.1% შეადგენს. სულფატებში გაერთიანებულია დაახლოებით 130-მდე მინერალი. მათ წარმოქმნაში წამყვან კათიონებად ითვლება: Ba, Sr, Ca, Na, Pb, Zn Cu, იშვიათად Mn და Fe.

სულფატები ტიპური ანიზოდესმური ნაერთებია. სტრუქტურული ერთეული წარმოდგენილია $[SO_4]^{2-}$ ანიონური ჯგუფით, რომელშიაც S^{6+} კათიონი ჟანგბადის იონებთან ტეტრაედრულ გარემოცვაში იმყოფება. ზოგიერთი სულფატი დამატებითი ანიონების სახით შეიცავს $[PO_4]^{3-}$, $[AsO_4]^{3-}$, $[NO_3]^{3-}$ და სხვა კომპლექსურ ნაერთებს. სულფატებისათვის დამახასიათებელია იონური ტიპის კავშირები; ამ ჯგუფის მინერალებში ნაკლებად არის წარმოდგენილი იზომორფიზმის მოვლენები. სრული იზომორფიზმის მოვლენა მხოლოდ ბარიტსა და ცელესტინს შორის ხორციელდება. ბარიუმი ხშირად ანაცვლებს ასევე ტყვიას და კალიუმს.

სულფატების კლასის მინერალები გამოირჩევა კრისტალურ ფორმათა მრავალფეროვნებით: ახასიათებს კარგად განვითარებული კრისტალები და მათი დრუზები, მკვრივი მასები, ქერქები, გამონაფიფქები, ფირფიტოვანი, წაგრძელებული, ნემსისებური, ბოჭკოვანი, მარცვლოვანი, სხივოსნური აგრეგატები; ახასიათებს სრული ტკეჩვადობა ერთი მიმართულებით, გამოირჩევა ზომიერი და დაბალი

სიმაგრით (2-3), მინისა და სადაფის ელვარებით. სულფატების დიდი ნაწილი ჩვეულებრივ უფერო, თეთრი და გამჭვირვალეა; ფერთა სიმრავლე გამოწვეულია ქრომოფორიონებისა და ბიტუმების არსებობით.

წყალში ხსნადობის მაღალი ხარისხით გამოირჩევა ტუტე მეტალების სულფატები. კარბონატებისაგან განსხვავებით, განზავებულ HCl-თან არ რეაგირებს. სულფატები ჩნდება ენდოგენურ და ეკზოგენურ მინერალწარმომშობ გარემოში. მათგან გავრცელების თვალსაზრისით უპირატესობა ეკზოგენურ-დანალექი წარმოშობის სულფატებს ენიჭება. ზოგიერთი სულფატი არის საშუალო- და დაბალტემპერატურული ჰიდროთერმული წარმოშობის ძარღვის მინერალი. ამ გზით ძირითადად უწყლო სულფატები ჩნდება (ბარიტი, იშვიათად ანჰიდრიდი, ცელესტინი). სულფატების მნიშვნელოვანი ნაწილი წარმოიშობა სულფიდური მადნეული საბადოების დაჟანგვის ზონაში, ჩნდება აქტიურ ვულკანურ მხარეებშიც, სადაც, მათ მხოლოდ მინერალოგიური მნიშვნელობა აქვს.

სულფატები დიდი პრაქტიკული მნიშვნელობის მინერალებია. წარმოადგენს Ba, Sr, Al, Mg და სხვა მეტალების მიღების წყაროს. წარმატებით გამოიყენება სამშენებლო საქმეში, ლიტოფონის მრეწველობაში, ბურღვით საქმეში, როგორც თიხის ხსნარის დამამძიმებელი და სხვ.

სისტემატიკა

სულფატების კლასში, მინერალების საკმაოდ დიდი რიცხვის მიუხედავად, ბევრი მათგანი არ სარგებლობს ბუნებაში ფართო გავრცელებით და არც პრაქტიკული გამოყენების მხრივ გამოირჩევა. სულფატების კლასი იყოფა უწყლო სულფატების, $[OH]^-$ შემცველი უწყლო სულფატებისა და წყლიან სულფატების ქვეკლასებად.

უწყლო სულფატები

ბარიტის ჯგუფი

ბარიტი $BaSO_4$

ცელესტინი $SrSO_4$

ანგლეზიტი $PbSO_4$

ანჰიდრიდი $CaSO_4$

$[OH]^-$შემცველი უწყლო სულფატები

ალუნიტი $KAl_3[SO_4]_2[OH]_6$

იაროზიტი $KFe_3[SO_4]_2[OH]_6$

წყლიანი სულფატები

თაბაშირი $CaSO_4.2H_2O$

უწყლო სულფატები

ამ ჯგუფის მინერალებიდან ბარიტი, ცელესტინი და ანგლეზიტი ბარიტის ტიპის სტრუქტურაში ერთიანდება, რომელშიც გოგირდი ჟანგბადთან ოთხმაგ კოორდინაციაში იმყოფება, ხოლო Ba, Sr და Pb კათიონები გარემოცულია ჟანგბადის 12 ატომით. ბარიტის ჯგუფში შედის დასახელებული მინერალებისაგან სტრუქტურით და კრისტალთა ფორმებით განსხვავებული უწყლო სულფატი — ანჰიდრიდი. განსხვავება გამოიხატება Ca იონური რადიუსის შედარებით ნაკლებ სიდიდეში — Ba, Sr და Pb იონური რადიუსების სიდიდეებთან შედარებით. ანჰიდრიდის სტრუქტურაში Ca იონი 8 ჟანგბადის გარემოცვაში იმყოფება.

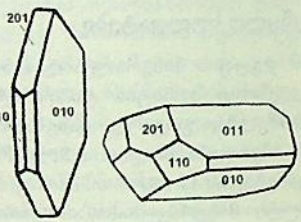
ბარიტი (სინ. მძიმე შპატი), $BaSO_4$. Baryt

სახელწოდება. სახელი დაერქვა მისი ფიზიკური თვისების — სიმძიმის გამო (ბერძ.''ბაროს'' მძიმეს ნიშნავს).

ქიმიზმი. BaO=65.70%, SO_3=34.3% (სუფთა ბარიტი). ხშირად ბარიუმი ანაცვლებს სტრონციუმს, ტყვიას, კალიუმს. მინარევების სახით შეიცავს თიხურ და ორგანულ ნივთიერებებს.

სინგონია, სიმეტრიის კლასი, სივრცობრივი ჯგუფი. რომბული. რომბული ბიპირამიდის კლასი. 3 L^2 3PC; 2/m2/m2/m.

კრისტალოგრაფია. ჩვეულებრივ გვხვდება კრისტალების სახით. ძირითადად დამახასიათებელია ფირფიტისებრი, ზოგჯერ პრიზმული და სვეტისებრი იერის კრისტალები (სურ. 78, ტაბ.6.1). ხშირად განვითარებულია მარცვლოვანი, მჭიდრო, მიწისებრი, ზონალურ-კონცენტრული აგრეგატების, იშვიათად სტალაქტიტებისა და სხივოსნური აღნაგობის კონკრეციების სახით. ქმნის ფირფიტისებრ კრისტალთა შენაზარდებს, დრუზებს და პოლისინთეზურ მრჩობლებს.



სურ. 78. ბარიტის კრისტალები

ფიზიკური თვისებები:

ფერი უფერო, თოვლივით თეთრი, მინარევების გამო მოყვითალო, ყავისფერი, მოწითალო-რუხი, მწვანე, ცისფერი, წითელი. ფერთა მრავალგვარობა გამოწვეულია მექანიკური და ორგანული ჩანართებით.

ხაზის ფერი თეთრი, მოყვითალო.

ელვარება მინის (პრიზმის წახნაგის მიმართულებით), სადაფის (პინაკოიდის მიმართულებით).

ტკეჩვადობა (001) და (210) მიმართ სრული.

სიმაგრე 3—3.4.

ხვედრითი წონა 4—4.8.

მონატეხი უსწორმასწორო.

მსხვრევადია და გამჭვირვალე.

დიაგნოსტიკური ნიშნები. ბარიტი ადვილად გამოიცნობა კრისტალთა ფორმებით, მაღალი კუთრი წონით, ერთი მიმართულებით სრული ტკეჩვადობით, HCl-ში უხსნადობით. ბარიუმის ფხვნილი სუსტად იხსნება კონცენტრირებულ H_2SO_4-ში. ძალიან მიაგავს ცელესტინს, რომლისაგან გარჩევა მხოლოდ ოპტიკური მეთოდებით არის შესაძლებელი. მიაგავს კალციტს, რომლისაგან HCl-ში უხსნადობით და კრისტალთა ფორმებით განსხვავდება.

წარმოშობა. ბარიტი არის ტიპური საშუალო- და დაბალტემპერატურული (250-100^0 C) ჰიდროთერმული წარმოშობის მინერალი. ხშირად გვხვდება ჰიდროთერმული წარმოშობის მადანმატარებელ ძარღვებში — გალენიტთან, სფალერიტთან, ქალკოპირიტთან, პირიტთან, ფლუორიტთან, ოქროსთან, ვერცხლთან, სპილენძთან ასოციაციაში. ქმნის დამოუკიდებელ ძარღვებსაც. ბარიტი ჩნდება ეკზოგენურ პირობებში ცხელი წყალხსნარებიდან ნადენი ფორმების სახით. ზღვიურ და ტბიურ აუზებში წარმოშობილი დანალექი ბარიტი იშვიათია. ბარიტი გამოფიტვის აგენტების მიმართ მდგრადი მინერალია, რის გამოც დიდი რაოდენობით გროვდება ქვიშრობებში; ზოგჯერ ასრულებს ცემენტის როლს დანალექ ქანებში (ქვიშაქვებში).

საბადოები. საქართველოში ბარიტის საბადოები ცნობილია ქუთაისის (ჩორდისა და ლესორას საბადოები), ზესტაფონის (სოფფუთი), ბოლნისისა და სხვა რაიონებში. საზღვარგარეთის ქვეყნებიდან ბარიტის საბადოები ცნობილია რუსეთში (ურალის საბადოები), თურქმენეთში, ყაზახეთში, საქსონიაში, კანადაში, შოტლანდიაში, აშშ (კოლორადოს და არკანზასის შტატები), ინგლისში, რუმინეთში, გერმანიაში (მეგენის საბადო) და სხვ.

გამოყენება. ბარიტი გამოიყენება ბარიუმის პრეპარატებისა და თეთრი საღებავების მისაღებად. აშშ-ში ბარიტის მოპოვების 80%-ზე მეტი გამოიყენება ნავთობისა და გაზის ჭაბურღილების ბურღვისას თიხის ხსნარის დამძიმებისა და ბურღილების კედლების გამაგრების მიზნით. ბარიტის გამოყენების მთავარი სფეროა ლიტოფონის წარმოება (ლიტოფონი არის $ZnS+ZnO+BaSO_4$ ნარევი). ბარიტს იყენებენ ასევე ემალის, კაუჩუკის, ტყავის (ბეწვის მოსაცილებლად), შაქრის, რეზინისა და ქაღალდის მრეწველობაში; ფერადი საღებავების დასამზადებლად. ხმარობენ სოფლის მეურნეობაში მავნებლების წინააღმდეგ საბრძოლველად, მედიცინაში — რადიაციული მოვლენებისაგან დაცვის მიზნით და სხვ.

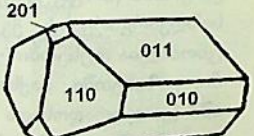
ცელესტინი, $SrSO_4$, Coelestin, Zolestin

სახელწოდება. სახელი დაერქვა ცისფერი შეფერილობის გამო. (ლათ. ''ცელესტის'' ციურს ნიშნავს).

ქიმიზმი. SrO=56.42%, მინარევების სახით შეიცავს Ba.

სინგონია, სიმეტრიის კლასი, სივრცობრივი ჯგუფი. რომბული. რომბული ბიპირამიდის კლასი. $3L^23PC$; 2/m2/m2/m.

კრისტალოგრაფია. გვხვდება ფირფიტოვანი კრისტალების სახით. დამახასიათებელია წაგრძელებული, პრიზმული, პირამიდული იერის საკმაოდ დიდი ზომის კრისტალები (სურ.79). ქმნის მარცვლოვან, მასიურ, მჭიდრო, რადიალურ-ბოჭკოვან აგრეგატებს, სტალაქტიტებს, სეკრეციებს, კონკრეციებს, დრუზებს. მრჩობლები დამახასიათებელი არ არის.



სურ. 79. ცელესტინის კრისტალი

ფიზიკური თვისებები:

ფერი. უფერო, თეთრი, მინარევების გამო მოწითალო, მომწვანო, მოყვითალო, ყავისფერ-წითელი, ცისფერი.

ხაზის ფერი თეთრი.

ელვარება მინის.

ტკეჩვადობა (001) მიმართ სრული, (210) მიმართ კარგი.

სიმაგრე 3—3.5.

ხვედრითი წონა 3.9—4.

მონატეხი უსწორმასწორო.

გამჭვირვალეა და მსხვრევადი.

დიაგნოსტიკური ნიშნები. ცელესტინი ადვილად გამოიცნობა ფერით, კრისტალთა იერით, კონცენტრირებულ მჟავებში ნელი (სუსტი) ხსნადობით. ძალიან მიაგავს ანჰიდრიდს, რომლისაგან შედარებით დიდი კუთრი წონითა და ტკეჩვადობის მიმართულებით განსხვავდება. ძალიან ძნელი გასარჩევია ბარიტისაგან. ეს მხოლოდ ლაბორატორიული კვლევის მეთოდებით არის შესაძლებელი.

წარმოშობა. ცელესტინი ძირითადად დანალექი წარმოშობის მინერალია — თაბაშირთან, კალციტთან, თვითნაბად გოგირდთან და ფლუორიტთან ასოციაციაში. გვხვდება დოლომიტებსა და მერგელებში. შეიძლება გამოილექოს უშუალოდ ზღვის წყლიდან ან გამჭოლი ზედაპირული წყლებიდან, რომელიც ტუტავს Sr დანალექი ქანებიდან და შემდეგ ლექავს მას ქანში არსებულ სიცარიელეებსა და ნაპრალებში კარგად განვითარებული ბოჭკოვანი კრისტალების სახით. ხშირად გვხვდება თაბაშირის, ანჰიდრიდის და ჰალიტის სტრატიფორმულ საბადოებში გოგირდთან ერთად. დადგენილია, როგორც პირველადი მინერალი დაბალტემპერატურულ ჰიდროთერმულ ძარღვებში კალციტთან, კვარცთან, ბარიტთან, გალენიტთან, სფალერიტთან ასოციაციაში.

საბადოები. საქართველოში ცელესტინის საბადოები არ არის. საზღვარგარეთის ქვეყნებიდან ცნობილია რუსეთში (ვოლგისპირეთი, ბაშკირეთი და სხვ), ტაჯიკეთში, თურქმენეთში (მანგიშლაკი), სომხეთში, შვეიცარიაში, სიცილიაში (გოგირდთან ერთად), გერმანიაში (ვესტფალიისა და ვალდეკის რაიონები), ინგლისში (ბრისტოლის საბადო), აშშ, კანადაში და სხვ.

შეცვლა. ხშირად აღინიშნება ცელესტინის ფსევდომორფოზები ორგანული ნარჩენების, კალციტის, კვარცის და ბარიტის მიმართ. ცელესტინის შეცვლის პროდუქტია სტრონციანიტი.

გამოყენება. ცელესტინი არის Sr და სტრონციუმის ნიტრატების წყარო. გამოიყენება შაქრის მრეწველობაში რაფინირებისათვის, ელექტრობატარეების მრეწველობაში, საღებავების, კაუჩუკისა და მინის წარმოებაში, რაკეტებისა და ფეიერვერკების დასამზადებლად და სხვ.

ანგლეზიტი, $PbSO_4$ Anglesit

სახელწოდება. სახელი დაერქვა მისი აღმოჩენის ადგილის — კუნძულ ''ენგლესი''-ს (ინგლისი) მიხედვით, სადაც ეს მინერალი პირველად იქნა დადგენილი.

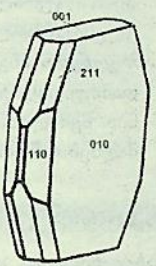
ქიმიზმი. Pb=73.6%. ანგლეზიტი მინარევებისაგან თითქმის თავისუფალია; იშვიათად შეიცავს Ba-ს.

ნაირსახეობა. ბაროანგლეზიტი — ბარიუმით მდიდარი (BaO=8%).

სინგონია, სიმეტრიის კლასი, სივრცობრივი ჯგუფი. რომბული. რომბული ბიპირამიდის კლასი. $3L^23PC$; 2/m2/m2/m.

კრისტალოგრაფია. განვითარებულია ფირფიტოვანი, წაგრძელებულ-პრიზმული იერის კრისტალების სახით. იშვიათად მოკლესვეტოვანი (სურ.80). როგორც წესი, ქმნის

მასიურ, მარცვლოვან, მჭიდრო და მიწისებურ აგრეგატებს. გვხვდება სტალაქტიტების, ქერქების და ზონალურ-კონცენტრული კრისტალების სახითაც. ანგლეზიტის მრჩობლები ცნობილი არ არის, თუმცა ხშირად ქმნის პარალელურ შენაზარდებს გალენიტთან და ბარიტთან.



სურ. 80. ანგლეზიტის კრისტალი

ფიზიკური თვისებები:

ფერი. უფერო, თეთრი, წყლისებრ გამჭვირვალე, მინარევების გამო რუხი, მოყვითალო ან მწვანე.

ხაზის ფერი თეთრი.

ელვარება მიწისებრი, აგრეგატებისათვის მკრთალი, კრისტალებისათვის — ალმასისებრი.

ტკეჩვადობა (001) და (201) მიმართ არასრული.

სიმაგრე 2.5—3.

ხვედრითი წონა. 6.3—6.4.

მონატეხი ნიჟარისებრი.

მსხვრევადია.

დიაგნოსტიკური ნიშნები. ადვილად გამოიცნობა მაღალი კუთრი წონით, ალმასისებრი ელვარებით, გალენიტთან და ლიმონიტთან პარაგენეზისით. მიაგავს ცერუსიტს, მისგან განსხვავებით HNO_3-თან რეაგირებისას არ დუღს.

წარმოშობა. ანგლეზიტი არის ჰიპერგენული წარმოშობის მინერალი. ჩნდება ტყვიის შემცველი სულფიდური საბადოების დაჟანგვის ზონაში — გალენიტის გამოფიტვის ხარჯზე — ცერუსიტთან და ტყვიის სხვა მეორად მინერალებთან ასოციაციაში. ანგლეზიტი იშვიათად არის ჰიდროთერმული პროცესის პროდუქტი.

საბადოები. საქართველოში ანგლეზიტის საბადოები არ არის. საზღვარგარეთის ქვეყნებიდან ცნობილია რუ-

სეთში (ურალის საბადოები), უელსში (კუნძული ენგლესი), შოტლანდიაში, ტუნისში და სხვ.

გამოყენება. ანგლეზიტი არის ტყვიის მეორადი მადანი. დამოუკიდებელი პრაქტიკული მნიშვნელობა არ გააჩნია. შეიძლება გამოყენებულ იქნეს შენადნობებში სხვა მადნებთან ერთად.

ანჰიდრიდი, $CaSO_4$. Anhidrit

სახელწოდება. სახელი დაკავშირებულია მის შემადგენლობაში წყლის არარსებობასთან (ლათ.''ან'' არას ნიშნავს, ''ჰიდორ''—წყალს).

ქიმიზმი. Ca=41.2%; მინარევების სახით თითქმის ყოველთვის შეიცავს Mg, Sr, Ba, Mn, TR.

სინგონია, სიმეტრიის კლასი, სივრცობრივი ჯგუფი. რომბული. რომბული ბიპირამიდული კლასი. $3L^2$ 3PC; 2/m2/m2/m.

კრისტალოგრაფია. კრისტალების სახით იშვიათია. ზოგჯერ ქმნის პრიზმული, სვეტისებრი და სქელფირფიტოვანი იერის კრისტალებს. ჩვეულებრივ გვხვდება მასიური, წვრილმარცვლოვანი, სხივოსნური და ბოჭკოვანი აგრეგატების სახით.

ფიზიკური თვისებები:

ფერი თეთრი, რუხი, მოლურჯო, იისფერი, რუხი-ყავისფერი, მოვარდისფრო, წითელი.

ანის ფერი თეთრი, ყავისფერი.

ელვარება მინისებრი, ტკეჩვადობის სიბრტყეზე — სადაფისებრი.

ტკეჩვადობა სამი მიმართულებით: (010) და (100) მიმართულებით სრული, (001) მიმართულებით კარგი.

სიმაგრე 3 — 3.5.

ხვედრითი წონა 2.98.

მონატეხი საფეხურისებრი, უსწორმასწორო. მსხვრევადია.

დიაგნოსტიკური ნიშნები. ანჰიდრიდი ადვილად გამოიცნობა დაბალი კუთრი წონით, სამი მიმართულების ტკეჩვადობით. მიაგავს ბარიტს, ცელესტინს, ანგლეზიტს. მათგან განსხვავდება დაბალი ხვედრითი წონით. მიაგავს კალციტს, მაგნეზიტს და დოლომიტს, რომელთაგან განსხვავდება HCl -ში უხსნადობით; მიაგავს თაბაშირს — განსხვავდება მომატებული სიმაგრით (ფრჩხილით არ იკაწრება) და წყლის არარსებობით.

წარმოშობა. ანჰიდრიდი არის ფართოდ გავრცელებული ქემოგენური წარმოშობის მინერალი — თაბაშირთან, ქვამარილთან და კალციტთან ასოციაციაში. ზღვის წყლიდან ანჰიდრიდის გამოლექვა ხდება 42^0 C ტემპერატურის ზევით. ის შეიძლება გაჩნდეს უფრო დაბალი ტემპერატურის პირობებშიც (20-30^0C) ხსნარში NaCl (განსაკუთრებით $MgCl_2$—ის) არსებობის შემთხვევაში. ანჰიდრიდი, როგორც საშუალო- და დაბალტემპერატურული ჰიდროთერმული მინერალი, გვხვდება ოქრო-პოლიმეტალურ, სპილენძ-პოლიმეტალურ საბადოებში ძარღვის მინერალის სახით. ანჰიდრიდი დამახასიათებელია აქტიური მოქმედების ვულკანური მხარეებისათვის, ჩნდება თაბაშირის დეჰიდრატაციის გზით. ხშირად ქმნის შრეებს, შუაშრეებს და ძარღვებს მარილის საბადოებში ჰალიტთან, სილვინთან და კარნალიტთან ასოციაციაში.

საბადოები. საქართველოში ანჰიდრიდის საბადოები არ არის. საზღვარგარეთის ქვეყნებიდან ცნობილია რუსეთში (არხანგელსკი, ვოლოგდა, კუიბიშევი და სხვ.), საფრანგეთში, ინდოეთში, აშშ (ტექსასისა და ლუიზიანას შტატები), უკრაინაში, პოლონეთში (ველიჩკო), პაკისტანში, ავსტრალიაში, ინდოეთში, კანადაში და სხვ.

შეცვლა. დედამიწის ზედაპირზე ჰიდრატაციის პირობებში ანჰიდრიდი გადადის თაბაშირში. პროცესს თან ახლავს დაახლოებით 30%-ით მოცულობაში მატება.

გამოყენება. ანჰიდრიდი არის ძვირფასი ნედლეული სპეციალური ცემენტის დასამზადებლად. შეაქვთ ნიადაგში მისი შედგენილობის გაუმჯობესების მიზნით. ზოგიერთ ქვეყანაში (გერმანია, დიდი ბრიტანეთი) გამოიყენება, როგორც ძვირფასი ნედლეული გოგირდმჟავას მისაღებად. წვრილმარცვლოვან სახესხვაობას (ალებასტრი) ხმარობენ სანახელაო ქვად.

$[OH]^-$ შემცველი უწყლო სულფატები

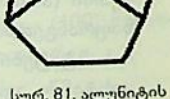
ალუნიტი (სინ. შაბის ქვა), $KAl_3[SO_4]_2[OH]_6$. Alunit

სახელწოდება. სახელი დაერქვა სიტყვა ,,კვასცი''-ს მიხედვით, რაც ლათინურად ''შაბის ქვას'' ნიშნავს.

ქიმიზმი .Al_2O_3=36.90%, K_2O=11.4%; იზომორფული მინარევების სახით შეიცავს: Na, Sr, Ga.

ნაირსახეობა. ნატროალუნიტი — ნატრიუმით მდიდარი (Na:K=7:4), ლევიგიტი — წყლით გამდიდრებული ალუნიტი.

სინგონია, სიმეტრიის კლასი, სივრცობრივი ჯგუფი. ტრიგონული. დიტრიგონული პირამიდის კლასი. $L^3 3PC$; 2/m.



სურ. 81. ალუნიტის კრისტალი

კრისტალოგრაფია. ალუნიტი კრისტალების სახით იშვიათია. ქმნის რომბოედრული ($01\bar{1}2$) და ფსევდოკუბური იერის კრისტალებს (სურ. 81). ჩვეულებრივ გხვდება მასიური, წვრილმარცვლოვანი, ბოჭკოვანი, ფარულკრისტალური, მჭიდრო ან

მინისებური აგრეგატებისა და ფხვიერი თიხის მსგავსი მასების სახით. ქმნის დრუზებს. ახასიათებს ბრექჩიული ტექსტურა და იაროზიტთან ეპიტაქსიალური შენაზარდები.

ფიზიკური თვისებები:

ფერი თეთრი (სუფთა ალუნიტისათვის), რკინის ჟანგებისა და ჰიდროჟანგების მექანიკური მინარევების გამო — რუხი, მოყვითალო, მოწითალო, ყავისფერი, მომწვანო.

ხაზის ფერი თეთრი.

ელვარება კრისტალებისათვის — სადაფისებრი, მასიური აგრეგატებისათვის — მინისებრი.

ტკეჩვადობა (0001) მიმართ სრული.

სიმაგრე 3.5—4.

ხვედრითი წონა. 2.86.

მონატეხი უსწორმასწორო, ნიჟარისებრი.

ფლობს პირო- და პიეზოელექტრულ თვისებებს.

დიაგნოსტიკური ნიშნები. ალუნიტი ძალიან მიაგავს კაოლინიტს და თეთრ ბარიტს. მათი ერთმანეთისაგან გარჩევა მხოლოდ ოპტიკური მეთოდებით შეიძლება. ძნელად იხსნება განზავებულ გოგირდის სიმჟავეში. ალუნიტი ძალიან ხშირად ერევათ შაბაზიტში. ეს უკანასკნელი გამოირჩევა დიდი სიმაგრით და რომბოედრის გასწვრივ სრული ტკეჩვადობით. კალციტისა და დოლომიტისაგან განსხვავდება მარილის სიმჟავეში უხსნადობით და რომბოედრის გასწვრივ იდეალური ტკეჩვადობის უქონლობით. საერთოდ, ალუნიტის საიმედო დიაგნოსტიკა შეიძლება მხოლოდ ოპტიკური, რენტგენოსტრუქტურული და თერმოგრაფიული მეთოდების დახმარებით.

წარმოშობა. ალუნიტი არის ჰიდროთერმული წარმოშობის მინერალი. ის ჩნდება კალიუმის შემცველ ქანებზე გოგირდმჟავა ხსნარების ზემოქმედებით. ალუნიტი არის ვულკანური რეგიონების მინერალი, როგორც სოლფა-

ტარული პროცესის პროდუქტი. ალუნიტიზაციის პროცესი გულისხმობს რეაქციას, რომელიც მიმდინარეობს ტუტეებით მდიდარ ეფუზიურ ქანებსა და გოგირდმჟავა ხსნარებს შორის. პროცესს თან ახლავს ქანების კაოლინიზაციისა და გაკვარცების მოვლენები. ალუნიტი დადგენილია ზოგიერთ ვერცხლისწყალ-დარიშხანიან და დარიშხანიანი საბადოების დაჟანგვის ზონაში.

საბადოები. საქართველოში ალუნიტის საბადოები არ არის. მისი მცირე გამოსავლები დადგენილია ვულკან სამსარის (ჯავახეთის ზეგანი) კალდერაში — თაბაშირთან, იაროზიტთან ასოციაციაში. საზღვარგარეთის ქვეყნებიდან ალუნიტის საბადოები ცნობილია რუსეთში (ურალის საბადოები), აზერბაიჯანში (ზაგლიკის საბადო), ყაზახეთში, ჩინეთში, იტალიაში, უნგრეთში, ესპანეთში, ავსტრიაში, ესპანეთში, აშშ (კოლორადოს, ნევადის, იუტას შტატები) და სხვ.

გამოყენება. ალუნიტის შემცველი ქანები ფართოდ გამოიყენება შაბის წარმოებაში. არის Al და K მიღების წყარო. იღებენ გალიუმსაც.

იაროზიტი, $KFe_3[SO_4]_2[OH]_6$. Jarozit.

სახელწოდება. სახელი დაერქვა მისი პირველი აღმოჩენის ადგილის, მდ.იაროზას მიხედვით (საფრანგეთი).

ქიმიზმი. K_2O=9.4%, Fe_2O_3=47.9%. მინარევების სახით ყოველთვის შეიცავს Na,Pb.

სინგონია, სიმეტრიის კლასი, სივრცობრივი ჯგუფი. ტრიგონული. დიტრიგონული პირამიდის კლასი. L^33P; 3m.

კრისტალოგრაფია. იშვიათად ქმნის რომბოედრული (ფსევდოკუბური) ან ფირფიტისებრი იერის კრისტალებს. ჩვეულებრივ გვხვდება წვრილმარცვლოვანი,

მჭიდრო, ბოჭკოვანი, მასიური, მიწისებური აგრეგატების სახით. ქმნის ნადენ ფორმებს, ქერქებს, წანაცხებებს, კონკრეციებს; ქანთა სიცარიელეებში — რომბოედრული კრისტალების დრუზებს.

ფიზიკური თვისებები:

ფერი ოქროსებრ ყვითელი, მუქი ყავისფერი, ან მოყვითალო-რუხი.

ხაზის ფერი ბაცი ყვითელი.

ელვარება მინისებრი, ალმასისებრი.

ტკეცვადობა (0001) მიმართ სრული.

სიმაგრე 2—3.5.

ხვედრითი წონა 3.25.

მონატეხი უსწორმასწორო, ნიჟარისებრი, მსხვრევადია.

დიაგნოსტიკური ნიშნები. იაროზიტი შეხებისას ცხიმოვანია, იხსნება მარილის სიმჟავეში. დედამიწის ზედაპირზე ადვილად გადადის ლიმონიტში. ძალიან მიაგავს ოქრისტულ ლიმონიტს — მათი გარჩევა მხოლოდ ლაბორატორიული კვლევის მეთოდებით არის შესაძლებელი.

წარმოშობა. იაროზიტი ჩნდება რკინის შემცველი სულფიდების (ძირითადად პირიტის) დაჟანგვის ზონაში ნახევრად უდაბნოს კლიმატის პირობებში. მისი თანმხლები მინერალებია: პირიტი, ჰემატიტი.

საბადოები. საქართველოში იაროზიტი ფართოდ არის წარმოდგენილი მაიკოპური სერიის გავრცელების რეგიონებში — გორის, თბილისისა და სხვა რაიონებში, თუმცა არ ქმნის სამრეწველო მნიშვნელობის დანაგროვებს. საზღვარგარეთის ქვეყნებიდან იაროზიტის მსოფლიო მნიშვნელობის საბადოებია ჩრდილო ყაზახეთში, უზბეკეთში, კანადაში, ინგლისში და სხვ.

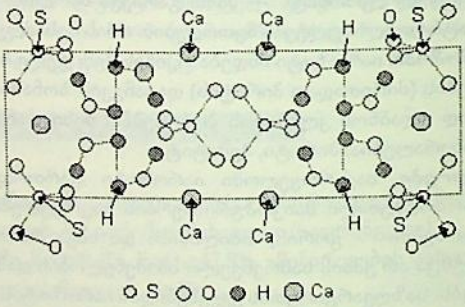
შეცვლა. პირიტის შემცველი ეფუზივებისა და დანალექი ქანების გამოფიტვის ზონაში ხშირია იაროზიტის ფსევდომორფოზები პირიტისა და მარკაზიტის მიმართ. ნეს-

ტიანი კლიმატის პირობებში იაროზიტი ადვილად გადადის რკინის ჰიდროჟანგებში. პროცესი მთავრდება ლიმონიტის წარმოქმნით.

გამოყენება. მნიშვნელოვანი დანაგროვის შემთხვევაში იაროზიტს ხმარობენ ჰემატიტის პოლირებული ფხვნილის მისაღებად და სხვადასხვა საღებავების დასამზადებლად.

წყლიანი სულფატები

წყლიანი სულფატებიდან განვიხილავთ თაბაშირს. თაბაშირის სტრუქტურა შრეებრივია. შრეებრივი მოტივი მდგომარეობს Ca იონებთან მჭიდროდ დაკავშირებულ $[SO_4]^{2-}$-ის ანიონური ჯგუფებით, (010) სიბრტყის გასწვრივ ორიენტირებულ, ორმაგი შრეების წარმოქმნაში. ორმაგ შრეებს შორის სივრცეს H_2O-ის მოლეკულები იკავებს (სურ.82). კავშირი H_2O მოლეკულებსა და მეზობლად მდებარე შრეებს



სურ. 82. თაბაშირის სტრუქტურა

შორის ძალიან სუსტია, რაც განაპირობებს თაბაშირისათვის დამახასიათებელ იდეალურ ტკეჩვადობას.

თაბაშირი (მსუბუქი შპატი), $CaSO_4 \cdot 2H_2O$. Gips

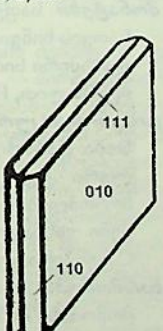
სახელწოდება. სახელი დაერქვა მისი გამონვის პროდუქტების, ალებასტრის ან ცარცის მიხედვით (ბერძ.''გიპსოს'' ცარცს ნიშნავს).

ქიმიზმი. მინერალის შედგენილობა მუდმივია და პასუხობს მის ფორმულას. მინარევების სახით თითქმის ყოველთვის მონაწილეობს: Ca, Na, Si, Fe და სხვ. ხშირად შეიცავს $CaCO_3$, SiO_2, თიხურ და ორგანულ ნივთიერებათა მექანიკურ მინარევებს.

ნაირსახეობები. სელენიტი (ტაბ. 6.2) — მკვრივი მსხვილმარცვლოვანი, ჩვეულებრივ თეთრი, აბრეშუმისებრი ელვარების, პარალელურბოჭკოვანი თაბაშირი. ალებასტრი — წვრილ- და მსხვილმარცვლოვანი გამჭვირვალე და ნახევრად გამჭვირვალე მარმარილოს მსგავსი მასიური აგრეგატების მქონე თაბაშირი. ხშირად ალებასტრს გამომწვარ თაბაშირსაც უწოდებენ.

სინგონია, სიმეტრიის კლასი, სივრცობრივი ჯგუფი. მონოკლინური. პრიზმის კლასი. L^2PC; 2/m.

კრისტალოგრაფია. ძირითადად განვითარებულია სქელ- და თხელფირფიტოვანი იერის (სურ. 83). კრისტალების სახით გვხვდება სვეტისებრი ან პრიზმული კრისტალებიც ზოგჯერ ვერტიკალური შტრიხებით. განვითარებულია ნემსისებრი, მასიური, მკვრივი, ფურცლოვანი, ბოჭკოვანი აგრეგატების სახით. ახასიათებს ,,მერცხლის კუდის'' მსგავსი მრჩობლები (ჰალეს ტიპი, შეზრდის სიბრტყე (100) ან (101), იშვიათად ჯვრის მსგავსი შენაზარდები; ხშირად ქმნის დრუ-



სურ. 83. თაბაშირის კრისტალები

ზებს, რომლებსაც ზოგჯერ ''თაბაშირის ვარდსაც'' უწოდებენ (ტაბ.6.3., 6.4.). ცნობილია პოიკილიტური თაბაშირი, რომელშიც ქვიშის ჩანართები დაახლოებით 75% შეადგენს. ქმნის ფსევდომორფოზებს ანჰიდრიდის, კალციტისა და არაგონიტის მიმართ.

ფიზიკური თვისებები:

ფერი. სუფთა თაბაშირი თეთრია, გამჭვირვალე, არის ვარდისფერი, თაფლივით ყვითელი, იისფერი, ნარინჯისფერი, იშვიათად მტრედისფერი, შავი. ფერთა მრავალფეროვნება გამოწვეულია კრისტალიზაციის პროცესში შეტაცებული რკინის ჟანგისა და თიხური მინერალების მექანიკური მინარევებით და მინერალის სტრუქტურაში არსებული დეფექტებით.

ხაზის ფერი თეთრი.

ელვარება მინისებრი, ტკეჩვადობის სიბრტყეზე — სადაფისებრი.

ტკეჩვადობა (010) მიმართ სრული, (100) მიმართ არასრული.

სიმაგრე 2.

ხვედრითი წონა 2.32.

მონატეხი საფეხურისებრი. ბოჭკოვანი სახესხვაობებისათვის ხიწვისებრი.

თაბაშირი სითბოს ცუდი გამტარია, ადვილად იკაწრება ფრჩხილით, HCl-ში არ იხსნება.

დიაგნოსტიკური ნიშნები. თაბაშირი ადვილად გამოიცნობა დაბალი სიმაგრით, ერთი მიმართულებით იდეალური ტკეჩვადობით, ,,მერცხლის კუდის'' მსგავსი მრჩობლებით, ,,თაბაშირის ვარდებით'' მარილის სიმჟავეში უხსნადობით. ხსნადობა მაქსიმუმს აღწევს 37-38° C ტემპერატურულ ინტერვალში.

წარმოშობა. თაბაშირი არის დანალექი ქემოგენური წარმოშობის მინერალი. ქმნის სხვადასხვა სიმძლავრის შრეებს, რომლებიც ხშირად მორიგეობს კირქვებთან, ფიქლებთან, მერგელებთან. ხსნარიდან გამოიყოფა კალციუმის კარბონატების შემდეგ და ჰალიტის წინ.

თაბაშირი შეიძლება გაჩნდეს ანჰიდრიდის ჰიდრატაციის გზით. გახურებით ადვილად კარგავს წყალს. დეჰიდრატაციის პროცესი მიმდინარეობს საფეხურისებურად: 120-140^0 C ტემპერატურულ ინტერვალში თაბაშირი გადადის ნახევარჰიდრატში ($CaSO_4 \cdot 0{,}5H_2O$). გამომწვარი, ე.წ. კომერციული თაბაშირი მიიღება მინერალის 190-200^{0}C ტემპერატურაზე გამოწვით, უფრო მაღალ ტემპერატურაზე გამოწვით— უკვე ანჰიდრიდი. თაბაშირი ჩნდება მადნეული სულფიდური საბადოების დაჟანგვის ზონაში. არის გოგირდისა და გოგირდოვანი ნაერთების დაჟანგვის მეორადი პროდუქტი. თაბაშირი ვითარდება აქტიურ ახალგაზრდა და ჩამქრალი ვულკანების გავრცელების რეგიონებში, სადაც ის ფუმაროლური მოქმედების პროდუქტს წარმოადგენს.

საბადოები. საქართველოში თაბაშირის საბადოები ცნობილია ხუდონში, ახალციხეში, ქართლში, კახეთში, აფხაზეთში. საზღვარგარეთის ქვეყნებიდან— რუსეთში (ურალის, არხანგელსკის, ვოლოგდის, ვლადიმირის ოლქებში და სხვ.), გერმანიაში, კანადაში, იტალიაში, საფრანგეთში, აშშ (ტექსასის, ნიუ-იორკის, კოლორადოს, არიზონას შტატებში) და სხვ.

გამოყენება. გამომწვარი თაბაშირი არის ძვირფასი ნედლეული სამშენებლო მრეწველობაში — ძირითადად საბათქაშო სამუშაოებისათვის. სხვადასხვა გამოყენება აქვს ძერწვით სამუშაოებში, არქიტექტურაში — ქანდაკებებისა და სხვადასხვა ნაკეთობების გამოსაკვეთად, მედიცინაში, ელექტროსამონტაჟო საქმეში. გამომწვარ თაბაშირს, როგორც დანამატს, ხმარობენ პორტლანდცემენტისა და ქაღალდის მრეწველობაში, საღებავების, მინანქრებისა და ჭიქურების დასამზადებლად. თაბაშირის გამჭვირვალე სახესხვაობა შეიძლება გამოყენებულ იქნეს ოპტიკური ხელსაწყოების წარმოებაში, ბოჭკოვანი სახესხვაობები — როგორც სანახელავო ქვა.

14

VII კლასი. ვოლფრამატები და მოლიბდატები

აღნიშნული კლასის მინერალები წარმოადგენს ვოლფრამისა და მოლიბდენის მჟავას მარილებს. მასში გაერთიანებულია დაახლოებით 25-მდე მინერალი. მოლიბდატებისა და ვოლფრამატების კლასის მინერალებს ქმნის: Ca^{2+}, Fe^{2+}, Mn^{2+} Pb^{2+} კათიონები. მინარევებიდან მონაწილეობს: Nb^{2+}, Tr, V, Mn, Sr და სხვ.

ამ კლასის მინერალებში ქიმიური ბმის ძირითადი ტიპებია: იონური (ანიონებსა და კათიონებს შორის), კოვალენტური (ანიონურ რადიკალებს შორის), წყალბადური (წყლიანი სახესხვაობებისათვის). ვოლფრამატები და მოლიბდატები წარმოადგენს ანიდესმურ ნაერთებს $[MoO_4]^{2-}$ და $[WO_4]^{2-}$ ტეტრაედრული ჯგუფებით. მსგავსი მუხტისა და იონური რადიუსების ზომების წყალობით აღნიშნული ჯგუფები ზოგიერთ მინერალში იზომორფულად ანაცვლებს ერთმანეთს. ფართოდ არის წარმოდგენილი სრული და არასრული იზოვალენტური და ჰეტეროვალენტური იზომორფიზმის მოვლენები. იზოვალენტური იზომორფიზმი ხორციელდება შეელიტში ($Ca[WO_4]$, სადაც Ca^{2+} კათიონს ხშირად ანაცვლებენ: Pb^{2+}, Mn^{2+}, Sr^{2+}, Mg^{2+}, Fe^{2+} კათიონები. ჰეტეროვალენტური იზომორფიზმი ვლინდება როგორც ანიონურ, ისე კათიონურ ნაწილში ჩანაცვლებით. შეელიტის კათიონურ ნაწილში ადგილი აქვს Ca^{2+} ჩანაცვლებას Nb^{5+} და Ta^{5+} კათიონებით.

ვოლფრამატებისა და მოლიბდატების კლასის მინერალების ფიზიკური თვისებები და კრისტალთა მორფოლო-

გიური თავისებურებანი, ისევე როგორც სხვა კლასის მინერალების შემთხვევაში, არის ანარეკლი ქიმიური ბმის ტიპისა და კრისტალური სტრუქტურის თავისებურებების. მაგალითად, ამ კლასის მინერალები იონური ტიპის კავშირებით (კათიონებსა და ანიონენს შორის) ძირითადად ხასიათდება იზომეტრული იერის კრისტალებით. წყლიან ვოლფრამატებსა და მოლიბდატებში (წყალბადის ტიპის კავშირებით) ჭარბობს ფირფიტოვანი და ქერცლოვანი იერის კრისტალები. აღნიშნული კლასის მინერალები გამოირჩევა საშუალო (3—4) და დაბალი (1—2) სიმაგრეებით, ალმასის ელვარებით და სრული ტკეჩვადობით.

ვოლფრამატებისა და მოლიბდატების კლასის მინერალების შეფერვა განპირობებულია ქრომოფორ-იონების არსებობით. მაგალითად, ტყვიის შემცველი მოლიბდატები და ვოლფრამატები ხასიათდება მოყვითალო ან ნარინჯისფერი ფერებით, ხოლო წყლიანი სახესხვაობები — ყვითელი ან მომწვანო ფერებით.

ვოლფრამატებისა და მოლიბდატების კლასის მინერალები ძირითადად წარმოიშობა ჰიპერგენულ პირობებში. დაკავშირებულია სკარნულ პროცესებთან, გრეიზენებთან, მაღალტემპერატურულ ჰიდროთერმულ ძარღვებთან. ამ კლასის მინერალების დიდი ნაწილი ჩნდება ურანიანი, მოლიბდენიანი და სხვა პოლიმეტალური საბადოების დაჟანგვის ზონაში; სამრეწველო მნიშვნელობის დანაგროვებს ქმნის ქვიშრობებშიც.

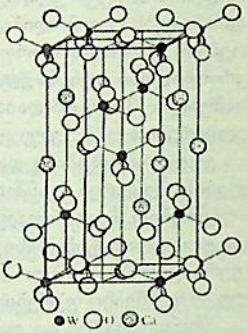
ვოლფრამატებისა და მოლიბდატების კლასის მინერალები წარმოადგენს ძირითად მადნებს ვოლფრამისა და მოლიბდენის მისაღებად. წარმატებით გამოიყენება როგორც საძიებო ნიშანი მოლიბდენისა და ვოლფრამის მადნების ძებნისათვის.

ვოლფრამატებისა და მოლიბდატების კლასში გაერთიანებულია მინერალების ძალიან მცირე რიცხვი (დაახლოებით 10—11), რომელთაგან სახელმძღვანელოში მხოლოდ შეელიტს, ვოლფრამიტს და ვულფენიტს განვიხილავთ.

შეელიტი, $CaWO_4$. Scheelit

სახელწოდება. სახელი დაერქვა შვედი ქიმიკოსის, ვ.შეელეს პატივსაცემად.

ქიმიზმი. WO=80.6%, CaO=19.4%. იზომორფული მინარევების სახით თითქმის ყოველთვის მონაწილეობს: Mo, Sr, Ta, Nb, Cr და სხვ. შეელიტის კრისტალურ სტრუქტურაში $[WO_4]^{2-}$ ტეტრაედრული ჯგუფები ერთმანეთს კალციუმის იონებით უკავშირდება, რომლებიც ჟანგბადის იონების მიმართ რვამაგ კოორდინაციაში იმყოფება. ჟანგბადის იონები განლაგებულია გაბრტყელებული და წაგრძელებული ტეტრაედრების წვეროებში (სურ.84).

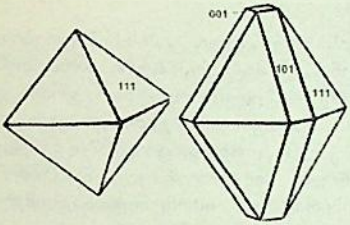


სურ. 84. შეელიტის სტრუქტურა

ნაირსახეობები. მოლიბდოშეელიტი — (MoO_2=1%), ზეირგიტი — (MoO_2=24%).

სინგონია, სიმეტრიის კლასი, სივრცობრივი ჯგუფი. ტეტრაგონული. ტეტრაგონული ბიპირამიდის კლასი. L^4 PC; 4/m.

კრისტალოგრაფია. ჩვეულებრივ გვხვდება პრიზმული (ფსევდოჰექსაგონული), ტეტრაგონული ბიპირამიდული (ფსევდოოქტაედრული) იერის კრისტალების სახით (სურ. 85). ქმნის ჩანაწინწკლებს, უსწორმასწორო ფორმის მარცვლებს, იშვიათად ნადენ ფორმებს. ახასიათებს შეზრდის მრჩობლები (110) მიმართ.



სურ. 85. შეელიტის კრისტალები

ფიზიკური თვისებები:

ფერი. სუფთა შეელიტი უფეროა, თეთრი; მინარევების გამო — ყვითელი, ვარდისფერი, ყავისფერი, მწვანე, წითელი, კვამლისფერი.

ხაზის ფერი თეთრი.

ელვარება მინისებრი, ცხიმოვანი.

ტკეჩვადობა (101)-ის მიმართ სრული.

სიმაგრე 4.5—5.

ხვედრითი წონა 6.12 სუფთა სახესხვაობებისათვის (მნიშვნელოვნად მცირდება მოლიბდენით ჩანაცვლების შემთხვევაში).

მონატეხი უსწორმასწორო, ნახევრად მეტალური. მსხვრევადია, ულტრაიისფერი სხივებით აღგზნებისას იძენს ფლუორესცენციის უნარს ცისფერ-თეთრ ფერებში. მსხვრევადია.

დიაგნოსტიკური ნიშნები. შეელიტი ადვილად გამოიცნობა კრისტალთა ოქტაედრული იერით და ცხიმოვანი ელვარებით, სრული ტკეჩვადობით და დიდი ხვედრითი წონით. თეთრი შეელიტი მიაგავს კვარცს და მინდვრის შპატებს. მათგან განსხვავდება ცხიმოვანი ელვარებით, მაღალი კუთრი წონით, კათოდურ და ულტრაიისფერ სხივებში ცისფერი ნათებით. იხსნება HCl და HNO_3-ში WO_3 გამოყოფით და ყვითელი ფერის ნალექის წარმოქმნით. ეს უკანასკნელი კალის ხსნარის დამატებით და შემდეგ ადუღებით ჯერ იძენს ლურჯ, შემდეგ ყავისფერ შეფერილობას.

წარმოშობა. შეელიტის სამრეწველო ტიპის საბადოები დაკავშირებულია კონტაქტ-მეტასომატური წარმოშობის ქანებთან (სკარნები) — ჰედენბერგიტთან, გრანატებთან, დიოპსიდთან, პლაგიოკლაზებთან, კვარცთან, ფლუორიტთან და კალციტთან ასოციაციაში. გვხვდება დაბალტემპერატურული ჰიდროთერმული წარმოშობის ძარღვებში — ფერბერიტთან, ანთიმონიტთან, სინგურთან ასოციაციაში. ნანახია ზოგიერთ ოქრო-ვერცხლიან კვარცის ძარღვებში და ქვიშრობებში.

საბადოები. საქართველოში შეელიტის საბადოები არ არის. საზღვარგარეთის ქვეყნებიდან ცნობილია რუსეთში (ჩრდილო კავკასია, ზღვისპირა მხარე, ურალი და სხვ), აშშ (ნევადის, კალიფორნიის, არიზონას შტატები), ჩინეთში, სამხრეთ კორეაში, იტალიაში, ავსტრიაში და სხვ.

შეცვლა. შეელიტი არ მიეკუთვნება ძალიან მდგრად მინერალთა რიცხვს, თუმცა ზოგჯერ მონაწილეობს ქვიშრობებში. ჰიპოგენურ პირობებში ინაცვლება ვოლფრამიტით. ცნობილია შეელიტის ფსევდომორფოზები ვოლფრამიტისა და კვარცის მიმართ.

გამოყენება. შეელიტი არის ვოლფრამის ერთ-ერთი ძირითადი მადანი. ზოგჯერ იღებენ მოლიბდენსაც. TR შემცველი შეელიტი გამოიყენება ლაზერულ ტექნიკაში.

ვოლფრამიტი, $(Fe, Mn)WO_4$. Wolframit

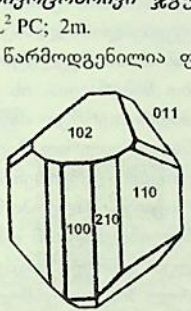
სახელწოდება. სახელი დაერქვა გერმანული სიტყვების — ''ვოლფ''-ისა და ''რამ''-ის მიხედვით, რაც მგლის ქაფს ნიშნავს.

ქიმიზმი. WO_3=75%. ის წარმოადგენს ორი კიდურა წევრის, $Fe(WO_4)$ და $Mn(WO_4)$ იზომორფულ ნარევს. პირველ მათგანს ფერბერიტს უწოდებენ, მეორეს — ჰიუბნერიტს (მინერალებს სახელი გერმანელი სამთო ინჟინრების, რ. ფერბერისა და ჰ. ჰიუბნერის პატივსაცემად დაერქვა). ვოლფრამიტის კრისტალური სტრუქტუ-

რა შექმნილია $[WO_4]$ ტეტრაედრული და (Fe, Mn) WO_4 ოქტაედრული ჯგუფებით, რომელშიც W ოქტაედრულ კოორდინაციაში იმყოფება.

სინგონია, სიმეტრიის კლასი, სივრცობრივი ჯგუფი. მონოკლინური. პრიზმის კლასი. L^2PC; 2m.

კრისტალოგრაფია. ჩვეულებრივ წარმოდგენილია ფირფიტისებრი, მოკლეპრიზმული, C ღერძის გასწვრივ წაგრძელებული სვეტისებური იერის კრისტალებით — ვერტიკალური შტრიხებით (სურ. 86). ქმნის მასიურ, მარცვლოვან, ქერცლოვან აგრეგატებს. ახასიათებს მრჩობლები (100) მიმართ. ქმნის ეპიტაქსიალურ შენაზარდებს ფლუორიტთან და კვარცთან.



სურ. 86. ვოლფრამიტის კრისტალები

ფიზიკური თვისებები:

ფერი. მოყვითალო-ყავისფერი, მოწითალო ან იისფერი (ჰიუბნერიტი), რუხი შავ ფერებამდე (ფერბერიტი).

ხაზის ფერი რუხი-შავი (ფერბერიტი), მოყვითალო-ღია რუხი (ჰიუბნერიტი).

ელვარება მინისებრი (ტკეჩვადობის სიბრტყეზე) სხვა მიმართულებით ცხიმისებრი. ნახევრად მეტალური.

ტკეჩვადობა (010)- ის მიმართ სრული.

სიმაგრე 4—4.4.

ხვედრითი წონა 7.1—7.5 (იზრდება რკინის შემცველობის ზრდის შესაბამისად).

მონატეხი უსწორმასწორო.

დიაგნოსტიკური ნიშნები. ვოლფრამიტი ადვილად გამოიცნობა მორუხო-შავი ფერით, კრისტალთა ფირფიტისებრი იერით, მაღალი კუთრი წონით, ერთი მიმართუ-

ლებით სრული ტკეჩვადობით, ლღობის მაღალი ტემპერატურით (3410°C). ვოლფრამიტი შეიძლება აგვერიოს შავ სფალერიტში. ამ უკანასკნელს გააჩნია იზომეტრული ფორმის კრისტალები, რამდენიმე მიმართულებით ტკეჩვადობა და ნაკლები კუთრი წონა.

წარმოშობა. შეელიტთან შედარებით ვოლფრამიტი იშვიათი მინერალია. ის ძირითადად მაღალტემპერატურულ ჰიდროთერმულ ძარღვებში, ჰიდროთერმულად ან პნევმატოლითურად შეცვლილ გრანიტული შედგენილობის ქანებშია (გრეიზენები) — კასიტერიტთან, კვარცთან, პირიტთან, ქალკოპირიტთან, ბერილთან, ტურმალინთან, მოლიბდენიტთან და ფლუორიტთან ასოციაციაში. შეიძლება გაჩნდეს ზოგიერთ საშუალო- და დაბალტემპერატურულ ჰიდროთერმულ ძარღვებში სულფიდებთან, კასიტერიტთან, სიდერიტთან, შეელიტთან ერთად. როგორც მდგრადი მინერალი, გროვდება ალუვიურ ნალექებში.

საბადოები. საქართველოში ვოლფრამიტის საბადოები ცნობილია ონის რაიონში (ნოცარას ქედი, ზოფხითო). საზღვარგარეთის ქვეყნებიდან რუსეთში (ბაიკალისპირეთში), ყაზახეთში, ჩეხოსლოვაკიაში, ჩინეთში, ავსტრალიაში, ბირმაში, მონღოლეთში, ტაილანდში, ესპანეთში, პორტუგალიაში, აშშ (ნევადის, კოლორადოსა და სამხრეთ დაკოტას შტატები) და სხვ.

შეცვლა. ზედაპირულ პირობებში ვოლფრამიტი შედარებით მდგრადი მინერალია. ქმნის საკმაოდ დიდ დანაგროვებს ქვიშრობებში. ზოგჯერ ადგილი აქვს ვოლფრამიტის შეელიტით ჩანაცვლების მოვლენებს. ჰიპერგენული პროდუქტების სახით ვოლფრამიტის ხარჯზე ჩნდება ყვითელი ფერის ე.წ. ,,ვოლფრამიტის ოქრა''.

გამოყენება. არის ვოლფრამის მთავარი მადანი. მისგან შეიძლება მიღებულ იქნეს Sc, Nb, Ta. გამოიყენება, როგორც მალეგირებელი დანამატი სპეციალური ხარისხის

ფოლადის მისაღებად; სწრაფმჭრელი ინსტრუმენტების, ელექტრონათურებში ვარვარების ძაფების, რენტგენის მილების ანტიკათოდების, ბასრი იარაღებისა და ცეცხლგამძლე ტანსაცმლის დასამზადებლად. ვოლფრამიტს დიდი სიმაგრის გამო ზოგჯერ ბურღვით საქმეში ალმასის ნაცვლადაც ხმარობენ.

ვულფენიტი, $Pb[MoO_4]$. Wulfenit

სახელწოდება. სახელი დაექვა ავსტრიელი მინერალოგის, ხ. ვულფენის პატივსაცემად.

ქიმიზმი. PbO=60.8%, MoO_2=39.2%. Pb შეიძლება ჩაინაცვლოს Ca; ზოგჯერ მინარევების სახით შეიცავს: W,Cr, V. აქვს შეელიტის ტიპის კრისტალური სტრუქტურა.

სინგონია, სიმეტრიის კლასი, სივრცობლივი ჯგუფი. ტეტრაგონული. ტეტრაგონული ბიპირამიდის კლასი. L^4 PC; 4/m.

კრისტალოგრაფია. ჩვეულებრივ გვხვდება კვადრატული კვეთის ფირფიტისებრი კრისტალების სახით. ზოგჯერ ქმნის მრჩობლებს (001) მიმართ.

ფიზიკური თვისებები:

ფერი ყვითელი, ნარინჯისფერი, ზეთისხილისებრ მწვანე, წითელი, რუხი.

ხაზის ფერი თეთრი.

ელვარება მინისებრი, ალმასისებრამდე.

ტკეცვადობა (101) მიმართ შესამჩნევი.

სიმაგრე 3.

ხვედრითი წონა 6.5—7 (მცირდება Pb ალციუმით ჩანაცვლების შემთხვევაში; იზრდება Mo ვოლფრამით ჩანაცვლების შემთხვევაში).

ძლიერ მსხვრევადია.

დიაგნოსტიკური ნიშნები. ადვილად გამოიცნობა კვადრატული კვეთის ფირფიტისებრი კრისტალებით, ფერით, ელვარებით და ტყვიის სხვა მინერალებთან ასოციაციით. იხსნება კონცენტრირებულ მჟავებში.

წარმოშობა. ვულფენიტი მეორადი მინერალია. ჩნდება ტყვიის შემცველი საბადოების დაჟანგვის ზონაში. ჩვეულებრივ გვხვდება კალციტთან, ცერუსიტთან, ლიმონიტთან, ვანადინიტთან, პირომორფიტთან ასოციაციაში.

საბადოები. საქართველოში ვულფენიტის საბადოები არ არის. საზღვარგარეთის ქვეყნებიდან ცნობილია აშშ (იუტას, არიზონასა და ნევადის შტატები), იუგოსლავიაში (ტრეპჩა), ყაზახეთში და სხვ.

გამოყენება. არის მოლიბდენის მეორეხარისხოვანი მადანი.

15

VIIIკლასი. ფოსფატები, არსენატები და ვანადატები

აღნიშნული კლასის მინერალები წარმოადგენს ფოსფორის, დარიშხანისა და ვანადიუმის მჟავას მარილებს. მასში გაერთიანებულია დაახლოებით 240—300 მინერალი, რომლებიც დიდი რიცხოვნების მიუხედავად უმნიშვნელო როლს ასრულებს მიწის ქერქის აგებულებაში (0.75%).

ამ კლასის მინერალების კრისტალური სტრუქტურები ხასიათდება სამვალენტოვანი ანიონური კომპლექსებით, შესაბამისად $[PO_4]^{3-}$, $[AsO_4]^{3-}$ და $[VO_4]^{3-}$. ამ კლასში გაერთიანებული მინერალების შემქმნელი მთავარი კათიონებია: Ca, Al, Fe, Cu, Co, Ni — [OH], F, Cl დამატებითი ანიონებით. ზოგჯერ მონაწილეობს კრისტალიზაციური წყალიც. მინერალების დიდი ნაწილისათვის დამახასიათებელია კოვალენტური ბმის ქიმიური კავშირები ანიონურ კომპლექსებს შორის, ხოლო იონური — კათიონებსა და ანიონებს შორის. ჰიდროქსილშემცველ ფოსფატებსა და მათ მსგავს ნაერთებში მნიშვნელოვან როლს ასრულებს წყალბადური ტიპის ქიმიური კავშირები.

ფოსფატები ძირითადად ტრიგონულ და ჰექსაგონურ სინგონიებში კრისტალდება, არსენატები და ვანადატები — რომბულსა და ტეტრაგონულ სინგონიებში.

აღნიშნული კლასის მინერალებში ფართოდ არის წარმოდგენილი იზოვალენტური და ჰეტეროვალენტური იზომორფიზმის მოვლენები. მნიშვნელოვნად ჭარბობს იზოვა-

ლენტური იზომორფიზმი როგორც ანიონურ, ისე კათიონურ ნაწილში. Ca^{2+} იონები კათიონურ ნაწილში ახატიტსა და სხვა ფოსფატებში ხშირად ანაცვლებს Sr და TR ჯგუფის ელემენტებს, ხოლო Fe იონები —Mn, Co და Ni იონებს. იზომორფიზმის მოვლენები აღინიშნება ასევე დამატებით ანიონურ ნაწილშიც —$[OH]^{1-}$, $[Cl]^{1-}$, $[F]^{2-}$ და $[O]^{2-}$ შორის. მეტად შეზღუდულია იზომორფიზმი $[PO_4]^{3-}$ და $[AsO_4]^{3}$ ანიონებს შორის. ფოსფატების კლასის მინერალები გამოირჩევა კრისტალთა ფორმების მრავალნაირობით. ფოსფატებისა და მათი მსგავსი ნაერთების უმრავლესობა კრისტალდება წაგრძელებული, პრიზმული, ნემსისებური იერის კარგად განვითარებული კრისტალების სახით. წყლიანი ფოსფატები ხშირად ივითარებს ფირფიტოვანი იერის კრისტალებს. გვხვდება ქერქების, წანაცხებების, მარცვლოვანი, ბოჭკოვანი, სხივოსნური, ქერცლოვანი აგრეგატების სახით.

ფოსფატების კლასის მინერალთა უმრავლესობას ახასიათებს ფერთა მრავალგვარობა, რაც განპირობებულია ქრომოფორ-ელემენტების მონაწილეობით. მაგალითად, Fe შემცველ ფოსფატებს აქვს რუხი, მოყვითალო და მოლურჯო შეფერვა, Mn – ვარდისფერი, Co — მოწითალო-ვარდისფერი, Cu — მწვანე სხვადასხვა ტონებში.

ფოსფატებისა და მათი მსგავსი ნაერთების უმრავლესობას აქვს ეკზოგენური წარმოშობა, შედარებით მცირე ნაწილს — ენდოგენური (ახატიტი, მონაციტი). ისინი მონაწილეობს მაგმურ ქანებში — ძირითადად აქცესორების სახით. ასევე წარმოადგენს სკარნული, ჰიდროთერმული და პნევმატოლითური პროცესების პროდუქტებს. ჩნდება სულფიდური მადნეული საბადოების დაჟანგვის ზონაში ცხელი ტროპიკული კლიმატის პირობებში. იშვიათი მინებისა და რადიოაქტიული ელემენტების შემცველი ფოსფატები ილექება მდინარეულ და ზღვის სანაპირო ზოლში

ქვიშრობების სახით. თითქმის ყველა ვანადატები და არსენატები ჩნდება ჰიპერგენულ პირობებში. ფოსფატების კლასის ზოგიერთი მინერალი ჩნდება თითქმის ყველა მინერალწარმომქმნელ პროცესში (მაგ. აპატიტი).

აღიშნული კლასის მინერალები გამოიყენება: U, Co, Ni, U, V და მათი შემცველი მინერალების ძებნისათვის. ფოსფატების კლასის მინერალებიდან ყველაზე ფართო გავრცელებით სარგებლობს აპატიტი, რომელიც მნიშვნელოვან ინტერესს წარმოადგენს პრაქტიკული და გეოქიმიური თვალსაზრისით.

სისტემატიკა

ფოსფატების, არსენატებისა და ვანადატების კლასში გამოყოფენ: მარტივი უწყლო ფოსფატების, წყლიანი მარტივი ფოსფატების, ჰიდროქსილ ან ჰალოგენ-იონების შემცველ უწყლო ფოსფატების, ჰიდროქსილ-იონების შემცველ წყლიანი ფოსფატების ქვეკლასებს.

უწყლო მარტივი ფოსფატები

მონაციტი (Ce,La, Nd, Th) PO_4

წყლიანი მარტივი ფოსფატები და არსენატები

ვივიანიტი $Fe_3[PO_4]_2.8H_2O$

ერიტრინი $Co_3[AsO_4]_2 .8H_2O$

ანაბერგიტი $Ni_3[AsO_4]_2 .8H_2O$

ჰიდროქსილ ან ჰალოგენ-იონების შემცველი უწყლო ფოსფატები და ვანადატები

აპატიტი $Ca_5[Po_4]_3[F,Cl,OH]$

პირომორფიტი $Pb_5[PO_4]_3Cl$

ვანადინიტი $Pb_5[VO_4]_3 Cl.$

ჰიდროქსილ-იონების შემცველი წყლიანი ფოსფატები

ფირუზა $CuAl_6[PO_4]_4[OH]_8 .5H_2O$

უწყლო მარტივი ფოსფატები

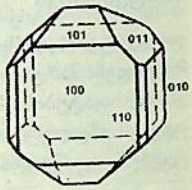
მონაციტი, (Ce, La, Nd, Y, Th) $[PO_4]$. Monazit

სახელწოდება. სახელი დაერქვა ბერძნული სიტყვა ''მონაიძენი''-ის მიხედვით, რაც განმარტოებულს, განდეგილს, ეულს ნიშნავს (აქედან წარმოდგება სიტყვა მონაზონი).

ქიმიზმი. Ce_2O_3=21-32%, La_2O_3=37.90%, ThO_2=30-32%, UO_2=7%. შეიცავს Mg, Fe, Mn, Al-ს იზომორფული მინარევების სახით.

სინგონია, სიმეტრიის კლასი, სივრცობრივი ჯგუფი. მონოკლინური. პრიზმის კლასი. L^2PC; 2/m.

კრისტალოგრაფია. კრისტალების სახით იშვიათია. ზოგჯერ განვითარებულია პრიზმული, პირამიდული, ფირფიტისებრი, იზომეტრული ეული კრისტალების სახით (სურ. 87). პრიზმები ხშირად დაშტრიხულია. ქმნის შეზრდის ან ჯვრის მსგავს მრჩობლებს (100) მიმართ.



სურ. 87.
მონაციტის კრისტალი

ფიზიკური თვისებები:

ფერი ყვითელი, მონითალო, ყავისფერი, თეთრი, შავი, რუხი, მწვანე.

ხაზის ფერი თითქმის თეთრი.

ელვარება ფისისებრი, ცვილისებრამდე.

ტკეჩვადობა (100) მიმართ არასრული.

სიმაგრე 5—5.5.

ხვედრითი წონა 4.9—5.5.

მონატეხი საფეხურისებრი, ნიჟარისებრი.

მსხვრევადია, სუსტად მაგნიტური, გამჭვირვალე და Th მინარევების გამო რადიოაქტიური.

დიაგნოსტიკური ნიშნები. ადვილად გამოიცნობა კრისტალთა ფორმებით, სიმაგრით, მაღალი კუთრი წონით, სუსტი რადიოაქტიურობით, HCl-ში უხსნადობით. ულტრაიისფერ სხივებში ზურმუხტისებრ-მწვანე ლუმინესცენციით. მონაციტის ფხვნილის H_2SO_4 ხსნარში დასველებისას და შემდგომ გახურებით ალი იფერება მწვანედ. მიაგავს გრანატებს. მათგან განსხვავდება ტკეჩვადობით და დაბალი სიმაგრით.

წარმოშობა. მონაციტი არის მაგმური და პეგმატიტური წარმოშობის მინერალი. ის აქცესორების სახით გვხვდება გრანიტულ პეგმატიტებში, ნეფელინიან სიენიტებსა და ზოგიერთ გნეისებში მინდვრის შპატებთან, ცირკონთან, აპატიტთან, ილმენიტთან, ურანინიტთან ასოციაციაში. გრანიტულ პეგმატიტებში ნანახია მონაციტის რამდენიმე სანტიმეტრის ზომის კრისტალები. მონაციტის სამრეწველო მნიშვნელობის დანაგროვები, მომრგვალებული ყავისფერი მარცვლების სახით გვხვდება ქვიშრობებში — მაგნეტიტთან, რუტილთან, ცირკონთან ერთად. აქ მონაციტი ჩნდება გრანიტების გამოფიტვის ხარჯზე. მონაციტი განვითარებულია ალპური ტიპის ძარღვებში, ჰიდროთერმულად შეცვლილ გრეიზენიზებულ საბადოებში და მეტამორფულ ქანებში (გნეისები).

საბადოები. საქართველოში მონაციტის საბადოები არ არის. საზღვარგარეთის ქვეყნებიდან ცნობილია: რუსეთში (ურალი-ილმენის მთები, ალტაის მხარე), ნორვეგიაში, ბრაზილიაში (მინას — ჟერაისი), ფინეთში, ინდოეთში, ავსტრიაში, მადაგასკარზე, აშშ (ჩრდილო კაროლინის და ფლორიდის შტატები) და სხვ.

შეცვლა. დედამიწის ზედაპირზე მონაციტი მდგრადი მინერალია, თუმცა არის შემთხვევები, როდესაც მონაცი-

ტის შეცვლის ხარჯზე ყვითელი ფერის ქერქების სახით ჩნდება რაბდოფანიტი (Ce, TR) $[PO_4]$ 0.5 H_2O).

გამოყენება. არის იშვიათი მინაელემენტებისა და თორიუმის მადანი. ხმარობენ საღებავებად, განსაკუთრებული ხარისხის მინების დასამზადებლად, კატალიზატორებად ქიმიურ მრეწველობაში და სხვ.

წყლიანი მარტივი ფოსფატები და არსენატები

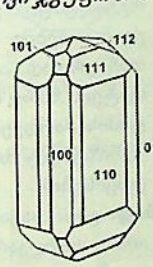
ვივიანიტი, $Fe_3[PO_4]_2 8H_2O$. Vivianit

სახელწოდება. სახელი დაერქვა მისი აღმომჩენის — ინგლისელი მინერალოგ დ.ვივიანის პატივსაცემად.

ქიმიზმი. FeO=43,0%, P_2O_5=28%. მინარევების სახით შეიცავს: Mn, Ca, Mg.

სინგონია, სიმეტრიის კლასი, სივრცობრივი ჯგუფი. მონოკლინური. პრიზმის კლასი. L^2PC; 2/m.

კრისტალოგრაფია. განვითარებულია რადიალურ-სხივოსნური, ბოჭკოვანი, პრიზმული (სურ. 88) და ნემსისებური კრისტალების სახით. ქმნის ქერქებს, კონკრეციებს, თირკმლისებრ, ჩხირისებრ, ვარსკვლავისებრ და სფეროსებრ აგრეგატებს. გვხვდება მიწისებრი მასების სახითაც.



სურ. 88.
ვივიანიტის კრისტალი

ფიზიკური თვისებები:

ფერი. სუფთა ვივიანიტი უფეროა და გამჭვირვალე. ჰაერზე ადვილად იჟანგება და იძენს ცისფერს, მუქ ლურჯ და რუხ- ყავისფერს.

ხაზის ფერი თეთრი (საღი კრისტალებისათვის), ცისფერი, ლურჯი ან რუხი.

ელვარება მინისებრი, ტკეჩვადობის სიბრტყეზე —სადაფისებრი.

ტკეჩვადობა (010) მიმართ სრული.

სიმაგრე 1.5—2.

ხვედრითი წონა 2.69.

მონატეხი ხიწვისებრი, უსწორმასწორო.

დიაგნოსტიკური ნიშნები. ადვილად გამოიცნობა ლურჯი და მწვანე ფერის სხვადასხვა ტონებით, სხივოსნური და ვარსკვლავისებრი აგრეგატებით და დაბალი სიმაგრით. გახურებისას კარგავს წყალს. HNO_3-თან რეაგირებისას ხსნარი იფერება ყვითლად, HCl-თან მწვანედ.

წარმოშობა. ვივიანიტი არის ტიპური ეკზოგენური წარმოშობის მეორადი მინერალი. ჩნდება კოლჩედანური საბადოების დაჟანგვის ზონაში — გოეთიტთან და სიდერიტთან ერთად. ნანახია ზოგიერთ ჰიდროთერმულ ძარღვებში — კასიტერიტთან. კონკრეციების სახით გვხვდება თიხებში, ჩნდება ტორფში, საპროპელიტებში. ნაპოვნია განამარხებული ნიჟარების სიცარიელეებში.

საბადოები. საქართველოში ვივიანიტის საბადოები არ არის. საზღვარგარეთის ქვეყნებიდან ცნობილია უკრაინაში, რუსეთში (მოსკოვის ოლქის ტორფის საბადოები), გერმანიაში, იუგოსლავიაში, ბოლივიაში და სხვ.

შეცვლა. დედამიწის ზედაპირზე ვივიანიტი არამდგრადი მინერალია. ადვილად იჟანგება რკინის ფოსფატების წარმოქმნით.

გამოყენება. ვივიანიტი არის ძვირფასი ნედლეული იაფასიანი საღებავების დასამზადებლად.

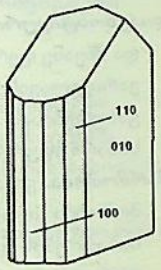
ერიტრინი, $Co_3[AsO_4]_2\ 8H_2O$. Erithrin

სახელწოდება. სახელი დაერქვა ლათინური სიტყვის ''ერიტრო''-ს მიხედვით, რაც წითელს ნიშნავს.

ქიმიზმი .Co=37%, As_2O_5=38.5%. მინარევების სახით თითქმის ყოველთვის შეიცავს: Ni, Mg, Ca, მინერალის სტრუქტურაში Ni ჩვეულებრივ ანაცვლებს Co-ს.

სინგონია, სიმეტრიის კლასი, სივრცობრივი ჯგუფი. მონოკლინური. პრიზმის კლასი. L^2 PC; 2/m.

კრისტალოგრაფია. კრისტალების სახით იშვიათია. გეხვდება მცირე ზომის პრიზმული (სურ.89), ნემსისებრი C ღერძის გასწვრივ წაგრძელებული კრისტალები ვერტიკალური შტრიხებით. ჩვეულებრივ განვითარებულია ნადენი ფორმების, ქერქების, სხივოსნური, მინისებრი, მტევნისებრი, თირკმლისებრი აგრეგატების სახით. ქმნის დრუზებს.



სურ. 89. ერიტრინის კრისტალი

ფიზიკური თვისებები:

ფერი ვარდისფერი, ჟოლოსებრ წითელი, ატმისებრ წითელი, უფერო, ბაცი ვარდისფერი, რუხი.

ხაზის ფერი ვარდისფერი, თეთრი.

ელვარება ტკეჩვადობის სიბრტყეზე ალმასისებრი ან სადაფისებრი, მარცვლოვან აგრეგატებში — მქრქალი.

ტკეჩვადობა (010) მიმართ სრული.

სიმაგრე 1.5—2.5.

ხვედრითი წონა 3.05.

მონატეხი საფეხურისებრი, ხიწვისებრი.

მსხვრევადია.

დიაგნოსტიკური ნიშნები: ადვილად გამოიცნობა ვარდისფერით და კობალტის მინერალებთან ასოციაციით.

გახურებისას გამოყოფს წყალს და დარიშხანის სუნს. მარილის სიმჟავესთან რეაგირებისას ხსნარი იძენს ვარდისფერ-წითელ ფერს.

წარმოშობა. ერიტრინი იშვიათი მეორადი მინერალია. წარმოიშობა კობალტისა და ნიკელის არსენიდების შემცველი მადნეული საბადოების დაჟანგვის ზონაში.

საბადოები. საქართველოში ერიტრინის საბადოები არ არის. საზღვარგარეთის ქვეყნებიდან ცნობილია: აზერბაიჯანში (დაშქესანი), გერმანიაში, აშშ (ონტარიოს შტატი), კანადაში, კობალტში (ონტარიოს პროვინცია) და სხვ.

გამოყენება. ერიტრინი არ არის სამრეწველო ღირებულების მინერალი. შეიძლება გამოყენებულ იქნეს კობალტის შემცველი სხვა მინერალების ძებნისათვის.

ანაბერგიტი, $Ni_3[AsO_4]_2 \cdot 8H_2O$. Annabergit

სახელწოდება. სახელი დაერქვა ანაბერგის საბადოს (გერმანია) მიხედვით.

ქიმიზმი. $NiO=37.5\%$, $AS_2O_3=38.5\%$.

სინგონია, სიმეტრიის კლასი, სივრცობრივი ჯგუფი. მონოკლინური. პრიზმის კლასი. L^2PC; $2m$.

კრისტალოგრაფია. კრისტალების სახით იშვიათია. გვხვდება პრიზმულ-ნემსისებრი იერის კრისტალების სახით, ხშირად დაშტრიხვით. ქმნის ბოჭკოვან, წვრილკრისტალურ და ფირფიტისებრ აგრეგატებს, ქერქებს, გამონაფიფქებს, წანაცხებებს და მიწისებრ მასებს.

ფიზიკური თვისებები:

ფერი ვაშლისებრ მწვანე, ბაცი მწვანე; თეთრი (კალციუმის გაზრდილი შემცველობის გამო).

ხაზის ფერი თეთრი.

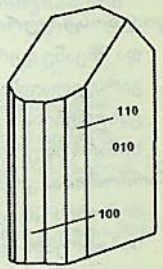
ერიტრინი, $Co_3[AsO_4]_2 \cdot 8H_2O$. Erithrin

სახელწოდება. სახელი დაერქვა ლათინური სიტყვის ''ერიტრო''-ს მიხედვით, რაც წითელს ნიშნავს.

ქიმიზმი .Co=37%, As_2O_5=38.5%. მინარევების სახით თითქმის ყოველთვის შეიცავს: Ni, Mg, Ca, მინერალის სტრუქტურაში Ni ჩვეულებრივ ანაცვლებს Co-ს.

სინგონია, სიმეტრიის კლასი, სივრცობრივი ჯგუფი. მონოკლინური. პრიზმის კლასი. L^2 PC; 2/m.

კრისტალოგრაფია. კრისტალების სახით იშვიათია. გვხვდება მცირე ზომის პრიზმული (სურ.89), ნემსისებრი C ღერძის გასწვრივ წაგრძელებული კრისტალები ვერტიკალური შტრიხებით. ჩვეულებრივ განვითარებულია ნადენი ფორმების, ქერქების, სხივოსნური, მიწისებრი, მტევნისებრი, თირკმლისებრი აგრეგატების სახით. ქმნის დრუზებს.



სურ. 89. ერიტრინის კრისტალი

ფიზიკური თვისებები:

ფერი ვარდისფერი, ჟოლოსებრ წითელი, ატმისებრ წითელი, უფერო, ბაცი ვარდისფერი, რუხი.

ხაზის ფერი ვარდისფერი, თეთრი.

ელვარება ტკეჩვადობის სიბრტყეზე ალმასისებრი ან სადაფისებრი, მარცვლოვან აგრეგატებში — მქრქალი.

ტკეჩვადობა (010) მიმართ სრული.

სიმაგრე 1.5—2.5.

ხვედრითი წონა 3.05.

მონატეხი საფეხურისებრი, ხიწვისებრი.

მსხვრევადია.

დიაგნოსტიკური ნიშნები: ადვილად გამოიცნობა ვარდისფერით და კობალტის მინერალებთან ასოციაციით.

გახურებისას გამოყოფს წყალს და დარიშხანის სუნს. მარილის სიმჟავესთან რეაგირებისას ხსნარი იძენს ვარდისფერ-წითელ ფერს.

წარმოშობა. ერიტრინი იშვიათი მეორადი მინერალია. წარმოიშობა კობალტისა და ნიკელის არსენიდების შემცველი მადნეული საბადოების დაჟანგვის ზონაში.

საბადოები. საქართველოში ერიტრინის საბადოები არ არის. საზღვარგარეთის ქვეყნებიდან ცნობილია: აზერბაიჯანში (დაშქესანი), გერმანიაში, აშშ (ონტარიოს შტატი), კანადაში, კობალტში (ონტარიოს პროვინცია) და სხვ.

გამოყენება. ერიტრინი არ არის სამრეწველო ღირებულების მინერალი. შეიძლება გამოყენებულ იქნეს კობალტის შემცველი სხვა მინერალების ძებნისათვის.

ანაბერგიტი, $Ni_3[AsO_4]_2\ 8H_2O$. Annabergit

სახელწოდება. სახელი დაერქვა ანაბერგის საბადოს (გერმანია) მიხედვით.

ქიმიზმი. $NiO=37.5\%$, $AS_2O_3=38.5\%$.

სინგონია, სიმეტრიის კლასი, სივრცობრივი ჯგუფი. მონოკლინური. პრიზმის კლასი. L^2PC; 2m.

კრისტალოგრაფია. კრისტალების სახით იშვიათია. გვხვდება პრიზმულ-ნემსისებრი იერის კრისტალების სახით, ხშირად დაშტრიხვით. ქმნის ბოჭკოვან, წვრილკრისტალურ და ფირფიტისებრ აგრეგატებს, ქერქებს, გამონაფიფქებს, წანაცხებებს და მიწისებრ მასებს.

ფიზიკური თვისებები:

ფერი ვაშლისებრ მწვანე, ბაცი მწვანე; თეთრი (კალციუმის გაზრდილი შემცველობის გამო).

ხაზის ფერი თეთრი.

ელვარება მინისებრი.
ტკეჩვადობა (010) მიმართ სრული.
სიმაგრე 2.5—3
ხვედრითი წონა 3.
მონატეხი საფეხურისებრი.
დიაგნოსტიკური ნიშნები. ადვილად გამოიცნობა ფერით, ნიკელის არსენიდებთან ასოციაციით.
წარმოშობა. ანაბერგიტი არის მეორადი წარმოშობის მინერალი. ჩნდება ნიკელის შემცველი საბადოების დაჟანგვის ზონაში.
საბადოები. საქართველოში ანაბერგიტის საბადოები არ არის. საზღვარგარეთის ქვეყნებიდან ცნობილია გერმანიაში (ანაბერგისა და შენბერგის საბადოები), კობალტში (ონტარიოს პროვინცია), კანადაში და სხვ.
გამოყენება. ანაბერგიტი არის ნიკელის შემცველი მადნების საძიებო ნიშანი.

ჰიდროქსილ ან ჰალოგენ-იონების შემცველი უწყლო ფოსფატები და ვანადატები

ამ ქვეკლასში შედის აპატიტის ჯგუფი, რომელიც თავის მხრივ ორ რიგად იყოფა — აპატიტისა და პირომორფიტის. აქ განვიხილავთ მხოლოდ ბუნებაში ფართოდ გავრცელებულ და პრაქტიკულად ღირებულ მინერალებს: აპატიტს (აპატიტის რიგი), პირომორფიტს და ვანადინიტს (პირომორფიტის რიგი).

აპატიტი, $Ca_5[PO_4]_3[F, Cl, OH]$. Apatit

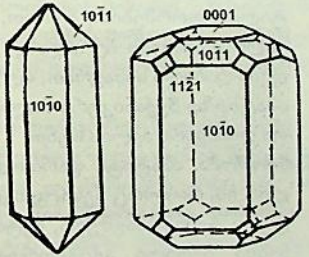
სახელწოდება. ბერძ.''აპატაო''—ვატყუებ (აპატიტს კრისტალების გარეგნული იერის გამო დიდი ხნის განმავლობაში განიხილავდნენ ბერილად და ტურმალინად).

ქიმიზმი. P_2O_5=42.26%, CaO=42.06%, F=1.25%, Cl=2.33%, იზომორფული მინარევების სახით თითქმის ყოველთვის შეიცავს: Sr, Mn, Y, TR, Mg, Al, Th. აპატიტის კრისტალური სტრუქტურა ძენკვისებრია. ძენკვის მოტივი განისაზღვრება იმით, რომ Ca იონები ქმნის C ღერძის პარალელურ, [PO4] ტეტრაედრული ჯგუფებით ერთმანეთთან დაკავშირებულ, ერთმაგ და სამმაგ უწყვეტ ძენკვებს. ერთმაგ ძენკვში Ca თითოეული იონი დაკავშირებულია ჟანგბადის ცხრა იონთან, ხოლო სამმაგ ძენკვში ჟანგბადის 7 იონის გარემოცვაში იმყოფება.

ნაირსახეობები. ფტორაპატიტი — $Ca_5[PO_4]_3[F]$, ქლორაპატიტი — $Ca_5[PO_4]_3[Cl]$, ჰიდროქსილ აპატიტი — $Ca_5[PO_4]_3[OH]$, კარბონატ აპატიტებს ანუ ფოსფორიტებს უწოდებენ აპატიტის $[CO_3]^{2-}$ ჯგუფის შემცველ ნაირსახეობას $Ca_5[PO_4, CO_3]_3$ (ტაბ. 7.1).

სინგონია, სიმეტრიის კლასი, სივრცობრივი ჯგუფი. ჰექსაგონური. ჰექსაგონური ბიპირამიდის კლასი. L^6PC; 6/m.

კრისტალოგრაფია. ჩვეულებრივ წარმოდგენილია გრძელი ბიპირამიდულ-პრიზმული იერის კარგად განვითარებული კრისტალების სახით — ჰექსაგონური პრიზმისა და ბიპირამიდის კომბინაციით (სურ.90, ტაბ.7.2). პრიზმის წახნაგზე ხშირად დაიკვირვება



სურ.90. აპატიტის კრისტალი

შტრიხები. გვხვდება ასევე ფირფიტისებრი, მარცვლოვანი, მასიური, მჭიდრო, თირკმლისებრი, ფარულკრისტალური, მიწისებური, სხივოსნური, შაქრისებრი აგრეგატების სახით. ქმნის ოოლითებს, კონკრეციებსა და სტალაქტიტებს. ზოგჯერ აპატიტის კრისტალები გიგანტურ ზომებს აღწევს (კვებეკის (კანადა) საბადოზე ნანახი იქნა 250 კგ წონის აპატიტის კრისტალი).

ფიზიკური თვისებები:

ფერი. ხასიათდება ფერთა ფართო სპექტრით: უფერო, მომწვანო-მოყვითალო, მოცისფრო-მწვანე, ზეთისხილისებრ მწვანე, მოყვითალო-მწვანე, მოლურჯო-მწვანე, რუხი-წითელი, ბაცი ვარდისფერი, იისფერი, აგურისებრ წითელი, ყავისფერი, შავი (ფოსფორიტები).

ხაზის ფერი თეთრი.

ელვარება მინისებრი, ცხიმოვანი.

ტკეჩვადობა (0001) მიმართ არასრული.

სიმაგრე 5 (იფხაჭნება დანით).

ხვედრითი წონა 3—3.25.

მონატეხი ნიჟარისებრი, უსწორმასწორო.

მსხვრევადია, მჟავებში არ იხსნება, ახასიათებს ლუმინესცენციის მოვლენები.

დიაგნოსტიკური ნიშნები. ადვილად გამოიცნობა კრისტალთა ფორმებით, ფერით, ელვარებით და სიმაგრით. ძალიან მიაგავს ბერილს და კვარცს. მათგან განსხვავდება დაბალი სიმაგრით, ფერით და კრისტალთა იერით. აპატიტზე მექანიკური ძალის ზემოქმედებით გამოიყოფა დამწვარი ძვლის სუნი.

წარმოშობა. აპატიტი ფართოდ გავრცელებული მინერალია. ის, როგორც წესი, გვხვდება თითქმის ყველა გენეტური ტიპის (მაგმური, მეტამორფული, დანალექი) ქანებში წვრილი აქცესორული კრისტალების სახით. გვხვდება ჰიდროთერმული წარმოშობის პეგმატიტურ

ძარღვებში (ამ ტიპის ძარღვებში ნანახია 250 მმ სიგრძის აპატიტის კრისტალი მუსკოვიტთან ერთად). ნეფელინიან სიენიტებში ნეფელინთან ერთად წარმოადგენს ძირითად ქანმაშენ მინერალს. გვხვდება ალპური ტიპის ძარღვებში. არის კონტაქტ-მეტასომატური მინერალი ფლოგოპიტთან, კალციტთან, დიოპსიდთან ასოციაციაში. ფოსფორიტების სახით წარმოიშობა კირქვებისა და დოლომიტების მეტასომატური გარდაქმნის ხარჯზე — მათზე აღმავალი ხსნარების ზემოქმედებით. ფოსფორიტები ჩნდება ასევე ქიმიური, ბიოგენური და ბიოქიმიური გზით.

საბადოები. საქართველოში აპატიტის საბადოები არ არის. საზღვარგარეთის ქვეყნებიდან აპატიტის მსოფლიო მნიშვნელობის საბადოებია: რუსეთში (კოლის ნახევარკუნძულზე ხიბინის მთების ნეფელინიან სიენიტებთან დაკავშირებული აპატიტის საბადო, მუშავდება 1929 წლიდან), უკრაინაში, ყაზახეთში, მაროკოში, ალჟირში, ტუნისში, შვეიცარიაში, ესპანეთში, კანადაში, აშშ (ჩრდილო კაროლინის, კალიფორნიის, ფლორიდის შტატები) და სხვ.

შეცვლა. აპატიტი მდგრადი მინერალია; დიდი რაოდენობით გროვდება ქვიშრობებში. ქმნის ფსევდომორფოზებს ფირუზისა და კაოლინიტის მიმართ. აპატიტის მიმართ ფსევდომორფოზებს ქმნის მუსკოვიტი. გვხვდება ასევე ფსევდომორფოზები ცხოველური და მცენარეული ნატეხების მიმართ.

გამოყენება. აპატიტი არის ფოსფორის მიღების მთავარი წყარო. ძვირფასი ნედლეულია ფოსფატების სასუქების წარმოებაში, ფოსფორისა და მისი შენაერთების, ორთოფოსფორმჟავას, იშვიათი მიწებისა და სტრონციუმის მისაღებად. აპატიტის ლამაზი შეფერილობის გამჭვირვალე კრისტალებს ზოგჯერ მორთულობების დასამზადებლადაც იყენებენ.

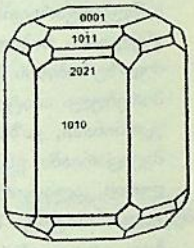
პირომორფიტი, $Pb_5[PO_4]_3$ Cl. Pyromorphit

სახელწოდება. ბერძ. ''პიროს'' ცეცხლს ნიშნავს, ''მორფე'' — ფორმას. გალღობისას პირომორფიტი ბურთულებს წარმოქმნის, რომლებიც გაცივებისას კრისტალის ფორმას იძენენ.

ქიმიზმი. სუფთა პირომორფიტში PbO=82.2%, P_2O_5=15.7%, ხშირად ადგილი აქვს $[PO_4]_3$ ჯგუფის ჩანაცვლებას $[AsO_4]_3$ ჯგუფით. კრისტალური სტრუქტურა აპატიტის სტრუქტურის მსგავსია.

სინგონია, სიმეტრიის კლასი, სივრცობრივი ჯგუფი. ჰექსაგონური. ჰექსაგონური ბიპირამიდის კლასი. L^6PC; 6/m.

კრისტალოგრაფია. ჩვეულებრივ გვხვდება პრიზმული იერის კარგად განვითარებული კრისტალების სახით — ბაზოპინაკოიდის წახნაგით. ხშირად ქმნის მომრგვალებულ და კასრისებრ ფორმებს (სურ. 91). გვხვდება ქერქების, მარცვლოვანი აგრეგატებისა და იშვიათად თირკმლისებრი ფორმების სახით. ნანახია პირომორფიტის ფსევდომორფოზები გალენიტის მიმართ.



სურ.91. პირომორფიტის კრისტალი

ფიზიკური თვისებები:

ფერი მწვანე, ბალახისებრ-მწვანე, ყვითელი, ყავისფერი, ნარინჯისებრ-ყავისფერი, ყვითელი, თეთრი.

ხაზის ფერი თეთრი

ელვარება ალმასისებრი, ფისისებრი.

ტკეჩვადობა (10 $\bar{1}$1) ძლიერ არასრული (თითქმის არ აქვს).

სიმაგრე 3.5—4.

ხვედრითი წონა 7.04.

მონატეხი უსწორმასწორო.

დიაგნოსტიკური ნიშნები. ადვილად გამოიცნობა კრისტალთა ფორმებით, ბალახისებრ-მწვანე ფერით, ალმასისებრი ძლიერი ელვარებით, მაღალი კუთრი წონით. ადვილად იხსნება HCl-ში. მიაგავს მიმეტეზიტს ($Pb_5[AsO_4]_3Cl$), რომლისაგან განსხვავება სპეციალური სილიკატური ქიმიური ანალიზების ჩატარების გარეშე შეუძლებელია.

წარმოშობა. პირომორფიტი მიმეტეზიტთან ერთად არის გალენიტის შემცველი სულფიდური საბადოების დაჟანგვის ზონის მეორადი მინერალი — ლიმონიტთან, ცერუსიტთან, იშვიათად სმიტსონიტთან, ანგლეზიტთან, მალაქიტთან ასოციაციაში. არის შემთხვევები, როდესაც პირომორფიტი ჩნდება დაბალტემპერატურულ ჰიდროთერმულ ძარღვებშიც.

საბადოები. საქართველოში პირომორფიტის საბადოები არ არის. საზღვარგარეთის ქვეყნებიდან ცნობილია რუსეთში (ურალი, იმიერბაიკალეთი და სხვ), ყაზახეთში, ზამბიაში, ბავარიაში, საქსონიაში, აშშ (პენსინვალიის, ჩრდილო კაროლინის შტატები) და სხვ.

გამოყენება. არის ტყვიის მეორეხარისხოვანი მადანი.

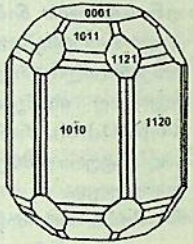
ვანადინიტი, $Pb_5[VO_4]_3Cl$. Vanadinit

სახელწოდება. სახელი უკავშირდება მის შედგენილობას.

ქიმიზმი. PbO=78.7%, V_2O_5=19.5, Cl=2.5%. Pb შეიძლება ჩაინაცვლოს Ca, Zn, Cu ხოლო V – P და As. კრისტალური სტრუქტურა აპატიტის მსგავსია.

სინგონია, სიმეტრიის კლასი, სივრცობრივი ჯგუფი. ჰექსაგონური. ჰექსაგონური ბიპირამიდის კლასი. L^6PC; 6m.

კრისტალოგრაფია. ჩვეულებრივ გვხვდება გრძელი და მოკლე პრიზმული კრისტალების სახით (1010) და (0001) ფორმებით (სურ.92). ქმნის სფეროსებრ აგრეგატებს და ქერქებს.



სურ. 92.
ვანადინიტის კრისტალი

ფიზიკური თვისებები:

ფერი ნარინჯისებრ წითელი, ყვითელი, ყავისფერი.

ხაზის ფერი თეთრი, მოყვითალო.

ელვარება ფისისებრი ალმასისებრამდე.

სიმაგრე 2.5—3.

ხვედრითი წონა 6.9.

მონატეხი უსწორმასწორო, ნიჟარისებრი.

დიაგნოსტიკური ნიშნები. ადვილად გამოიცნობა კრისტალთა ფორმებით, ელვარებითა და მაღალი ხვედრითი წონით. ძალიან მიაგავს პირომორფიტს. მათი გარჩევა ქიმიური ანალიზის გარეშე შეუძლებელია. იხსნება HNO_3 და HCl ყვითელი და მწვანე (შესაბამისად) ფერის ხსნარის წარმოქმნით.

წარმოშობა. ვანადინიტი არის ძალიან იშვიათი მეორადი მინერალი. გავრცელებულია ტყვიის შემცველი საბადოების დაჟანგვის ზონაში. ასოციაციაშია ცერუსიტთან, ანგლეზიტთან, ლიმონიტთან.

საბადოები. საქართველოში ვანადინიტის საბადოები არ არის. ცნობილი საბადოებია აშშ (არიზონასა და ნიუ მექსიკის შტატები), აფრიკაში (ნამიბია) და სხვ.

გამოყენება. არის ტყვიის მეორეხარისხოვანი მადანი.

ჰიდროქსილ - იონების შემცველი წყლიანი ფოსფატები

ფირუზი, $CuAl_6[PO_4]_4[OH]_8\,4H_2O$. Turkis

სახელწოდება სპარსულიდან ''პირუზა'' ნიშნავს გამარჯვების მომტანს. მინერალის გერმანული სახელწოდება ითარგმნება, როგორც თურქული, ე.ი იმ ქვეყნის სახელწოდებად, საიდანაც ევროპაში მე-16 საუკუნეში შემოჰქონდათ ეს მინერალი.

ქიმიზმი. Cu=9.78%, Al_2O_3=37.60%; ალუმინი ხშირად ანაცვლებს რკინას $(Cu[Al,Fe)_6[PO_4]_4[OH]_8\,4\,H_2O)$.

სინგონია, სიმეტრიის კლასი, სივრცობრივი ჯგუფი. ტრიკლინური. პინაკოიდის კლასი. C; $\bar{1}$.

კრისტალოგრაფია. კრისტალების სახით იშვიათია. ჩვეულებრივ ქმნის მასიურ, მჭიდრო, ფარულკრისტალურ აგრეგატებს. ხშირად წარმოდგენილია თირკმლისებრი, ნადენი, სტალაქტიტების, ძარღვების, ქერქების, კონკრეციების სახით. ქმნის ფსევდომორფოზებს ორთოკლაზის, აპატიტის, ცხოველების კბილებისა და ძვლების მიმართ.

ფიზიკური თვისებები:

ფერი ცისებრ ლურჯი, მოცისფრო, მწვანე, ვაშლისებრ მწვანემდე.

ხაზის ფერი მომწვანო, ბაცი მწვანე.

ელვარება ცვილისებრი.

ტკეჩვადობა (001) მიმართ სრული, (010) მიმართ კარგი.

სიმაგრე 5—6.

ხვედრითი წონა 2.6—2.8

მონატეხი ნიჟარისებრი.

დიაგნოსტიკური ნიშნები. ადვილად გამოიცნობა ცისფერი ფერებით, ცვილის ელვარებით. ძალიან მიაგავს ქრიზოკოლას ($Cu_4\ H_4[Si_4O_{10}]\ [OH]_8$, რომლისაგანაც განსხვავების დადგენა ლაბორატორიული მეთოდების გამოყენებას საჭიროებს. გახურებისას ადვილად იხსნება HCl. ხსნარი იძენს ყავისფერს.

წარმოშობა. ფირუზი არის ტიპური ეკზოგენური წარმოშობის მინერალი. ჩვეულებრივ გვხვდება წვრილი ძარღვებისა და შრეების სახით ბრექჩირებულ ქანებსა და თიხებში. ჩნდება მშრალი კლიმატის პირობებში თიხამიწით მდიდარ მაგმურ, მეტამორფულ და დანალექ ქანებზე სპილენძის შემცველი ზედაპირული წყლების მოქმედებით. მისი თანამგზავრი მინერალებია: ლიმონიტი და კაოლინიტი. ფირუზი შეიძლება წარმოიშვას დაბალტემპერატურულ (190-80^0 C) ჰიდროთერმულ მინერალწარმომშობ სტადიაზეც.

საბადოები. საქართველოში ფირუზის გამოვლინება არის მადნეულის სპილენძ-პოლიმეტალურ საბადოზე. საზღვარგარეთის ქვეყნებიდან ცნობილია: ყაზახეთში, სომხეთში, ირანში, ავსტრალიაში, ეგვიპტეში, აშშ (არიზონას, ნევადისა და კალიფორნიის შტატები) და სხვ.

გამოყენება. ფარულკრისტალურ ცისფერ ფირუზებს იყენებენ დეკორატიულ და საიუველირო ქვებად.

16
IX კლასი. სილიკატები

სილიკატების კლასში 800-მდე მინერალია გაერთიანებული. ა.ვერნადსკის გამოთვლებით ამ კლასის მინერალები მიწის ქერქის მთლიანი მასის დაახლოებით 75% შეადგენს. ბოლო დროის გამოთვლებით ეს რიცხვი 90%-მდე გაიზარდა.

სილიკატური მინერალების შექმნაში მინაწილეობს ელემენტების არცთუ ისე დიდი რაოდენობა: Si, Al, Na, K, Ca, Mg, Fe, აგრეთვე Li, Ti, Cu, Zn. სილიკატების აგებულებაში მნიშვნელოვან როლს ასრულებს დამატებითი — მარტივი და კომპლექსური ჯგუფის ანიონები ($[BO_3]$, [O], [OH], [F], [Cl]), კრისტალიზაციური, ადსორბციული და შრეთაშორისი წყლები.

განაკუთრებულია Al მნიშვნელობა სილიკატების სტრუქტურაში, სადაც ის რამდენიმე როლს თამაშობს:

Al ჩვეულებრივ ასრულებს კათიონის როლს მარტო, თუმცა ხშირ შემთხვევაში მონაწილეობს ანიონების უარყოფითი მუხტის გამანეიტრალებელ სხვა მეტალების კათიონებთან ერთად და იჭერს პოზიციას ოქტაედრულ სიცარიელეებში. მაგალითად, კაოლინიტის ტიპის სტრუქტურაში ($Al_4[Si_4O_{10}][OH]_8$) Al ასრულებს კათიონის როლს, იმყოფება ჟანგბადის ექვსი იონის გარემოცვაში.

Al შედის ანიონურ რადიკალში, განლაგებულია ტეტრაედრულ სიცარიელეებში, ანაცვლებს Si და მის ადეკვატურ პოზიციას იჭერს (ზოგჯერ ალუმინს სილიციუმის იმიტატორ-

საც უწოდებენ). მაგალითად, ორთოკლაზში ($K[AlSi_3O_8]$) Al შედის მინერალის ანიონურ რადიკალში, იმყოფება ჟანგბადის ოთხი იონის გარემოცვაში და განლაგებულია სილიციუმჟანგბადოვანი ტეტრაედრის ცენტრში.

Al სილიკატების დიდ ნაწილში ერთდროულად ასრულებს ორივე როლს. მაგალითად, მუსკოვიტის ტიპის სტრუქტურაში ($KAl_2[Si_3AlO_{10}][OH_2]$), ალუმინის ნაწილი იჭერს პოზიციას ოქტაედრულ სიცარიელეებში, ნაწილიც ტეტრაედრულ სიცარიელეებში — Si ნაცვლად ანიონურ რადიკალში.

პირველი სტრუქტურული ტიპის მინერალებს უწოდებენ ალუმინის სილიკატებს, მეორეს — ალუმოსილიკატებს, მესამეს — ალუმინის ალუმოსილიკატებს.

ანიონური რადიკალის სტრუქტურული ტიპები

რენტგენოსტრუქტურული კვლევის მონაცემებმა ცხადყო, რომ ძირითადი ერთეული სილიკატების სტრუქტურის ფორმირებაში არის სილიციუმ-ჟანგბადოვანი ტეტრაედრი $[SiO_4]^{4-}$. ნებისმიერ სილიკატში Si-ის თავისუფალი ატომი გარშემორტყმულია ჟანგბადის 4 ატომით. მანძილი Si-O ატომებს შორის ტოლია 1,62 Å, ხოლო ჟანგბადის ორ ატომს შორის (O-O)—2,62 Å. სილიციუმ-ჟანგბადოვანი ტეტრაედრები ერთმანეთს უკავშირდება ჟანგბადოვანი წვეროების საშუალებით; ადგილი აქვს პოლიმერიზაციას, რის შედეგად მიიღება სხვადასხვა სირთულის ანიონური მოტივები, რომლებიც სილიკატების თანამედროვე კლასიფიკაციის საფუძველს წარმოადგენს.

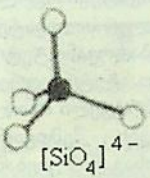
ანიონური მოტივის მიხედვით სილიკატები იყოფა: სასრული ანიონური მოტივით (სასრული სილიკატები) და უსასრულო ანიონური მოტივით (უსასრულო სილიკატები).

სილიკატები სასრული ანიონური მოტივით

ამ ჯგუფში შედის: სილიკატები იზოლირებული, ორფა და რგოლური ტეტრაედრებით.

სილიკატები იზოლირებული ტეტრაედრებით

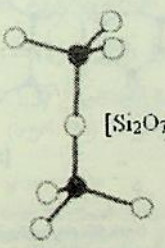
ამ ტიპის სილიკატებში სილიციუმ-ჟანგბადოვანი ტეტრაედრი არსებობს, როგორც დამოუკიდებელი სტრუქტურული ერთეული — $[SiO_4]^{4-}$სახით. შეფარდება O:Si=4:1. სილიციუმ-ჟანგბადოვან ტეტრაედრში სილიციუმის ყოველი ატომი გარშემორტყმულია ტეტრაედრის წვეროებში განლაგებული, უარყოფითი მუხტის მატარებელი ჟანგბადის ოთხი ატომით, რომელთა განეიტრალება მხოლოდ კათიონების მეშვეობით ხდება. ამ სტრუქტურული ტიპის მატარებელ სილიკატებს სხვაგვარად ნეზოსილიკატებსაც უწოდებენ (ბერძ.''ნეზო'' კუნძულს ნიშნავს) (სურ.93). (მაგალითები: ოლივინის რიგი $(MgFe)_2[SiO_4]$, ცირკონი $Zr[SiO_4]^{4-}$ და სხვ.).



სურ. 93. იზოლირებული სილიციუმ-ჟანგბადოვანი ტეტრაედრი

სილიკატები ორფა ტეტრაედრებით

ამ სტრუქტურის მატარებელ სილიკატებში ორი ტეტრაედრი შეერთებულია ელექტროსტატიკურად ინერტული ჟანგბადის საერთო ატომით. ჟანგბადის დანარჩენი აქტიური ატომები კათიონებით ნეიტრალდება (სურ. 94). ანიონური რადიკალი წარმოდგენილია $[Si_2O_7]^{6-}$ სახით — O:Si შორის 7:2 თანაფარდობით. (მაგალითი: გემიმორფიტი, $Zn_4[Si_2O_7][OH]_2$).

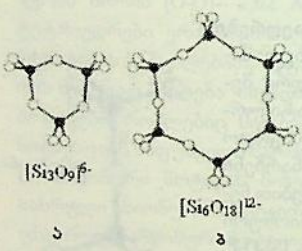


სურ. 94. ორფა ტეტრაედრი

სილიკატები ორფა, ე.წ. ''ნარევი" ტეტრაედრებით
ამ ტიპის სილიკატებში ერთდროულად მონაწილეობს სილიციუმ-ჟანგბადოვანი ტეტრაედრების როგორც იზოლირებული, ისე ორფა ტეტრაედრული ჯგუფები. კომპლექსურ ანიონურ რადიკალს ასეთი სახე აქვს — $[SiO_4]^{4+}$+ $[Si_2O_7]^{6-}$. (მაგალითი: პუმპელიტი Ca_2MgAl_2 $[SiO_4]$ $[Si_2O_7]$ $[OH]_2 \cdot H_2O$).

სილიკატები რგოლური ტეტრაედრებით
რგოლურ სილიკატებში თითოეული მეზობელი სილიციუმ-ჟანგბადოვანი ტეტრაედრისათვის ორი ჟანგბადი არის საერთო. ტეტრაედრების შერწყმით წარმოიქმნება ჩაკეტილი, ბრტყელი იზოლირებული რგოლების მსგავსი სტრუქტურები — შემდგარი სამი, ოთხი, ექვსი, თორმეტი ტეტრაედრისაგან. ბუნებაში შეზღუდული გავრცელება აქვს სილიკატებს სამწევრა და ოთხწევრა ტეტრაედრული რგოლებით; შედარებით ფართო—ექვსწევრა რგოლებით.

სამი ტეტრაედრისაგან შემდგარი რგოლის ყოველ ტეტრაედრში ჟანგბადის ორი ატომი ორი მეზობელი ტეტრაედრისათვის საზიაროა. რგოლის კომპლექსური ანიონური რადიკალის ფორმულა ასეთია: $[Si_3O_9]^{6-}$, O : Si შორის თანაფარდობა — 9:3 (სურ. 95ა) (მაგალითი: ბენიტოიტი $BaTi[Si_3O_9]$). ექვსი სილიციუმჟანგბადოვანი ტეტრაედრისაგან შემდგარი რგოლის კომპლექსური ანიონური რადიკალი წარმოდგენილია $[Si_6O_{18}]^{12-}$ ჯგუფით; O : Si შორის თანაფარდობა —18 : 6 (სურ. 95ბ) (მაგალითი: $Be_3Al_2[Si_6O_{18}]$). სხვაგვარად რგოლურ სილიკატებს ციკლოსილიკატებსაც უწოდებენ (ლათ. ''ციკლოს'' რგოლს ნიშნავს).



სურ. 95. რგოლად შეკრული სამი (ა) და ექვსი (ბ) ტეტრაედრული ჯგუფი. კრისტალები

სილიკატები უსასრულო ანიონური მოტივით

ამ ტიპის სილიკატებს მიეკუთვნება: ძეწკვისებრი, შრეებრივი და სამგანზომილებიანი კარკასის სილიკატები.

ძეწკვისებრი სილიკატები

ძეწკვისებრ სილიკატებში ჟანგბადის საერთო ატომებით ერთმანეთთან ერთი მიმართულებით შეერთებული სილიციუმჟანგბადოვანი ტეტრაედრები ქმნის უსასრულოდ გაჭიმულ ერთგანზომილებიან უწყვეტ ძეწკვებს, რომელთა შორის გამოყოფენ სილიკატებს ერთმაგი და ორმაგი ძეწკვებით.

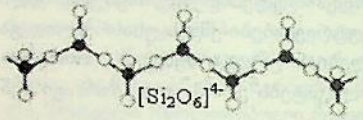
სილიკატები ერთმაგი ძეწკვით. სილიკატების ამ ჯგუფში არის ისეთი კერძო შემთხვევები, როდესაც ძეწკვში განმეორებადობის პერიოდი ერთი ტეტრაედრით არის წარმოდგენილი და არის შემთხვევებიც, როდესაც განმეორებადობის პერიოდს ორი ტეტრაედრი ქმნის.

ძეწკვი განმეორებადობის ერთი ტეტრაედრით. მოცემულ შემთხვევაში ძეწკვის ამგებ ყოველ სილიციუმჟანგბადოვან ტეტრაედრს გააჩნია ჟანგბადის ორი საზიარო და ორიც საკუთარი ატომი. ის მეზობელ ტეტრაედრებთან დაკავშირებულია ჟანგბადის ორი საზიარო ინერტული ატომით, ხოლო ჟანგბადის ორი საკუთარი აქტიური ატომი გაუნეიტრალებელი რჩება. თითოეულ ტეტრაედრში ჟანგბადის ატომების რაოდენობა იქნება: $2+(2\times\frac{1}{2})=3$, ხოლო Si და O შორის თანაფარდობა — 1:3; კომპლექსური ანიონური რადიკალი ასეთია: $[SiO_3]^{2}$ (სურ. 96) (მაგალითი — ვოლასტონიტი $Ca[SiO_3]$ და სხვ.).



სურ. 96. ერთმაგი ძეწკვი განმეორებადობის ერთი ტეტრაედრით

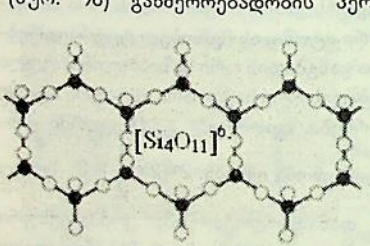
ძეწკვში ორი ტეტრაედრით განმეორებადობის შემთხვევაში ტეტრაედრებს გააჩნია სილიციუმის ორი საკუთარი ატომი; ჟანგბადის ატომებიდან 5 საკუთარია, ორიც — საზიარო, სულ 6. ამ ტიპის ძეწკვის საერთო ფორმულა ასეთნაირად ჩაიწერება: $[Si_2O_6]^{4-}$და დამახასიათებელია პიროქსენებისათვის, რის გამოც მათ ხშირად პიროქ-



სურ. 97. ერთმაგი ძეწკვი განმეორებადობის ორი ტეტრაედრით

სენულ ძეწკვებსაც უწოდებენ (სურ. 97) (მაგალითი — დიოპსიდ-ჰედენბერგიტის რიგი $Ca(Mg,Fe)[Si_2O_6]$).

სილიკატები ორმაგი ძეწკვით. ამ ტიპის სილიკატებს ხშირად ბაფთისებრ სილიკატებსაც უწოდებენ. მასში ორი, პარალელური ერთმაგი პიროქსენული ძეწკვის მორიგეობაში მყოფი, ტეტრაედრი ერთდება ჯვარედინად — ბაფთის რგოლების წარმოქმნით. სურათზე მოცემულ ბაფთაში (სურ. 98) განმეორებადობის პერიოდს წარმოადგენს



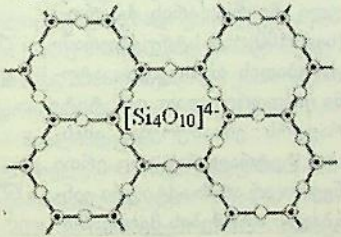
სურ. 98. ორმაგი ძეწკვის სტრუქტურა

ექვსმაგი რგოლი. ბაფთის ყოველი რგოლი წარმოდგენილია 6 ტეტრაედრით, რომელთაგან მხოლოდ ორი ტეტრაედრია ამ რგოლის საკუთრება, ოთხიც — საზიაროა. თითოეულ რგოლში სილიციუმის ატომების

რაოდენობა იქნება: $2+\frac{1}{2}\times 4=4$, ხოლო ჟანგბადების ატომების რაოდენობა: $8+\frac{6}{2}=11$; კომპლექსური ანიონური რადიკალის ფორმულა ასეთია: $[Si_4O_{11}]^{6-}$; ხოლო O:Si თანაფარდობა 11:4 (მაგალითი—ტრემოლიტ-აქტინოლიტის რიგი $Ca_2(Mg,Fe)_5[Si_8O_{22}][OH]_2$). ამ ტიპის სტრუქტურის მქონე სილიკატებს სხვაგვარად ინოსილიკატებსაც უწოდებენ (ბერძ. ''ინო" ძაფს, ძენკვს ნიშნავს) და ძირითადად ამფიბოლებისათვის არის დამახასიათებელი.

შრეებრივი სილიკატები

ამ ტიპის სილიკატებში ყოველი მეზობელი ტეტრაედრის ჟანგბადის სამი ატომი საზიაროა. ტეტრაედრები უკავშირდება სამი საერთო წვეროთი. შედეგად მიიღება ორგანზომილებიანი უწყვეტი გავრცელების ბრტყელი შრე ჰექსაგონური უჯრედებით, რომლებიც ამ ტიპის შრის განმეორებადობის პერიოდს წარმოადგენს. თითოეული ჰექსაგონური უჯრედი 6 ტეტრაედრისაგან შედგება (სურ. 99). იმის გამო, რომ ყოველი ტეტრაედრი ერთდროულად სამი უჯრედის მოსაზღვრეა, ამიტომ თითოეულს ეკუთვნის მხოლოდ მისი მესამედი. ერთ უჯრედზე სილიციუმის რაოდენობა იქნება: $6 \times \frac{1}{3} = 2$; უჯრედში ჟანგბადების ატომების საერთო რაოდენობა არის 6. რადგან გასაჯერებელი ატომები ემსახურება სამ უჯრედს, ხოლო გაჯე-

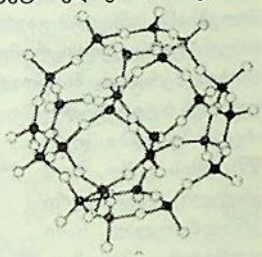


სურ. 99. შრეებრივი სტრუქტურა

რებული—ორს, მაშინ თითო უჯრედში ჟანგბადების რაოდენობა იქნება: $6 \times \frac{1}{3} + 6 \times \frac{1}{2} = 5$. შრისებრი კომპლექსური ანიონური რადიკალის ფორმულა ასეთია: $[Si_2O_5]^{2-}$ (მაგალითი—კაოლინიტი $Al_4[Si_4O_{10}]^{4-}$). ამ ტიპის სილიკატებს ზოგჯერ ფილოსილიკატებსაც (ბერძ. ''ფილოს'' ფურცელს ნიშნავს) უწოდებენ.

სამგანზომილებიანი კარკასი

ამ ტიპის სილიკატებში კომპლექსურ ანიონებს ქმნის სილიციუმჟანგბადოვანი ტეტრაედრების უსასრულო სამგანზომილებიანი კარკასები. მოცემულ შემთხვევაში განმეორებადობის პერიოდს ქმნის თითოეული სილიციუმჟანგბადოვანი ტეტრაედრი, რომელიც ოთხივე წვეროთი უკავშირდება თავის მსგავს ტეტრაედრებს. სამგანზომილებიან კარკასებში მოსაზღვრე სილიციუმჟანგბადოვანი ტეტრაედრების თითოეული წვერო არის საერთო (სურ.100). ამ სტრუქტურაში ჟანგბადის თითოეული ატომი ერთდროულად ორ ტეტრაედრს ემსახურება, ამასთან ტეტრაედრის არც ერთი წვერო არ არის აქტიური ჟანგბადის ატომების მქონე. მოცემულ შემთხვევაში სტრუქტურული ერთეულის ანიონური რადიკალის ფორმულა, შესაბამისად, იქნება: $[SiO_2]^0$, სადაც O : Si = 2 : 1; როგორც ვხედავთ, მოცემული ტიპის კარკასი ელექტრონეიტრალურია.



სურ. 100. სამგანზომილებიანი კარკასი

უარყოფითი მუხტის შესაძენად საჭიროა ტეტრაედრში Si ნაწილი ჩაენაცვლოს Al-ით (ან Ti-ით). მაშინ კარკასული

კომპლექს ანიონის რადიკალის ზოგადი ფორმულა ასეთ სახეს მიიღებს — $[(S_{n-x}Al_x)O_{2n}]$. კათიონებისა და ანიონების შეფარდება (Al,Si):O=1:2. კარკასული სტრუქტურის ალუმოსილიკატებში Al^{3+} და Si^{4+} კათიონების რიცხვი ორჯერ ნაკლებია ჟანგბადების იონების რაოდენობაზე (მაგალითი: ორთოკლაზი $K[AlSi_3O_8]$ და სხვ).

სილიკატების და მათი მსგავსი ნაერთების რთულ შედგენილობას კიდევ უფრო რთულს ხდის მათში ფართოდ წარმოდგენილი როგორც იზოვალენტური (Al^{3+} - Fe^{3+}, Ca^{2+} - Mg^{2+}, Mg^{2+} - Fe^{2+}), ისე ჰეტეროვალენტური (Si^{4+} - Al^{3+}, Ca^{2+} - Na^{1+}) ტიპის იზომორფიზმის მოვლენები. იზომორფიზმს ადგილი აქვს ასევე დამატებით ანიონებს— [OH] და [F] შორის.

იზომორფიზმის მოვლენები დიდი ხნის განმავლობაში ითვლებოდა სილიკატების ქიმიური შედგენილობის განსაზღვრის, შინაგანი სტრუქტურის დადგენისა და საკლასიფიკაციო სქემების შედგენის ერთ-ერთ მთავარ შემაფერხებელ ფაქტორად. სილიკატებში ქიმიური ბმის სამი ტიპია დადგენილი: 1. სილიციუმჟანგბადოვანი ტეტრაედრის ანიონურ რადიკალში $[SiO_4]$ ძირითადად გაბატონებულია კოვალენტური ტიპის ბმა, 2. ანიონებსა და კათიონებს შორის— იონური, 3. ჰიდროქსილის ჯგუფის [OH] და H_2O შემცველ სილიკატებში — წყალბადური.

სილიკატების დიდი უმრავლესობა სტრუქტურის სირთულის გამო კრისტალდება დაბალ კატეგორიაში (45% მონოკლინურ სინგონიაში, 20% — რომბულში, 9% — ტრიკლინურში), შედარებით მცირე — საშუალო და მაღალ კატეგორიაში (7% — ტეტრაგონულში, 10% — ტრიგონულში, 9-10% — კუბურში).

დაბალ კატეგორიაში თითქმის მთლიანად კრისტალდება ძეწკვისებური და ბაფთისებური სტრუქტურის სილიკატები; კუბურში —იზოლირებული სილიციუმჟანგბადოვანი

სტრუქტურის სილიკატები. სილიკატების კრისტალოგრაფიულ ფორმას განსაზღვრავს მინერალის სტრუქტურის ტიპი. მაგალითად, იზოლირებული სტრუქტურის სილიკატები ძირითადად ქმნის იზომეტრულ ფორმის კრისტალებს; ექვსმაგი რგოლური, ძეწკვისებრი და ბაფთისებრი სტრუქტურის სილიკატები — პრიზმული იერის კრისტალებს. აგრეგატთა ფორმებიც ასევე დამოკიდებულია სტრუქტურის ტიპზე. მაგალითად, იზოლირებული, კარკასული და რგოლური სილიკატებისათვის დამახასიათებელია მარცვლოვანი აგრეგატები; ძეწკვისებრი სილიკატებისათვის—ბოჭკოვანი; ლენტისებურისათვის — ნემსისებური, სხივოსნური; შრეებრივისათვის — ქერცლოვანი ან ფირფიტოვანი. სილიკატებისათვის დამახასიათებელია კანონზომიერი შენაზარდები (მრჩობლები), ხშირად პოლისინთეტური. სილიკატები ხასიათდება ფერთა ნაირგვაროვნობით, რაც ხშირად მათში ელემენტ-ქრომოფორების (Fe, Mn, Cr, Cu, Ni, Co) და ფერადი მინერალების ჩანართებით არის გაპირობებული.

მეტად ფართოა სილიკატების ხვედრითი წონის ცვალებადობის საზღვრები. ამ მაჩვენებლის მნიშვნელობა სილიციუმჟანგბადოვანი ტეტრაედრის ტიპის მიხედვით ასეთია: კარკასულ, შრეებრივ და ძეწკვისებურ სილიკატებთან შედარებით (2—3.5). გაცილებით მძიმეა იზოლირებული სილიციუმჟანგბადოვანი სტრუქტურის მქონე სილიკატები (2—7).

სილიკატების სიმაგრე მნიშვნელოვნად არის დამოკიდებული ძირითადი კათიონების იონური რადიუსის ზომებზე და ქიმიური ბმის ტიპზე. მაგალითად, დიდ სიმაგრეებს ფლობს მცირე იონური რადიუსის მქონე კათიონებით აგებული სილიკატები. აღინიშნება სილიკატების სიმაგრეების შემცირების ტენდენცია იონური ბმის ტიპის მქონე სილიკატებიდან ვან-დერ-ვაალსის ტიპის მქონე სილიკატების მიმართულებით.

სილიკატებში ვლინდება ტკეჩვადობის სხვადასხვა ხარისხი. სრული ტკეჩვადობით გამოირჩევა შრეებრივი სტრუქტურის სილიკატები. ამ ტიპის სილიკატებში საკუთრივ სილიციუმჟანგბადოვანი ტეტრაედრის ფარგლებში ატომებს შორის კავშირი უფრო ძლიერია, ვიდრე პაკეტებს შორის. ძეწკვისებრი სტრუქტურის სილიკატებში ტკეჩვადობა აღინიშნება ორი ურთიერთმკვეთი მიმართულებით, ხოლო კუნძულისებრ და კარკასული ტიპის სტრუქტურის სილიკატებში — სამი მიმართულებით.

სილიკატები წარმოადგენს მთავარ ქანმაშენ მინერალებს თითქმის ყველა პეტროგრაფიულად და გენეტურად განსხვავებული (მაგმური, მეტამორფული, დანალექი) ქანებისათვის. ისინი მონაწილეობს ასევე პეგმატიტების, სკარნების, გრეიზენებისა და ჰიდროთერმული ძარღვების აგებულებაში. სილიკატების ძირითადი ნაწილი არის მაგმური წარმოშობის. ამ გზით ჩნდება: იზოლირებული (ოლივინი, გრანატები და სხვ.), კარკასული (მინდვრის შპატები), ძეწკვისებური (პიროქსენები, ამფიბოლები) და შრეებრივი (ქარსები) სტრუქტურის სილიკატები. ბუნებაში ფართო გავრცელება აქვთ ეკზოგენურ პირობებში წარმოშობილ სილიკატებსაც, რომლებიც წარმოადგენს პირველადი ენდოგენური მინერალების გამოფიტვის პროდუქტებს. ამ ტიპის სილიკატებში ჭარბობს შრეებრივი (კაოლინიტი, ქლორიტები, სერპენტინი და სხვ.) და ზოგიერთი კარკასული (ცეოლითები) სილიკატები. სილიკატური მინერალების დიდი ნაწილი მდგრადობას იჩენს ფიტვითი აგენტების მიმართ, რის გამოც იძლევა მნიშვნელოვან დანაგროვებს ქვიშრობებშიც (ცირკონი, კვარცი, ტოპაზი, ბერილი, მონაციტი და მრავალი სხვა), თუმცა ბევრი მათგანი ზედაპირული ხსნარების ზემოქმედებით იხსნება. გახსნის პროცესი Si, Al, Fe, Mn, Mg ჟანგეულებისა და ჰიდროჟანგეულების წარმოშობით მთავრდება.

დიდია სილიკატების პრაქტიკული მნიშვნელობა. ისინი წარმოადგენს ძვირფას არამადნეულ სასარგებლო ნამარხებს. წარმატებით გამოიყენება კერამიკულ და სამშენებლო მრეწველობაში; წარმოადგენს ცეცხლგამძლე და თერმოსაიზოლაციო მასალას, აგრეთვე Be, Li, Ge, Zn, Ni, Zr და სხვა ელემენტების მადნებს. ბევრი მათგანი გამოიყენება როგორც ძვირფასი საიუველირო და სანახელაო ქვები.

სისტემატიკა

სილიკატების სისტემატიკას საფუძვლად უდევს სტრუქტურული (კრისტალოქიმიური) პრინციპი. სილიკატური მინერალების კრისტალურ სტრუქტურებში სიცილიუმჟანგბადოვანი ტეტრაედრების ($[SiO_4]$) შეერთების წესისა და, შესაბამისად, მათი პოლიმერიზაციის (ნაირგვარობის) ხარისხის მიხედვით სილიკატების კლასს ყოფენ: იზოლირებულ, ორფა ტეტრაედრის, რგოლისებრ, ძეწკვისებრ, შრეებრივ და კარკასული სტრუქტურული ტიპის სილიკატების ქვეკლასებად.

I ქვეკლასი
სილიკატები იზოლირებული ტეტრაედრებით (ორთოსილიკატები)

ოლივინის ჯგუფი

ოლივინი $(Mg, Fe)_2[SiO_4]$

ცირკონის ჯგუფი

ცირკონი $Zr[SiO_4]$

გრანატების ჯგუფი

პირალსპიტების რიგი

პიროპი $Mg_3Al_2[SiO_4]_3$

ალმანდინი $Fe_3Al_2[SiO_4]_3$

სპესარტინი $Mn_3Al_2[SiO_4]_3$

უგრანდიტების რიგი

უვაროვიტი $Ca_3Cr_2[SiO_4]_3$

გროსულარი $Ca_3Al_2[SiO_4]_3$

ანდრადიტი $Ca_3Fe_2[SiO_4]_3$

ტიტანიტის ჯგუფი

ტიტანიტი $CaTi[SiO_4]O$

ალუმინის სილიკატების ჯგუფი

დისტენი $Al_2[SiO_5]$

ანდალუზიტი $Al_2[SiO_5]$

სილიმანიტი $Al_2[SiO_5]$

ტოპაზი $Al_2[SiO_4][OH, F]_2$

სტავროლიტი $(Fe, Mg, Zn)_2 Al_9[(Si, Al)_4O_{22}][OH]_2$

II ქვეკლასი
სილიკატები ორფა ტეტრაედრებით
(დიორთოსილიკატები)

ვეზუვიანის ჯგუფი

ვეზუვიანი $Ca_{10}(Mg, Fe)_2 Al_4[SiO_4]_5[Si_2O_7]_2[OH]_4$

ეპიდოტის ჯგუფი

ეპიდოტი $Ca_2(Fe,Al)Al_2[SiO_4][Si_2O_7]O[OH]$

ცოიზიტი $Ca_2Al_3[SiO_4][Si_2O_7]O[OH]$

ორთიტი $(Ce, Ca, Y)_2(Fe^{2+}, Fe^{3+})Al_2O[SiO_4][Si_2O_7][OH]$

III ქვეკლასი
რგოლური სილიკატები

ბერილი $Be_3Al_2[Si_6O_{18}]$

კორდიერიტი $Al_3(Mg,Fe)_2[AlSi_5O_{18}]$

ტურმალინი $(Na,Ca)(Li,Mg,Al)(Al,Fe,Mn)_6[BO_3]_3[Si_6O_{18}][OH]_4$

IV ქვეკლასი
ძეწკვისებრი სილიკატები

პიროქსენების ჯგუფი

რომბული პიროქსენების (ორთოპიროქსენები) რიგი

ენსტატიტი $Mg_2[Si_2O_6]$

ჰიპერსტენი $(Mg,Fe)_2[Si_2O_6]$

მონოკლინური პიროქსენების (კლინიპიროქსენები) რიგი

დიოპსიდი $CaMg[Si_2O_6]$

ჰედენბერგიტი $Ca\,Fe[Si_2O_6]$

ავგიტი $(Ca, Na)\,(Mg, Fe, Al, Ti)\,[(Si, Al)_2O_6]$

ეგირინი $NaFe^{3+}[Si_2O_6]$

სპოდუმენი $Li\,Al\,[Si_2O_6]$

ტრიკლინური პიროქსენების (პიროქსენოიდები) რიგი

ვოლასტონიტი $Ca\,[Si\,O_3]$

როდონიტი $(Mn, Fe, Mg, Ca)[Si\,O_3]$

ამფიბოლების ჯგუფი

რომბული ამფიბოლების რიგი

ანტოფილიტი $(Mg,Fe)_7\,[Si_8O_{22}][OH]_2$

მონოკლინური ამფიბოლების რიგი

აქტინოლითი $Ca_2\,(Mg,\,Fe)_5[Si_8O_{22}][OH]_2$

ტრემოლიტი $Ca_2Mg_5[Si_8\,O_{22}][OH]_2$

რქატყუარა $(Ca,Na)\,(Mg,Fe^{2+})_4(Al,Fe^{3+})[(\,Si\,,Al)_4\,O_{11}]_2[OH]_2$

ნატრიუმიანი ამფიბოლების რიგი

არფვედსონიტი $Na_3Fe_4^{2+}Fe^{3+}\,[Si_8\,O_{22}]\,[OH]_2$

გლაუკოფანი $Na_2\,Mg_3Al_2\,[Si_8O_{22}]\,[OH]_2$

რიბეკიტი $Na_2\,Fe_3^{2+}\,Fe^3{}_2^{+}\,[Si_8O_{22}]\,[OH]_2$

V ქვეკლასი
შრეებრივი სილიკატები და ალუმოსილიკატები

სილიკატები ორშრიანი პაკეტებით
(დამატებითი ანიონებით)

სერპენტინის ჯგუფი

სერპენტინი $(Mg,Fe,Ni)_3[Si_2O_5][OH]_4$

კაოლინიტის ჯგუფი

კაოლინიტი $Al_4[Si_4O_{10}]][OH]_8$

ჰალუაზიტი $Al_4[Si_4O_{10}]][OH]_8 \cdot 4H_2O$

წყლიანი ამორფული შრეებრივი სილიკატები

ალოფანის გჯუფი

ალოფანი $mAl_2O_3 \cdot nSiO_2 \cdot pH_2O$

იმოგოლითი $mAl_2O_3 \cdot nSiO_2 \cdot pH_2O.$

სილიკატები და ალუმოსილიკატები სამშრიანი პაკეტებით (დამატებითი ანიონებით)

ტალკ-პიროფილიტის ჯგუფი

ტალკი $Mg_3[Si_4O_{10}]][OH]_2$

პიროფილიტი $Al_2[Si_4O_{10}]][OH]_2$

ქარსების ჯგუფი

მუსკოვიტი $KAl_2[AlSi_3O_{10}][OH,F]_2$

ფლოგოპიტი $KMg_3[AlSi_3O_{10}][OH,F]_2$

ბიოტიტი $K(Fe,Mg)_3[AlSi_3O_{10}][OH,F]_2$

ლეპიდოლიტი $K(Li,Al)_{2-3}[AlSi_3O_{10}][OH]_2$

წყლიანი სილიკატები და ალუმოსილიკატები სამშრიანი პაკეტებით

ჰიდროქარსების ჯგუფი

ვერმიკულიტი $(Mg, Fe, Al)_3[(Al, Si)_4O_{10}][OH]_2 \cdot 4H_2O$

გლაუკონიტი $(K,Na)(Fe, Mg, Al)_2[(Si, Al)_4O_{10}][OH]_2$

მონტმორილონიტის ჯგუფი

მონტმორილონიტი $(Na,Ca)_{0.33}(Al,Mg)_2[Si_4O_{10}][OH]_2 nH_2O$

ბეიდელიტი $Al_2[(Al, Si)_4O_{10}][OH]_2 4H_2O$

ქრიზოკოლა $Cu_4H_4[Si_4O_{10}][OH]_8$

სილიკატები და ალუმოსილიკატები მრავალშრიანი პაკეტებით (დამატებითი ანიონებით)

ქლორიტების ჯგუფი

ორთოქლორიტების რიგი

კლინოქლორი $(Mg,Al)_6[AlSi_3O_{10}][OH]_8$

პროქლორიტი $(Mg, Fe^{2+}Al)_6[Al_{1.5}Si_{2.5}O_{10}][OH]_8$

ლეპტოქლორიტების რიგი

შამოზიტი $(Fe^{2}, Mg, Fe^{3+})_6[Si_3 Al O_{10}][OH]_8$

ტიურინგიტი $(Fe^{2+},Mg, Fe^{3+}, Al)_6[Al_2 Si_2 O_{10}][OH,O]_8$

VI ქვეკლასი

კარკასული სილიკატები

კვარცის ჯგუფი

კვარცი SiO_2

ტრიდიმიტი SiO_2

ქრისტობალიტი SiO_2

ოპალი $SiO_2 . nH_2O$

მინდვრის შპატების ჯგუფი

K და K —Na მინდვრის შპატების რიგი

ორთოკლაზი $K[AlSi_3O_8]$
სანიდინი $K[AlSi_3O_8]$
ადულარი $K[AlSi_3O_8]$
მიკროკლინი $K[AlSi_3O_8]$
ანორთოკლაზი $(K,Na)[AlSi_3O_8]$

K— Ba მინდვრის შპატების რიგი

ცელზიანი $Ba[Al_2Si_2O_8]$
ჰიალოფანი $(K,Ba)(Al,Si)_2[Si_2O_8]$

Ca — Na მინდვრის შპატების (პლაგიოკლაზები) რიგი

ალბიტი $Na[AlSi_3O_8]$
ოლიგოკლაზი $(Na, Ca)[(Si,Al)AlSi_2O_8]$
ანდეზინი
ლაბრადორი
ბიტოვნიტი $(Ca,Na)[(Al,Si)AlSi_2O_8]$
ანორთიტი $Ca[Al_2Si_2O_8]$

ფელდშპატოიდების ჯგუფი

ნეფელინი $(Na, K)[AlSiO_4]$
ლეიციტი $K[AlSi_2O_6]$
სოდალიტი $Na_8[SiAlO_4]_6Cl_2$
კანკრინიტი $Na_6Ca_2[AlSiO_4]_6[CO_3]_2$
ლაზურიტი $(Na,Ca)_8[AlSiO_4]_6[SO_4,S,Cl_2]$

სკაპოლითის რიგი

მარიალიტი $Na_4[AlSi_3O_8]_3Cl_2, CO_3, SO_4$
მეიონიტი $Ca_4[Al_2Si_2O_8]_3Cl_2, CO_3, SO_4$

ცეოლითების ჯგუფი

დაბალკაჟმიწიანი ცეოლითების რიგი

ნატროლიტი $Na_2[Al_2Si_3O_{10}]\,2H_2O$

ტომსონიტი $NaCa_2[Al_5Si_5O_{20}]\,6\,H_2O$

საშუალოკაჟმიწიანი ცეოლითების რიგი

ანალციმი $Na[Al\,Si_2O_6]H_2O$

ლომონტიტი $Ca[Al_2Si_4O_{12}]\,4\,H_2O$

შაბაზიტი $(Ca,Na_2)[Si_4Al_2O_{12}]\,6\,H_2O$

მაღალკაჟმიწიანი ცეოლითების რიგი

ჰეილანდიტი $(Ca,Na)_{2\text{-}3}Al_3(Al,Si)_2[Si_{13}O_{36}]\,12H_2O$

დესმინი $(Na,Ca_2)[Al_5Si_{13}O_{36}]\,14\,H_2O$

მორდენიტი $(Na_2Ca)[Al_2Si_{10}O_{24}]\,7H_2O$

I ქვეკლასი

სილიკატები იზოლირებული ტეტრაედრებით (ორთოსილიკატები)

როგორც აღვნიშნეთ, იზოლირებული (კუნძულისებრი) სტრუქტურის მინერალებში $[SiO_4]^{4-}$-ის ტეტრაედრული ანიონები განლაგებულია განცალკევებულად ისე, რომ უანგბადის არც ერთი იონთაგანი, რომელიც გარს ერტყმის Si-ის ატომებს, არ არის საერთო მისი მოსაზღვრე ტეტრაედრებისათვის. ქიმიური თვალსაზრისით კუნძულისებრი სტრუქტურის მინერალებს განიხილავდნენ H_2SiO_4 ჰიპოთეტური მჟავის მარილებად. სხვაგვარად მათ ორთოსილიკატებსაც უწოდებენ. ამ ქვეკლასის სილიკატების ამგებ მთავარ კათიონებს წარმოადგენს: Fe^{2+}, Mg^{2+}, Ca^{2+}, ნაწილობრივ Al^{3+} და Fe^{3+}, იშვიათად Na^+ და K^+. კუნძულისებრი სტრუქტურის მინერალებში, სხვა ტიპის სილიკატებისაგან განსხვავებით, ალუმინი არასოდეს მონაწილეობს კრისტა-

ლური მესრის აგებულებაში კომპლექსური ანიონის სახით, ე.ი. ტეტრაედრულ ჯგუფებში Si-ის Al-ით ჩანაცვლება არ ხდება. სწორედ კრისტალური მესრის სტრუქტურის თავისებურება განსაზღვრავს ამ ტიპის სილიკატების ფიზიკურ თვისებებს.

მინერალთა დიდი ნაწილი კრისტალდება კუბურ სინგონიაში, ხასიათდება იზომეტრული კრისტალებით, დიდი სიმაგრით და შედარებით მომატებული ხვედრითი წონით. ძირითადად უფერო ან სუსტად შეფერილია. ფერთა სიმრავლე მხოლოდ ქრომოფორ-ელემენტების შემცველი ნაირსახეობებისათვის არის დამახასიათებელი.

ოლივინის ჯგუფი

ოლივინი (სინ.ქრიზოლიტი,პერიდოტიტი), $(Mg,Fe)_2[SiO_4]$. Olivin

სახელწოდება. ოლივინს სახელი დაერქვა მისი ზეთისხილისებრ - მწვანე ფერის გამო. ოლივინი არის ფორსტერიტისა ($Mg_2[SiO_4]$) და ფაიალიტის ($Fe_2[SiO_4]$) უწყვეტი იზომორფული ნარევი. ფორსტერიტს სახელი ლონდონის მინერალების კოლექციონერისა და მოვაჭრის, დ. ფორსტერას პატივსაცემად დაერქვა; ფაიალიტს — მისი აღმოჩენის ადგილის—კუნძულ ფაიალის მიხედვით (აზორის კუნძულები).

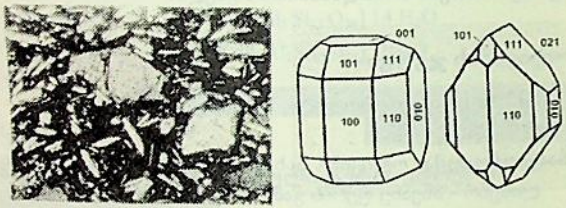
ქიმიზმი. ოლივინის შედგენილობა ზუსტად შეესაბამება მის თეორიულ ფორმულას (Mg=57—61% ფორსტერიტში, FeO=70.57% ფაიალიტში). მაგნიუმსა და რკინას შორის დამოკიდებულება იცვლება ფართო საზღვრებში (Mg:Fe=16:1, 12:1, ზოგჯერ 2:1-მდე). ოლივინში მცირე რაოდენობით მონაწილეობს: Ca, Al, Ni, Zn, Mn მინარევები.

ნაირსახეობები. ქრიზოლიტი — გამჭვირვალე, მოყვითალო-მომწვანო ოლივინია, გორტონოლიტი — რკი-

ნით მდიდარი, ტიტანო ოლივინი — ტიტანით მდიდარი (TiO_2 =12%).

სინგონია, სიმეტრიის კლასი, სივრცობრივი ჯგუფი. რომბული. რომბული ბიპირამიდის კლასი $3L^23PC$; 2/m2/m 2/m.

კრისტალოგრაფია. კრისტალების სახით იშვიათია. ქმნის პრიზმების, პინაკოიდებისა და პირამიდების კომბინაციას (სურ. 101). ჩვეულებრივ გვხვდება მკვრივი მარცვლოვანი აგრეგატებისა და ჩანაწინწკლების სახით. იშვიათად ქმნის შეზრდის მრჩობლებს (011) მიმართ.



სურ. 101. ოლივინის კრისტალები

ფიზიკური თვისებები:

ფერი. ოლივინისებრ მწვანე, ზეთისხილისებრ მწვანე, ან თეთრი (ფორსტერიტი), ან ყავისფერი შავამდე (ფაიალიტი).

ხაზის ფერი თეთრი ან რუხი

ელვარება მინისებრი, ტკეჩვადობის სიბრტყეზე — მეტალოიდური.

ტკეჩვადობა (010) მიმართ არასრული.

სიმაგრე 7 (ფორსტერიტი), 6—6.5 (ფაიალიტი).

ხვედრითი წონა 3.22 (ფორსტერიტი), 4.39 (ფაიალიტი).

მონატეხი ნიჟარისებრი.

მსხვრევადია. ლღობის ტემპერატურა 1890° C (ფორსტერიტი), 1205° C (ფაიალიტი).

დიაგნოსტიკური ნიშნები. ადვილად გამოიცნობა ფერით, მინისებრი ელვარებით, არასრული ტკეცვადობით, ნიჟარისებრი მონატეხით, მარცვლოვანი აგრეგატებით. ნელა იხსნება HCl-ში.

წარმოშობა. ოლივინი არის ტიპური ჰიპოგენური წარმოშობის მინერალი. ის კაჟმიწით გაუჯერებელი ქანების (ოლივინიტები, დუნიტები, პერიდოტიტები, კიმბერლიტები და სხვ.) ძირითადი ქანმაშენი მინერალია ქრომიტთან, შპინელებთან, მაგნეტიტთან, ილმენიტთან, გრანატებთან ასოციაციაში. აქცესორ-მინერალის სახით ოლივინი მონაწილეობს გაბრო-ბაზალტის ჯგუფის ქანებში ფუძე-პლაგიოკლაზებთან და პიროქსენებთან ერთად. ოლივინი შეიძლება გაჩნდეს Mg-ით მდიდარი დანალექი ქანების (დოლომიტების) მეტამორფიზმის გზით; ოლივინი წარმოადგენს მთავარ მინერალს ქვიურ და რკინაქვიურ მეტეორიტებში. მნიშვნელოვან როლს ასრულებს ხონდრიტების აგებულებაში (Fo=70-80%); ოლივინის არსებობა დადგენილია მთვარიდან აღებულ ქანების ნიმუშებშიც. ოლივინი მონაწილეობს ასევე სკარნებისა და მეტამორფული ქანების აგებულებაშიც. ძალიან იშვიათად, როგორც შემთხვევითი მინერალი, შეიძლება შეგვხვდეს გრანიტებსა და გრანიტულ პეგმატიტებში.

საბადოები. ოლივინის შემცველი ქანები ფართოდ არის წარმოდგენილი საქართველოში და მსოფლიოს მრავალ ქვეყანაში.

შეცვლა. ოლივინის შეცვლა ძირითადად ხდება რკინის დაჟანგვის ხარჯზე — დედამიწის ზედაპირზე ჟანგბადით მდიდარ გარემოში. შედეგად ჩნდება რუხი, მოწითალო-რუხი ფერის შეცვლის პროდუქტები: წვრილმარცვლოვანი ქარსისებური აგრეგატები — ბოულინგიტი, იდინგსიტი, ქლორიტები; ოლივინის გარშემო ხშირად ჩნდება პიროქსენების არშიები ($Mg_2[SiO_4]+SiO_2(Mg_2[SI_2O_6]$.

ოლივინი ჰიდროთერმული ხსნარების ზემოქმედებით ადვილად გადადის სერპენტინში, ტალკში, აზბესტში, რომლებიც ოლივინის მიმართ ხშირად ფსევდომორფოზებსაც კი ქმნის.

გამოყენება. ოლივინის შემცველ ქანებს ფართოდ იყენებენ ცეცხლგამძლე აგურისა და ტექნიკური მინის დასამზადებლად (განსაკუთრებით ფორსტერიტით გამდიდრებული სახესხვაობა), სამშენებლო მასალად, ოლივინის ფქვილს — სასუქებად, ხოლო მის მწვანე გამჭვირვალე სახესხვაობას — ქრიზოლითს, როგორც ძვირფას სანახელავო-საიუველირო ქვას. ოლივინიანი ქანები არის ნიკელის, კობალტის და მანგანუმის საბადოების ძირითადი წყარო. ოლივინის შემცველი ქანების გამოფიტვის ხარჯზე ჩნდება პლატინის, ქრომიტის, მაგნეტიტისა და ალმასისა მსოფლიო მნიშვნელობის საბადოები.

ცირკონის ჯგუფი

ცირკონი, $Zr[SiO_4]$. Zirkon

სახელწოდება. მკვლევართა ერთი ნაწილი მინერალის სახელს უკავშირებს ცეილონის (შრილანკა) ყვითელი ალმასების ძველ სახელწოდება ''ჟარგონს'', ნაწილიც — ირანულ სიტყვებს: ''ცარ''— ოქროს და ''გუნ''— ფერს ნიშნავს, ზოგიც მინერალის სახელს ქიმიური ელემენტის სახელთან აკავშირებს.

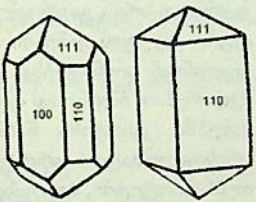
ქიმიზმი. ZrO_2=67.2%, SiO_2=22.8%. მინარევების სახით თითქმის ყოველთვის შეიცავს: Zn, Hf, Th, Nb, Al, Ca.

ნაირსახეობები. გიაცინტი — გამჭვირვალე, მოწითალო-ყავისფერი, წითელი, ყავისფერი, მალაკონი — მეტამიქტური, თითქმის უფერო, ჟარგონი — მოყვი-

თალო, ჩალისებრ ყვითელი, სტარლიტი — მოლურჯო ცისფერი.

სინგონია, სიმეტრიის კლასი, სივრცობრივი ჯგუფი. ტეტრაგონული. დიტეტრაგონული ბიპირამიდის კლასი. $L^4 4L^2$ 5PC; 4/m2/m2/m.

კრისტალოგრაფია. როგორც წესი, გვხვდება იდეალურად განვითარებული კრისტალების სახით. წარმოდგენილია მოკლესვეტოვანი ტეტრაგონული პრიზმების და ბიპირამიდების კომბინაციით (სურ.102). გვხვდება უსწორმასწორო წვრილი მარცვლების სახითაც. ახასიათებს მუხლისებრი და ჯვრისებრი მრჩობლები (112) მიმართ. ცირკონი ტიპომორფული ნიშნების მატარებელი მინერალია: ტუტე ქანებში განვითარებულია მოკლე პრიზმული კრისტალების, ხოლო მჟავე ქანებში, წაგრძელებული კრისტალების სახით. აშშ-ში (ონტარიოს შტატი) მოპოვებულ იქნა ცირკონის 7კგ წონის ლამაზი კრისტალი.



სურ. 102. ცირკონის კრისტალები

ფიზიკური თვისებები:

ფერი. უფერო, იისფერი, ყავისფერი, ყვითელი, მონითალო-ყავისფერი, ნარინჯისფერი, ცისფერი (ეს უკანასკნელი ცირკონისათვის დამახასიათებელი ფერია, რომელსაც ის მხოლოდ გახურებით იძენს).

ხაზის ფერი თეთრი.

ელვარება მინისებრი, ალმასისებრი, იშვიათად ცხიმისებრი.

ტკეჩვადობა დამახასიათებელი არ არის. ზოგჯერ არასრული (110), (111), (100) მიმართ.

სიმაგრე 7.5.

ხვედრითი წონა 4,6.

მონატეხი ნიჟარისებრი.

რადიოაქტიურია. ლღობის ტემპერატურა 3000°C.

დიაგნოსტიკური ნიშნები. ადვილად გამოიცნობა კრისტალთა ფორმებით, ფერით, მაღალი ხვედრითი წონით, დიდი სიმაგრით, H_2SO_4 ხსნადობით, რადიოაქტიურობით. მიაგავს კასიტერიტს და მონაციტს. კასიტერიტისაგან დაბალი ხვედრითი წონით განსხვავდება; მონაციტისაგან — დიდი სიმაგრით და კრისტალთა ჰაბიტუსით.

წარმოშობა. ცირკონი, როგორც აქცესორი მინერალი, ფართოდ არის გავრცელებული თითქმის ყველა გენეტური ჯგუფის ქანებში — განსაკუთრებით ტუტე-ნეფელინიან სიენიტებსა და გრანიტულ პეგმატიტებში, შედარებით იშვიათად ფუძე, საშუალო და ულტრაფუძე ქანებში. ცირკონი წარმოადგენს მაგმის ადრეული კრისტალიზაციის ერთ-ერთ პროდუქტს. ქმნის ჩანართებს ბიოტიტში, პიროქსენებში და სხვ. როგორც აქცესორი მინერალი, მონაწილეობს მეტამორფულ და დანალექ ქანებშიც. ნანახი იქნა რკინის მეტეორიტებში (ჩილე) და კრისტალურ კირქვებში. როგორც ქიმიურად მდგრადი მინერალი, დიდი რაოდენობით გროვდება ზღვიურ და მდინარეულ ქვიშრობებში.

საბადოები. საქართველოში ცირკონის საბადოები არ არის. საზღვარგარეთის ქვეყნებიდან ცირკონის ცნობილი საბადოებია: რუსეთში (ურალი), მადაგასკარზე, ავსტრალიაში (ამჟამად ახალი უელსის სანაპიროზე მუშავდება ცირკონის შემცველი ქვიშრობები, რომელთა სიმძლავრე 30 მეტრია, გავრცელების სიგრძე 650 მ.), აშშ (ჩრდილო კაროლინის, ონტარიოს, ფლორიდის და ნიუ-იორკის შტატები), ნორვეგიაში, კანადაში და სხვ.

გამოყენება. არის ცირკონისა და ჰაფნიუმის მიღების ერთ-ერთი წყარო. ცირკონიუმის ჟანგს იყენებენ მეტა-

ლურგიაში, მინისა და ფაიფურის მრეწველობაში, როგორც ცეცხლგამძლე და მჟავაგამძლე ტიგელებისა და რადიონათურების დასამზადებლად; გამჭვირვალე სახესხვაობებს — ძვირფას ქვებად.

გრანატების ჯგუფი

გრანატები, Granate

სახელწოდება. მინერალთა ჯგუფის საერთო სახელწოდება მომდინარეობს ფერითა და ფორმით მათი კრისტალების ბროწეულის მარცვლებთან მსგავსებიდან (ლათ. ''გრანუმ''—მარცვალი).

გრანატების ჯგუფის მინერალები იყოფა: პირალსპიტებად და უგრანდიტებად.

პირალსპიტების რიგი

პიროპი	$Mg_3Al_2[SiO_4]_3$
ალმანდინი	$Fe_3Al_2[SiO_4]_3$
სპესარტინი	$Mn_3Al_2[SiO_4]_3$

უგრანდიტების რიგი

უვაროვიტი	$Ca_3Cr_2[SiO_4]_3$
გროსულარი	$Ca_3Al_2[SiO_4]_3$
ანდრადიტი	$Ca_3Fe_2[SiO_4]_3$

მინერალებს სახელი დაერქვა:

პ ი რ ო პ ს — მუქი წითელი ფერის გამო (ლათ. ''პიროპოს''—ცეცხლის მსგავსი);

ა ლ მ ა ნ დ ი ნ ს — აღმოჩენის ადგილის —''ალაბანდას'' მიხედვით (მდებარეობს მცირე აზიაში; იქ აწახნაგებდნენ და აპრიალებდნენ გრანატებს);

ს პ ე ს ა რ ტ ი ნ ს — აღმოჩენის ადგილის—''შპესარტის'' მიხედვით (ადგილია ბავარიაში, გერმანია);

უვაროვიტს — რუსეთის მეცნიერებათა აკადემიის პრეზიდენტისა და განათლების მინისტრის, ს.უვაროვის პატივსაცემად;

გროსულარს — ხურტკმელის ნაყოფთან მსგავსების გამო (ლათ.—''გროსულარ''—ხურტკმელი);

ანდრადიტს —პორტუგალიელი მინერალოგის, დ.ანდრადას ე სილვას პატივსაცემად;

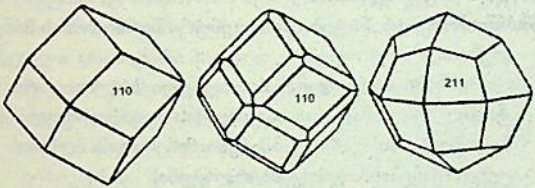
ქიმიზმი. გრანატების ჯგუფის მინერალების ზოგადი ფორმულა ასეთია: $R_3^2+R_2^3+[SiO_4]_3$, სადაც $R^2 = Ca^{2+}, Mg^{2+}, Fe^{2+}, Mn^{2+}$, ხოლო $R^3 = Al^{3+}, Fe^{3+}, Cr^{3+}$. ბუნებრივი გრანატების შედგენილობა იშვიათად შეესატყვისება მათ ფორმულებს. გრანატებში იზომორფული მინარევების სახით თითქმის ყოველთვის მონაწილეობს: Fe^{2+}, Fe^{3+}, Cr^{3+}, Mn^{2+}, V^{3+}, K^+, Na^+, Zr^{4+}, Ti^{4+} და სხვ.

ნაირსახეობები. ბელანიტი — შავი ფერის, Ti-ით გამდიდრებული ანდრადიტი, დემანტოიდი — მწვანე ფერის გამჭვირვალე ანდრადიტი.

სინგონია, სიმეტრიის კლასი, სივრცობრივი ჯგუფი. კუბური. ჰექსაოქტაედრის კლასი. $3L^44L_6^36L^29PC$; $4/m\,\bar{3}2/m$.

კრისტალოგრაფია. თითქმის ყველა გრანატისათვის (გარდა პიროპისა და უვაროვიტისა), როგორც წესი, დამახასიათებელია კარგად განვითარებული კრისტალები — ძირითადად რომბოდოდეკაედრები (110) ან ტრაპეციოედრები (211) და მათი კომბინაცია (სურ.103. ტაბ.8.1., 8.2.). იშვიათია დოდეკაედრისა და ჰექსაოქტაედრის კომბინაცია. ხშირად ქმნის მასიურ, მიწისებურ, მსხვილ- და წვრილმარცვლოვან აგრეგატებს და ჩანაწინწკლებს. ცნობილია გრანატების კანონზომიერი შენაზარდები ალმასთან, მუსკოვიტთან, ტოპაზთან, ორთოკლაზთან, რუტილთან, კვარცთან და სხვ. ქმნის ფსევდომორფოზებს პლაგიოკლაზების მიმართ; დამახასიათებელია

დიდი ზომის კრისტალები. მაგალითად, ნორვეგიაში ნანახია გრანატის 700 კილოგრამიანი ნატეხი.



სურ. 103. გრანატის კრისტალები

ფიზიკური თვისებები:

ფერი:

პიროპი მუქი წითელი, სისხლივით წითელი, თითქმის შავამდე (შეფერვას იწვევს ქრომისა და რკინის მინარევები);

ალმანდინი წითელი, მოწითალო ყავისფერი, იისფერი (შეფერვას იწვევს რკინისა და ქრომის მინარევები);

სპესარტინი ვარდისფერი, წითელი-ყავისფერი, ნარინჯისფერი, მოყავისფრო;

უვაროვიტი ზურმუხტისებრ მწვანე;

გროსულარი თეთრი, ღია მწვანე, მოწითალო, ყვითელი, მუქი რუხი (მწვანე ფერი გამოწვეულია ქრომის მინარევებით);

ანდრადიტი ყვითელი, რუხი, შავი, წვანე, მომწვანო ყვითელი;

ხაზის ფერი თეთრი.

ელვარება მინისებრი, ცხიმისებრი, ფისისებრი, ალმასისებრი.

ტკეცვადობა არ აქვს.

სიმაგრე და ხვედრითი წონა 7—7.5; 3.58 (პიროპი), 7—7.5; 4.32 (ალმანდინი), 7—7.5; 4.19 (სპესარტინი), 6.5; 3.78 (უვაროვიტი), 6.5; 3.59 (გროსულარი), 6.5; 3.86 (ანდრადიტი).

მონატეხი უსწორმასწორო.

დიაგნოსტიკური ნიშნები: ადვილად გამოიცნობა კრისტალთა იზომეტრული ფორმებით, სიმაგრით, ტკეჩვადობის უქონლობით.

წარმოშობა. გრანატები ჰიპოგენური წარმოშობის მინერალებია:

პიროპი არის დამახასიათებელი Mg მდიდარი ულტრაფუძე და მაღალი საფეხურის მეტამორფული ქანებისათვის. მთავარი ქანმაშენი მინერალია ალმასის შემცველი ქანებისათვის (კიმბერლიტები).

ალმანდინი დამახასიათებელია მეტამორფული ქანების — კრისტალური ფიქლებისა და გნეისებისათვის, სადაც ის დისტენთან და ქარსებთან ერთად ძირითად ქანმაშენ მინერალად ითვლება. გვხვდება ასევე გრანიტებსა და გრანიტულ პეგმატიტებში აქცესორი მინერალის სახით.

სპესარტინი — ძირითადად გვხვდება გრანიტულ პეგმატიტებში, კრისტალურ ფიქლებსა და გნეისებში, ასევე მანგანუმით მდიდარ ქანებში.

გროსულარი დამახასიათებელია კონტაქტ-მეტასომატური ქანებისათვის (სკარნები), კალციტთან, ვოლასტონიტთან, ჰედენბერგიტთან, ეპიდოტთან, შეელიტთან, მაგნეტიტთან ასოციაციაში. გვხვდება ასევე რეგიონული მეტამორფიზმის ქანებში.

ანდრადიტი გროსულარის მსგავსად დამახასიათებელია სკარნებისათვის. წარმოიშობა კირქვების მეტამორფიზმის ხარჯზე მათზე Fe შემცველი ხსნარების ზემოქმედებით: $3CaCO_3+3SiO_2+Fe_2O_3=Ca_3Fe_2[SiO_4]_3+3CO_2$.

უვაროვიტი ყველაზე იშვიათი მინერალია გრანატებს შორის. გვხვდება სერპენტინიტებში. ავსებს ქანში არსებულ სიცარიელეებსა და ნაპრალებს — სერპენტინთან და ქლორიტებთან ასოციაციაში.

საბადოები. საქართველოში გრანატების საბადოები არ არის. საზღვარგარეთის ქვეყნებიდან ცნობილია: აშშ (იუტასა და არიზონას შტატები), ინდოეთში, ბრაზილიაში, შრილანკაში, რუსეთში (ურალი), ფინეთში და სხვ.

შეცვლა. გრანატები ჰიდროთერმული ხსნარების ზემოქმედებით ადვილად გადადის ქლორიტებში, პიროქსენებში, ამფიბოლებში, ტალკში, ქარსებში და სხვ. გრანატების დიდი ნაწილი მდგრადია და ძნელად ექვემდებარება ფიზიკურ და ქიმიურ გამოფიტვას, რის გამოც დიდი რაოდენობით გროვდება ქვიშრობებში (პიროპი, ალმანდინი). რკინისა და მანგანუმის შემცველი გრანატები ადვილად გადადის რკინისა და მანგანუმის ჟანგებსა და ჰიდროჟანგებში.

გამოყენება. გრანატები წარმოადგენს ძვირფას სააბრაზივო მასალას. მათგან ამზადებენ ''გრანატის ქაღალდს'', რომელსაც ხმარობენ ხის მაგარი ჯიშების გასაშლიფად, ტყავისა და ცელულოიდის გასაპრიალებლად. გრანატების გამჭვირვალე წითელ და მწვანე სახესხვაობებს (პიროპი, ანდრადიტი, უვაროვიტი) ფართოდ იყენებენ საიუველირო საქმეში.

ტიტანიტის ჯგუფი

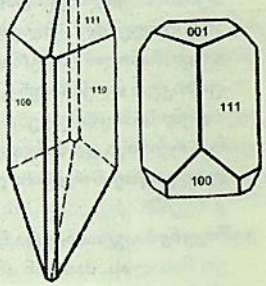
ტიტანიტი (სინ.სფენი), $CaTi[SiO_4]O$. Titanit

სახელწოდება. სახელი დაერქვა ტიტანის შემცველობის გამო; სფენს — ბერძნული სიტყვა ''სფენი''-დან, რაც სოლს ნიშნავს (კრისტალების სოლისებური ფორმების გამო).

ქიმიზმი. CaO=28.6%, TiO_2=40.8%. Ca ნაწილობრივ შეიძლება ჩაინაცვლოს Na-ით ან იშვიათ მიწათა ელემენტებით. მინარევების სახით მცირე რაოდენობით მონაწილეობენ: Al, Fe, Ti, Sm, Zr.

სინგონია, სიმეტრიის კლასი, სივრცობრივი ჯგუფი. მონოკლინური. პრიზმის კლასი. L^2PC; 2/m.

კრისტალოგრაფია. დამახასიათებელია კარგად განვითარებული სოლისებრი კრისტალები (001), (110) და (111) ფორმების კომბინაციით (სურ. 104). გვხვდება ნემსისებრი, სვეტისებრი, სხივოსნური, მასიური და მარცვლოვანი აგრეგატების სახით. ხშირად განვითარებულია ნაპრალების კედლებზე დრუზების სახით. ქმნის ჯვრისებრი ფორმის შეზრდის მრჩობლებს (101) მიმართ.



სურ. 104. ტიტანიტის კრისტალები

ფიზიკური თვისებები:

ფერი ჩვეულებრივ ყავისფერი, არის ყვითელი, ვარდისფერი, ოქროსფერი, მწვანე, ბალახისებრ მწვანე, რუხი-შავი.

ხაზის ფერი თეთრი.

ელვარება ცვილის–- ალმასისებრამდე.

ტკეცვადობა (110) მიმართ სრული.

სიმაგრე 6.

ხვედრითი წონა 3.5.

მონატეხი ნიჟარისებრი, საფეხურისებრი.

მსხვრევადია.

დიაგნოსტიკური ნიშნები. ადვილად გამოიცნობა ფერით, ალმასისებრი ელვარებით, კრისტალთა სოლისებური

ფორმებით. მიაგავს გრანატებს, რომელთაგან განსხვავდება ტკეჩვადობით და დაბალი სიმაგრით.

წარმოშობა. ტიტანიტი არის მაგმური და მეტამორფული წარმოშობის მინერალი. არის საშუალო და მჟავე შედგენილობის მაგმურ ქანებში: გრანიტებში, დიორიტებში, სიენიტებსა და ნეფელინიან სიენიტებში მინდვრის შპატებთან, ეგირინთან და რქატყუარასთან ერთად. ფართოდ გავრცელებული აქცესორული მინერალია. გვხვდება მეტამორფულ ქანებში (ტიტანიტის საკმაოდ დიდი ზომის კრისტალები ნანახია გნეისებში, ქლორიტიან ფიქლებში). მეტამორფიზმის პირობებში ტიტანიტი ჩნდება პირველადი ტიტანის შემცველი მინერალების გარდაქმნის ხარჯზე. იშვიათია ჰიდროთერმული წარმოშობის ტიტანიტი, რომელიც შეიძლება გაჩნდეს ალპური ტიპის ძარღვებში — ადულართან, ალბიტთან, ქლორიტებთან ასოციაციაში.

საბადოები. საქართველოში ტიტანიტის საბადოები არ არის. საზღვარგარეთის ქვეყნებიდან ცნობილი საბადოებია რუსეთში (ურალი, ილმენის მთები, სადაც ნანახი იქნა 15 სმ სიგრძის კრისტალი; კოლის ნახევარკუნძულზე ხიბინის მთების რეგიონში ნეფელინიან სიენიტებში აპატიტთან ერთად), შვეიცარიაში (სან-გოტარდი, ცერმატი და სხვ), ნორვეგიაში, იტალიაში (პიემონტი), აშშ (კალიფორნიის შტატი), კანადაში და სხვ.

შეცვლა. ზედაპირულ პირობებში ტიტანიტი განიცდის ლეიკოქსენიზაციას (ტიტანიტის გარშემო ჩნდება ლეიკოქსენის არშიები).

გამოყენება. არის ტიტანის მადანი. ის შეიძლება გამოყენებულ იქნეს როგორც საღებავი, იშვიათად — როგორც სანახელავო ქვა.

ალუმინის სილიკატების ჯგუფი

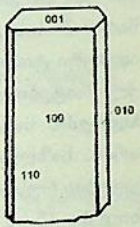
დისტენი (სინ. კიანიტი), $Al_2[SiO_5]$. Kianit, Cyanit

სახელწოდება. დისტენს სახელი დაერქვა ორი მიმართულებით განსხვავებული სიმაგრის გამო (ბერძ. ''დი''— ორი, ''სტენო'' — ძალა); კიანიტს — მუქი ლურჯი ფერის გამო (ბერძ. ''კიანოს'' მუქ ლურჯს ნიშნავს).

ქიმიზმი. დისტენის შედგენილობა ახლოსაა მის ფორმულასთან. FeO=16.7%, Al_2O_3=63.1%, SiO_2 =36.9%. იზომორფული მინარევების სახით შეიცავს: Fe^{2+}, Fe^{3+}, Ca^{2+}, Cr^{2+}, Ti^{4+}, K^+.

სინგონია, სიმეტრიის კლასი, სივრცობრივი ჯგუფი. ტრიკლინური. პინაკოიდის კლასი. C. I.

კრისტალოგრაფია. დისტენი ჩვეულებრივ გვხვდება კრისტალების სახით (სურ. 105). ახასიათებს ფურცლოვანი, C ღერძის გასწვრივ წაგრძელებული სვეტისებრი, გაბრტყელებული, ზოგჯერ მოღუნული და დაგრეხილი კრისტალები. ქმნის მკვრივ, მარცვლოვან, სხივოსნურ და ნემსისებურ აგრეგატებს. დადგენილია დისტენის პარამორფოზები ანდალუზიტის მიმართ.



სურ. 105. დისტენის კრისტალი

ფიზიკური თვისებები:

ფერი ცისფერი სხვადასხვა ტონებში, მომწვანო (ქრომის მინარევის გამო), ყვითელი, იშვიათად რუხი, შავი (გრაფიტის უწვრილესი ჩანართების გამო), უფერო.

ხაზის ფერი თეთრი, უფერო.

ელვარება მინისებრი, ტკეჩვადობის სიბრტყეზე — სადაფისებრი.

ტკეცვადობა (100) სრული, (010) კარგი ერთი მიმართულებით.

სიმაგრე 4.5—5 (კრისტალის წაგრძელების მიმართულებით), 6.5—7 (წაგრძელების მართობულად).

ხვედრითი წონა 3.63—3.70.

მონატეხი საფეხურისებრი, ხიწვისებრი.

დიაგნოსტიკური ნიშნები. ადვილად გამოიცნობა სხვადასხვა მიმართულებით განსხვავებული სიმაგრით, მჟავეებში უხსნადობით, დამახასიათებელი ლურჯი ან ცისფერი შეფერილობით.

წარმოშობა. დისტენი რეგიონული მეტამორფიზმის საშუალო საფეხურის მინერალია. ჩნდება თიხამიწით მდიდარი ქანების მეტამორფიზმის დროს. არის კრისტალური ფიქლების, თიხაფიქლების, გრანულიტებისა და ეკლოგიტების ძირითადი მინერალი. გვხვდება კვარცის ძარღვებში და პეგმატიტებში, ქარსიან ფიქლებში, გნეისებში აქცესორული მინერალის სახით. დისტენის თანამგზავრი მინერალებია: ანდალუზიტი, გრანატები, კორუნდი და სხვა.

საბადოები. დისტენის საბადოები ცნობილია: რუსეთში (ურალი, კოლის ნახევარკუნძულზე, არხანგელსკის ოლქი და სხვ.), იუგოსლავიაში, აშშ (სამხრეთ კაროლინის, ჯორჯიისა და ვირჯინიის შტატები), ინდოეთში (ლაპსა-ბურუ), იტალიაში, ბრაზილიაში, შვეიცარიაში და სხვა. ზედაპირულ პირობებში ქიმიური მდგრადობის გამო დიდი რაოდენობით გროვდება ქვიშრობებში.

გამოყენება. დისტენის შემცველ ქანებს ხმარობენ ცეცხლგამძლე (ფოლადის ჩამოსასხმელი ტიგელების) და მჟავაგამძლე ნაკეთობების დასამზადებლად. შეფერილ სახესხვაობებს — სამკაულებად.

ანდალუზიტი, $Al_2[SiO_5]$. Andalusit

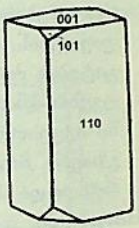
სახელწოდება. სახელი დაერქვა მისი აღმოჩენის ადგილის, ,,ანდალუზიის'' პროვინციის (ესპანეთი) მიხედვით.

ქიმიზმი. Al_2O_3=63.2, SiO_2=36.8%. მინარევების სახით ყოველთვის შეიცავს Fe, Mg, იშვიათად Mn - ს.

ნაირსახეობები. ვირიდინი — რკინისა და მანგანუმის შემცველი მწვანე ფერის ანდალუზიტი, ჰიასტოლითი — ნახშირისა და თიხის შემცველი.

სინგონია, ***სიმეტრიის კლასი, სივრცობრივი ჯგუფი.*** რომბული. რომბული ბიპირამიდის კლასი. $3L^23PC$; 2/m2/m2/m.

კრისტალოგრაფია. კრისტალების სახით იშვიათია. ქმნის მსხვილმარცვლოვან, პრიზმულ და სვეტისებრ კრისტალებს კვადრატულთან მიახლოებული კვეთით (სურ. 106). ხშირად შეიცავს ნახშიროვანი ნივთიერების ჩანართებს. გვხვდება მარცვლოვანი, სხივოსნური, ჩხირისებრი და ბოჭკოვანი აგრეგატების სახით. ცნობილია ანდალუზიტის პარამორფოზები კიანიტის მიმართ.



სურ. 106. ანდალუზიტის კრისტალი

ფიზიკური თვისებები:

ფერი. თეთრი, რუხი, ვარდისფერ-წითელი, ხორცისფერ-წითელი, მურა-წითელი, ყავისფერი, ზეთისხილისებრ მწვანე, იისფერი, ყვითელი.

ხაზის ფერი თეთრი.

ელვარება მინისებრი.

ტკეჩვადობა (110) მიმართ კარგი.

სიმაგრე 7.5.

ხვედრითი წონა 3.15—3.20.

მონატეხი უსწორმასწორო, ხიწვისებრი.

მსხვრევადია. არის გამჭვირვალე, ცეცხლგამძლეა (ლღვება 1850°C).

დიაგნოსტიკური ნიშნები. ადვილად გამოიცნობა პრიზმის კვადრატული კვეთით, დიდი სიმაგრითა და ტკეჩვადობით. წვრილმარცვლოვანი აგრეგატების გამოცნობა მხოლოდ ოპტიკური მეთოდების დახმარებით არის შესაძლებელი.

წარმოშობა. ანდალუზიტი არის კონტაქტ-მეტასომატური წარმოშობის მინერალი. ყოველთვის ჩნდება მაგმური ქანებისა და თიხამინით გამდიდრებული წყებების კონტაქტის ზონაში. არის რეგიონული მეტამორფული ქანების — თიხაფიქლების, ქარსიანი ფიქლების, კრისტალური ფიქლების დამახასიათებელი მინერალი — კიანიტთან, სილიმანიტთან, გრანატებთან და კორდიერიტთან ასოციაციაში. ზოგჯერ გროვდება ქვიშრობებშიც.

საბადოები. საქართველოში ანდალუზიტის საბადოები არ არის. საზღვარგარეთის ქვეყნებიდან სამრეწველო მნიშვნელობის საბადოებია რუსეთში (ბაიკალისპირეთი, აღმოსავლეთ საიანები, ურალი და სხვ), ყაზახეთში (სემიზ-ბუგუ), ესპანეთში (ანდალუზია), აშშ (მენის და კალიფორნიის შტატები), ცეილონზე, ბრაზილიაში (მინას-ჟერაიჟი), ავსტრალიაში და სხვ.

შეცვლა. ანდალუზიტი გადადის წვრილქერცლოვან მუსკოვიტში (სერიციტი).

გამოყენება. ანდალუზიტი არის ძვირფასი ცეცხლგამძლე მასალა. გამოიყენება სანთებლებისა და ცეცხლგამძლე კერამიკის, აგურების, ფაიფურის და ფოლადის ჩამოსასხმელი ტიგელების დასამზადებლად. სუფთა, გამჭვირვალე და ვარდისფერ ნაირსახეობებს იყენებენ სანახელაო ქვებად.

სილიმანიტი, $Al_2[SiO_5]$. Sillimanit

სახელწოდება. სახელი დაერქვა ამერიკელი ქიმიკოსის და გეოლოგის, ბ.სილიმანის პატივსაცემად.

ქიმიზმი. Al_2O_3=63.2%, SiO_2 =36.8%.

ნაირსახეობა. ფიბროლიტი — ბოჭკოვანი სილიმანიტი.

სინგონია, სიმეტრიის კლასი, სივრცობრივი ჯგუფი. რომბული. რომბული ბიპირამიდის კლასი $3L^23PC$; 2/m2/m2/m.

კრისტალოგრაფია. კრისტალების სახით იშვიათია. ახასიათებს ნემსისებრი და ძაფისებრი იერის კრისტალები. ჩვეულებრივ გვხვდება ბოჭკოვანი და სხივოსნური აგრეგატების სახით. ქმნის უსწორო ბეწვისებრ ჩანართებს კვარცში და მინდვრის შპატებში.

ფიზიკური თვისებები.

ფერი. რუხი, ნაცრისფერი, თეთრი, ზოგჯერ მწვანე, მოყვითალო, იშვიათად შავი.

ხაზის ფერი თეთრი.

ელვარება მინისებრი.

ტკეცვადობა (010) მიმართ სრული.

სიმაგრე 7.

ხვედრითი წონა 3.24.

მონატეხი უსწორმასწორო.

მსხვრევადი და გაუმჭვირვალეა.

დიაგნოსტიკური ნიშნები. ადვილად გამოიცნობა ბოჭკოვანი, ნემსისებრი და ჩხირისებრი კრისტალებით და მჟავეებში უხსნადობით. ძალიან მიაგავს ანდალუზიტს, რომლისაგან განსხვავება მხოლოდ ოპტიკური თვისებებით არის შესაძლებელი.

წარმოშობა. სილიმანიტი არის რეგიონული მეტამორფიზმის მაღალი საფეხურის მინერალი. გვხვდება გნეისებსა და კრისტალურ ფიქლებში — გრანატებთან, სტავროლიტთან, კორდიერიტთან ერთად. განვითარებულია

კვარცის ძარღვებსა და გრანიტულ პეგმატიტებში, რქაულებში, ეკლოგიტებსა და კიმბერლიტურ მილებში — გრანატებთან, ომპაციტთან და კიანიტთან ასოციაციაში.

საბადოები. საქართველოში სილიმანიტის საბადოები არ არის. სილიმანიტის შემცველი ქანები ფართო გავრცელებით სარგებლობს რუსეთში (აღმოსავლეთ ევროპის ბაქანი), ავსტრიაში, ბირმაში, ბრაზილიაში. სილიმანიტის მსოფლიო მნიშვნელობის საბადოა ინდოეთში (სინგბხუმის რაიონი).

შეცვლა. ჰიდროთერმული ხსნარების მოქმედებით ადვილად გადადის მუსკოვიტში, კაოლინიტში და თიხის სხვა მინერალებში. 1545^{0}C იშლება და გადადის მულიტში.

გამოყენება. სილიმანიტის შემცველი ქანები წარმოადგენს ძვირფას ნედლეულს კერამიკული, ხანძარსაწინააღმდეგო და ცეცხლგამძლე ნაკეთობების დასამზადებლად.

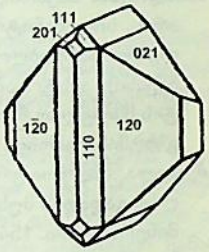
ტოპაზი, $Al_2[SiO_4][OH,F]_2$. Topas

სახელწოდება. სახელი დაერქვა მისი აღმოჩენის ადგილის — წითელ ზღვაში მდებარე კუნძულ ''ტოპაზოს'' მიხედვით, ან სანსკრიტული სიტყვიდან ''ტაპას'', რაც ''ცეცხლს'' ნიშნავს.

ქიმიზმი. Al_2O_3=56.54%. შეიცავს რკინის ცვალებად რაოდენობას—17—30%-მდე. მინერალის სტრუქტურაში ხშირ შემთხვევაში [OH] ჯგუფი ანაცვლებს [F]-ს (ფტორის შემცველობა 21%-მდე აწევს). მინარევების სახით შეიცავს: Mg, Ca, Fe, Cr, Ti, V და სხვ. შეიცავს გაზურ (CO_2, HCl, SO_2, H_2S და სხვ), თხევად (H_2CO_3) და მყარ (ფლუორიტი, ჰალიტი, ტურმალინი და სხვ.) ჩანართებს.

სინგონია, სიმეტრიის კლასი, სივრცობრივი ჯგუფი. რომბული. რომბული ბიპირამიდის კლასი. $3L^23PC$; 2/m2/m2/m.

კრისტალოგრაფია. ჩვეულებრივ ქმნის მოკლე პრიზმულ და სვეტისებრი იერის კრისტალებს, თავზე ბიპირამიდის წახნაგით (სურ. 107) (აღწერილია 140 სმ სიგრძის ტოპაზის კრისტალი). პრიზმის ვერტიკალური წახნაგები ხშირად დაფარულია შტრიხებით. განვითარებულია მასიური, მსხვილ და წვრილმარცვლოვანი მკვრივი აგრეგატების სახით. ახასიათებს სხივოსნური კრისტალები. ქმნის ფსევდომორფოზებს მინდვრის შპატების მიმართ, ეპიტაქსიალურ შენაზარდებს გრანატებთან.



სურ. 107. ტოპაზის კრისტალი

ფიზიკური თვისებები:

ფერი. უფერო, წყლისებრ გამჭვირვალე, ყვითელი, უფერო, მონაცრისფრო, მომწვანო, ყვითელი, ყავისფერი, იშვიათად ვარდისფერი, იისფერი, მწვანე, ცისფერი, ჩალისებრ ყვითელი.

ხაზის ფერი თეთრი.

ელვარება მინისებრი.

ტკეჩვადობა (001) მიმართ სრული.

სიმაგრე 8.

ხვედრითი წონა 3.5—3.6.

მონატეხი საფეხურისებრი— ნიჟარისებურამდე.

მსხვრევადია, ფლობს სუსტ პირო- და პიეზოელექტრულ თვისებებს.

დიაგნოსტიკური ნიშნები. ადვილად გამოიცნობა კრისტალთა ფორმებით, დიდი სიმაგრით, სრული ტკეჩვადობით. მკვრივ მარცვლოვან მასებში მიაგავს კვარცს, რომ-

ლისაგან განსხვავდება კრისტალთა ფორმებით, ერთი მიმართულებით სრული ტკეჩვადობით, შედარებით ძლიერი ელვარებით და დიდი სიმაგრით. მიაგავს ბერილს — მისგან განსხვავდება სრული ტკეჩვადობით, მინდვრის შპატებისაგან სიმაგრით და ტკეჩვადობით.

წარმოშობა. ძირითადად კალის შემცველი გრანიტული პეგმატიტებისათვის დამახასიათებელი მინერალია, სადაც ნანახი იქნა 10კგ-მდე წონის კრისტალი. ნანახია მაღალტემპერატურულ კვარცის ძარღვებში —კვარცთან, ორთოკლაზთან, ქარსებთან, ტურმალინთან და კასიტერიტთან ასოციაციაში. ჩნდება პნევმატოლითური გზით გრეიზენებში—კვარცთან, ფლუორიტთან და კასიტერიტთან ერთად. ტოპაზი მდგრადი მინერალია, რის გამოც დიდი რაოდენობით გროვდება ქვიშრობებში.

საბადოები. საქართველოში ტოპაზის საბადოები არ არის. საზღვარგარეთის ქვეყნებიდან ცნობილია: რუსეთში (ურალი, იმიერბაიკალეთი; ურალში ნანახია ბაცი ცისფერი ტოპაზი), უკრაინაში, ბრაზილიაში (მინას-ჟერაიჟისა და მინას-ნოვასის საბადოები. 1940 წელს ბრაზილიაში ნანახი იქნა დიდი ზომის ტოპაზის უფორმო კრისტალები, მაქსიმალური წონით 238.4 კგ. შემდეგ იქვე ნანახი იქნა 117 კგ წონის კრისტალი, რომელიც ამჟამად ვენის მუზეუმში ინახება), აშშ (კალიფორნიისა და იუტას შტატები), მადაგასკარზე (ვარდისფერი ტოპაზი), იაპონიაში, შრი-ლანკაში, ავსტრალიაში, ბრაზილიაში, გერმანიაში და სხვ.

შეცვლა. ჰიდროთერმული ხსნარების ზემოქმედებით ტოპაზი გადადის მუსკოვიტში, კაოლინიტში, მონტმორილონიტში.

გამოყენება. ტოპაზის ყვითელი, ცისფერი, უფერო და, იშვიათად, ვარდისფერი სახესხვაობები გამოიყენება, როგორც ძვირფასი სანახელავო ქვა.

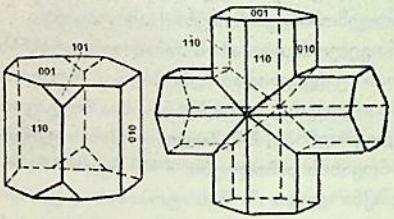
სტავროლიტი, $(Fe,Mg,Zn)_2\ Al_9[(Si,\ Al)_4O_{22}]\ [OH]_2$. Staurolite

სახელწოდება. სახელი დაერქვა დამახასიათებელი ჯვრისებრი მრჩობლების გამო (ბერძ. ''სტავროს''— ჯვარი, ''ლითოს''— ქვა).

ქიმიზმი. FeO=16.7%, Al_2O_3=53.3%, SiO_2 =27.9%. იზომორფული მინარევების სახით შეიცავს: Ti, Mn, Co, Zn.

სინგონია, სიმეტრიის კლასი, სივრცობრივი ჯგუფი. მონოკლინური (ფსევდორომბული). პრიზმის კლასი. L^2PC; 2/m.

კრისტალოგრაფია. როგორც წესი, გვხვდება კარგად განვითარებული მოკლე პრიზმული კრისტალების სახით. იშვიათია მასიური და მარცვლოვანი აგრეგატები. დამახასიათებელია ჯვრის ფორმის მრჩობლები (სურ. 108, ტაბ.8.3).



სურ. 108. სტავროლიტის კრისტალები

ფიზიკური თვისებები:

ფერი. ყავისფერი, მონითალო ყავისფერი, მურა-ყავისფერი, ყავისფერ-შავი, შავი, არის ლურჯიც.

ხაზის ფერი რუხი, თეთრი.

ელვარება მინისებრი— ცვილისებრამდე.

ტკეჩვადობა (010) მიმართ არასრული.

სიმაგრე 7.

ხვედრითი წონა 3.7—3.8.

მონატეხი უსწორმასწორო, ნიჟარისებრი.

მსხვრევადია, გაუმჭვირვალე, ნაწილობრივ იხსნება H_2SO_4.

დიაგნოსტიკური ნიშნები. ადვილად გამოიცნობა კრისტალთა გარეგნული იერით და ფერით.

წარმოშობა. სტავროლიტი ჩნდება რეგიონული მეტამორფიზმისას ალუმინით მდიდარი ქანების შეცვლის ხარჯზე საშუალო წნევისა და ტემპერატურის პირობებში. არის კრისტალური ფიქლებისა და გნეისების დამახასიათებელი მინერალი. მეტამორფიზმის მაღალი საფეხურის ქანებში ქმნის ასოციაციას ალმანდინთან და კიანიტთან. უფრო დაბალი საფეხურის მეტამორფიზმის ქანებში — ქლორიტებთან. სტავროლიტი ითვლება საშუალო ტემპერატურული მეტამორფიზმის ქანების მინერალინდიკატორად. როგორც ქიმიურად მდგრადი მინერალი, გროვდება ქვიშრობებშიც.

საბადოები. საქართველოში სტავროლიტის საბადოები არ არის. საზღვარგარეთის ქვეყნებიდან ცნობილია: რუსეთში (აღმოსავლეთ ციმბირი, სამხრეთი ურალი), ავსტრალიაში, შვეიცარიაში, ბრაზილიაში, საქსონიაში, აშშ (მენის, ვირჯინიის და ჩრდილო კაროლინის შტატები), საფრანგეთში, ავსტრიაში და სხვ.

შეცვლა. რეტროგრადული რეგიონული მეტამორფიზმის პირობებში სტავროლიტი ადვილად გადადის ბიოტიტში, ქლორიტებში; პროგრესული მეტამორფიზმის შემთხვევაში—კორდიერიტსა და გრანატებში.

გამოყენება. ბრაზილიის საბადოდან მოპოვებულ სტავროლიტის გამჭვირვალე კრისტალებს იყენებენ ძვირფას საიუველირო და სანახელავო ქვად. ჩრდილო კაროლინის შტატში (აშშ) მოპოვებული ჯვრის ფორმის სტავროლიტებს იძენენ როგორც ამულეტებს, რომელსაც ხშირად ''ჯადოსნურ ქვასაც'' უწოდებენ.

გამოყენება .ტოპაზის ყვითელი, ცისფერი, უფერო და, იშვიათად, ვარდისფერი სახესხვაობები გამოიყენება როგორც სანახელავო და საიუველირო ქვები, ტოპაზის ფხვნილი — როგორც სააბრაზიო მასალა.

II ქვეკლასი
სილიკატები ორფა ტეტრაედრებით (დიორთოსილიკატები)

როგორც უკვე აღვნიშნეთ, ამ ტიპის სტრუქტურების კრისტალური მესრის აგებულებაში მონაწილეობს ჟანგბადის საერთო იონის მქონე ორი სილიციუმჟანგბადოვანი ტეტრაედრით შექმნილი $[SiO_4]$-ის ჯგუფები. კათიონებს შორის მთავარ როლს ასრულებს დიდი რადიუსების მქონე იონები: Ba^{2+}, Na^{+}, K^{+}, Ca^{2+} და სხვ. Al^{3+}, Be^{2+}, Mg^{2+}-თან კომბინაციაში. აღნიშნული ქვეკლასის მინერალთა უმრავლესობის კრისტალურ სტრუქტურაში $[SiO_4]$ ერთად $[Si_2O_7]$ ჯგუფებიც მონაწილეობს. ამ ქვეკლასში დაახლოებით 70-მდე მინერალს აერთიანებენ, რომელთა დიდი ნაწილი იშვიათია. მათგან მნიშვნელოვანი მხოლოდ ვეზუვიანისა და ეპიდოტის ჯგუფის მინერალებია.

ვეზუვიანის ჯგუფი

ვეზუვიანი (სინ. იდიოკრაზი),
$Ca_{10}(Mg, Fe)_2Al_4[SiO_4]_5[Si_2O_7]_2[OH]_4$ Vesuvian.

სახელწოდება. სახელი დაერქვა მისი ალმოჩენის ადგილის მიხედვით. პირველად ნანახი იქნა ვულკან ვეზუვის ამოფრქვევის პროდუქტებში. იდიოკრაზი ორი ბერძნული სიტყვიდან წარმოდგება: ''იდიოს'' — საკუთარს, თავისას და ''კრაზის'' — ნარევს ნიშნავს (იდიოკრაზში შერწყმულია სხვადასხვა მინერალისათვის დამახასიათებელი ფორმები).

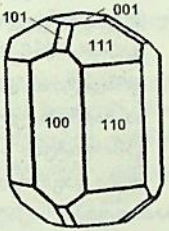
ქიმიზმი. ვეზუვიანის შედგენილობა არ არის მუდმივი. CaO=33-37%, Al_2O_3=13-16%, SiO_2=35-39%, H_2O=2-35. მინარევების სახით შეიცავს: Be, B, F, Fe, Al, Ti, Cr. მინე-

რალის სტრუქტურაში Ca ნაწილი შეიძლება ჩაინაცვლოს Na, Mg, Mn; Al ის ნაწილი — Fe^{3+}, ხოლო F-ის— [OH].

ნაირსახეობები. კალიფორნიტი — მწვანე ფერის ვეზუვიანი, ტიტანიანი — ტიტანის (TiO_2=4,7%), ქრომიანი — ქრომის (Cr_2O_3=2,3%), ბერილიუმიანი — ბერილის (BeO=4%), ციპრინი — სპილენძის (მტრედისფერი) შემცველი ვეზუვიანი.

სინგონია, სიმეტრიის კლასი, სივრცობრივი ჯგუფი. ტეტრაგონული. დიტეტრაგონული ბიპირამიდის კლასი. $L^4 4L^2 5PC$; 4/m2/m2/m.

კრისტალოგრაფია. როგორც წესი, წაგრძელებული და მოკლე პრიზმული ან ფირფიტოვანი კრისტალების სახით გვხვდება, იშვიათად სვეტისებრი ფორმის კრისტალებსაც ქმნის (სურ.109). გვხვდება მარცვლოვანი, მიწისებური მკვრივი მასებისა და სხივოსნური აგრეგატების სახით. ხშირად პრიზმის წახნაგებზე განვითარებულია ვერტიკალური წყვეტილი შტრიხები. მრჩობლები ცნობილი არ არის.



სურ. 109. ვეზუვიანის კრისტალები

ფიზიკური თვისებები:

ფერი. მწვანე, ღია მწვანე, ყავისფერი, მოყვითალო მწვანე, ბოთლისებრ მწვანე, ცისფერი, შავი, უფერო, ზურმუხტისებრ მწვანე, მონითალო.

ხაზის ფერი თეთრი.

ელვარება მინისებრი.

ტკეცვადობა არ აქვს. ზოგჯერ ძალიან სუსტი (110) და (001) მიმართ.

სიმაგრე 6.5—7.

ხვედრითი წონა 3.6.

მონატეხი უსწორმასწორო, ნიჟარისებრი.

დიაგნოსტიკური ნიშნები. ადვილად გამოიცნობა ტეტრაგონული პრიზმული იერის კრისტალებით; ვეზუვიანის მასიური სახესხვაობები ძალიან მიაგავს გრანატებს, რომლებისაგან შედარებით დაბალი ხვედრითი წონით განსხვავდება. ხშირად ერევათ ეპიდოტში, რომლისგან არასრული ტკეჩვადობით და მწვანე ფერების სხვადასხვა ტონით განსხვავდება. ნაწილობრივ იხსნება HCl-ში, რასაც თან ახლავს კაჟმიწის კოლოიდის სახით გამოყოფა.

წარმოშობა. ვეზუვიანი არის კონტაქტ-მეტასომატური მეტამორფული ქანების, კერძოდ, კირქვიანი სკარნების ტიპური მინერალი — დიოპსიდთან, კალციტთან, ანდრადიტთან და ვოლასტონიტთან ასოციაციაში. გვხვდება მაგმურ ულტრაფუძე ქანებში. იშვიათად, როგორც გამოფიტვის აგენტებისადმი გამძლე მინერალი, შეიძლება დაგროვდეს ქვიშრობებშიც.

საბადოები. საქართველოში ვეზუვიანის საბადო არ არის. საზღვარგარეთის ქვეყნებიდან ცნობილი საბადოებია: რუსეთში (იაკუტია, ურალი), ყაზახეთში, აზერბაიჯანში, იტალიაში (სიცილია), ნორვეგიაში, მექსიკაში, აშშ (მენის, ნიუ იორკისა და კალიფორნიის შტატები), პაკისტანში და სხვ.

შეცვლა. ჰიდროთერმული პროცესების შედეგად ვეზუვიანი შეიძლება ჩაინაცვლოს ტალკით, ქარსით, ქლორიტებით, კალციტით, გრანატებით (გროსულარი).

გამოყენება: ვეზუვიანს ზოგჯერ იყენებენ Be მისაღებად, ციპრინსა და კალიფორნიტს — როგორც სანახელავო ქვებს.

ეპიდოტის ჯგუფი

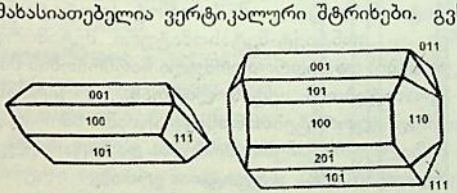
ეპიდოტი, $Ca_2(Fe, Al)\,Al_2[SiO_4][Si_2O_7]O[OH]$. Epidot

სახელწოდება. სახელი დაერქვა ლათინური სიტყვა "ეპიდოზის" მიხედვით, რაც ზრდას, შეზრდას, გადიდებას ნიშნავს (კრისტალთა პარალელოგრამული ფორმის გამო, რაც განპირობებულია განივკვეთში კრისტალის ერთი გვერდის მეორესთან შედარებით უფრო მეტად გაზრდით).

ქიმიზმი. CaO=23,5%, Al_2O_3=24,1%, Fe_2O_3=12,6%; შეიცავს: Cr, Sr, Mn^{2+} და TR მინარევებს.

სინგონია, სიმეტრიის კლასი, სივრცობრივი ჯგუფი. მონოკლინური. პრიზმის კლასი. L^2PC; 2/m.

კრისტალოგრაფია. ჩვეულებრივ გვხვდება წაგრძელებული პრიზმული (სურ. 110, ტაბ. 8.4), ზოგჯერ ჩხირისებრი კრისტალების სახით. წაგრძელების გასწვრივ დამახასიათებელია ვერტიკალური შტრიხები. გვხვდება



სურ. 110. ეპიდოტის კრისტალები

ასევე მასიური, ბოჭკოვანი, მარცვლოვანი, სხივოსნური აგრეგატების სახით. ახასიათებს დრუზები; ფსევდომორფოზები სკაპოლიტისა და გრანატების მიმართ; ეპიტაქსიალური შენაზარდები ორთიტთან. ქმნის მრჩობლებს (100) და იშვიათად (001) მიმართ.

ფიზიკური თვისებები:

ფერი. ბაცი მწვანე, მოყვითალო მწვანე, მოყვითალო, ყავისფერი, ნაცრისფერი, თითქმის შავი.

ხაზის ფერი თეთრი.

ელვარება მინისებრი.

ტკეცვადობა (001) მიმართ სრული, (100) მიმართ არასრული

სიმაგრე 6—7.

ხვედრითი წონა 3.36 (იზრდება Fe შემცველობის ზრდის შესაბამისად).

მონატები უსწორმასწორო, ნიჟარისებრი, ზოგჯერ საფეხურისებრი.

დიაგნოსტიკური ნიშნები. ადვილად გამოიცნობა დამახასიათებელი ფერით, დიდი სიმაგრით, ერთი მიმართულებით სრული ტკეცვადობით. HCl-ში იხსნება კოლოიდური კაუმინის წარმოქმნით.

წარმოშობა. ეპიდოტი არის რეგიონული მეტამორფიზმის დაბალი და საშუალო საფეხურის ქანებისათვის დამახასიათებელი მინერალი როგორც პლაგიოკლაზების, ამფიბოლებისა და პიროქსენების მეტამორფული გარდაქმნის პროდუქტი — ქლორიტთან, აქტინოლიტთან და ალბიტთან ასოციაციაში (ეპიდოტ-ქლორიტიანი ზონა). არის — კონტაქტ-მეტასომატური მეტამორფიზმისა (სკარნები) და ჰიდროთერმული წარმოშობის მინერალი — გრანატებთან, აქტინოლიტთან, კალციტთან, კვარცთან და ქლორიტებთან ასოციაციაში. ხშირად გვხვდება ბაზალტური ქანების პორებსა და სიცარიელეებში — ცეოლითებთან და კალციტთან ერთად.

საბადოები. საქართველოში ეპიდოტის საბადოები არ არის. საზღვარგარეთის ქვეყნებიდან ცნობილია: რუსეთში (ურალი), აზერბაიჯანში (დაშქესანის საბადოზე — კალციტთან, სხივოსნურ აქტინოლიტთან და გრანატებთან ასოციაციაში), საფრანგეთში, აშშ (ალიასკის შტატი და სხვ.), ბირმაში, იტალიაში, ყაზახეთში და სხვ.

გამოყენება. ეპიდოტის ზოგიერთი კარგად დაწახნაგებული კრისტალები შეიძლება გამოყენებულ იქნეს საიუველირო ქვებად.

ცოიზიტი, $Ca_2Al_3[SiO_4][Si_2O_7]O(OH)$. Zoisit

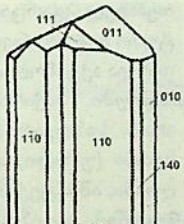
სახელწოდება. სახელი დაერქვა ავსტრიელი მინერალოგისა და კოლექციონერის, ბარონ ფონ ზ.ცოიზის პატივსაცემად.

ქიმიზმი. CaO=24,6%; Al_2O_3=33,9%; SiO_2=39,5%. ცოიზიტის შედგენილობა ახლოსაა მის ფორმულასთან. მინერალის სტრუქტურაში ადგილი აქვს Al^{3+}-ის Fe^{3+}-ით იზომორფული ჩანაცვლების მოვლენას. ზოგჯერ მინარევების სახით შეიცავს Fe^{2+} და Mn.

ნაირსახეობები. ტულიტი — ვარდისფერი (Mn მინარევის გამო), ტანზანიტი — ლურჯი ან ცისფერი, სოსურიტი — წვრილმარცვლოვანი ცოიზიტი, ალბიტთან ან სერიციტთან ნარევი. არის პლაგიოკლაზების დაშლის პროდუქტი.

სინგონია, სიმეტრიის კლასი, სივრცობრივი ჯგუფი. რომბული. რომბული ბიპირამიდის კლასი $3L^23PC$; 2\m2\m2\m.

კრისტალოგრაფია. ცალკეული (ეული) სქელფირფიტოვანი კრისტალები იშვიათია. როგორც წესი, ქმნის ძლიერ დაშტრიხულ პრიზმული იერის კრისტალებს (სურ.111), ჩხირისებურ და მარცვლოვან აგრეგატებს.



სურ. 111. ცოიზიტის კრისტალი

ფიზიკური თვისებები:

ფერი რუხი, ზოგჯერ ვარდისფერი, წითელი, მწვანე, ვაშლისებრ-მწვანე, მოლურჯო, ყავისფერი, თხელ ფირფიტებში უფერო.

ხაზის ფერი თეთრი.

ელვარება მინისებრი.

ტკეჩვადობა (100) მიმართ სრული, (001) მიმართ არასრული.

სიმაგრე 6—6.5.

ხვედრითი წონა 3.5 (იზრდება რკინის შემცველობის ზრდის შესაბამისად).

მონატენი უსწორმასწორო.

დიაგნოსტიკური ნიშნები. ძალიან მიაგავს ამფიბოლებს — მათგან განსხვავდება კრისტალთა გარეგნული იერით და ერთი მიმართულებით სრული ტკეჩვადობით.

წარმოშობა. არის მეტამორფული ქანებისათვის დამახასიათებელი მინერალი. განსაკუთრებით ფართო გავრცელებით სარგებლობს ამფიბოლიტებში, გნეისებში, აქტინოლიტიან კრისტალურ ფიქლებში, მწვანე ფიქლების ფაციესში და გლაუკოფანიან ქანებში. ცოიზიტის თანამგზავრი მინერალებია: გრანატები, ვეზუვიანი, კვარცი, ეპიდოტი, ამფიბოლები და სხვ. გვხვდება ჰიდროთერმულ კვარცის ძარღვებში და კონტაქტ-მეტასომატური მეტამორფიზმის (სკარნები) ქანებში — გრანატებთან და აქტინოლიტთან ასოციაციაში.

საბადოები. საქართველოში ცოიზიტის საბადოები არ არის. საზღვარგარეთის ქვეყნებიდან ცნობილია რუსეთში (ურალი, ალტაის მხარე), გერმანიაში, ავსტრალიაში, აშშ (ტექსასის შტატი) და სხვ.

გამოყენება. ცოიზიტის სახესხვაობებს — ტანზანიტსა და ტულიტს სანახელაო ქვებად იყენებენ.

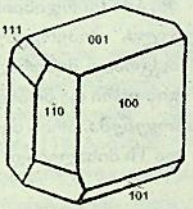
ორთიტი, (სინ. ალანიტი),
$(Ce, Ca, Y)_2(Fe^{2+}, Fe^{3+})Al_2O[SiO_4][Si_2O_7][OH]$, Ortit, Allanit

სახელწოდება. სახელი დაერქვა სწორი და გრძელი წახნაგების გამო (ბერძ. ''ორთოს'' — პირდაპირი, სწორი); ალანიტს — შოტლანდიელი მინერალოგის, ტომას ალანის პატივსაცემად. პრიორიტეტს ანიჭებენ ალანიტს,

რადგან ეს სახელი მინერალს 1811 წელს დაერქვა, ორთიტი — 1818 წელს.

ქიმიზმი. ორთიტის ქიმიური შედგენილობა ცვალებადია. Ca-ს ანაცვლებენ: La, Th, Na; Al-ს— Fe^{2+}, Fe^{3+}; Mn-ს Mg და სხვ. მინარევების სახით შეიცავს Be, Ni, K, Na, Th.

სინგონია, სიმეტრიის კლასი, სივრცობრივი ჯგუფი. მონოკლინური. პრიზმის კლასი. L^2PC; 2/m.



სურ. 112. ორთიტის კრისტალი

კრისტალოგრაფია. კრისტალების სახით იშვიათია, ქმნის სქელფირფიტოვან, ზოგჯერ სვეტისებრ კრისტალებს (სურ. 112). ჩვეულებრივ გვხვდება მარცვლოვანი აგრეგატების, ჩანაწინწკლებისა და მთლიანი მასების სახით.

ფიზიკური თვისებები:

ფერი ფისისებრ შავი, ყავისფერი, მუქი ყავისფერი, არის ყვითელიც.

ხაზის ფერი რუხი-ყავისფერი.

ელვარება მეტალოიდური, ფისისებრი.

ტკეცვადობა (100) და (001) მიმართ არასრული.

სიმაგრე 5.5—6.

ხვედრითი წონა 3.5—4.2

მონატეხი უსწორმასწორო, ნიჟარისებრი.

სუსტად რადიოაქტიურია.

დიაგნოსტიკური ნიშნები. ადვილად გამოიცნობა ფერით, ელვარებით, სუსტი რადიოაქტიურობითა და ეპიდოტთან ასოციაციით.

წარმოშობა. ორთიტი არის ჰიპოგენური წარმოშობის მინერალი. როგორც აქცესორი გვხვდება მჟავე მაგმურ ქანებში — გრანიტებში. განსაკუთრებით დამახასიათე-

ბელია გრანიტული პეგმატიტებისათვის, სადაც ნანახია დიდი ზომის (დაახლოებით 10 სმ) კრისტალები.

საბადოები. ორთიტის საბადოები საქართველოში არ არის. საზღვარგარეთის ქვეყნებიდან ცნობილია: რუსეთში (ურალზე — ილმენის მთების პეგმატიტები), მადაგასკარზე, ნორვეგიაში (კრაგერეი), ბრაზილიაში, შვეციაში, აშშ (ვირჯინიის, ნიუ იორკის შტატები) და სხვ.

შეცვლა. ჰიპერგენულ პირობებში ორთიტი არ არის მდგრადი მინერალი. ის ადვილად იცვლება რუხი-ჟანგისფერი და მოწითალო-რუხი ფერის ქერქებით.

გამოყენება. არის ძვირფასი ნედლეული იშვიათი მიწებისა და Th მისაღებად.

III ქვეკლასი
რგოლური სილიკატები

ბერილი, $Be_3Al_2[Si_6O_{18}]$. Beryll

სახელწოდება. მინერალს სახელი შეიძლება დარქმეოდა ქიმიური ელემენტის Be შემცველობის გამო, ან შეიძლება უკავშირდებოდეს ბერძნულ სიტყვა „ბერილოს''-ს, რომელსაც ხმარობდნენ ყველა მწვანე მინერალის აღსანიშნავად.

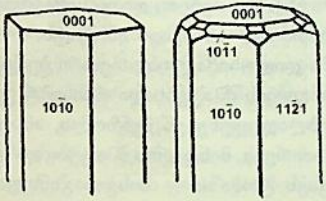
ქიმიზმი. ბერილის შედგენილობა ახლოს არის მის ფორმულასთან: Al_2O_3=19,0%, SiO_2=67,0%. მინარევების სახით თითქმის ყოველთვის შეიცავს: Na, K, Li, Rb, Cs, Mn, Cr, H_2O, Fe^{2+}, Fe^{3+} სხვ. ბერილში Al შეიძლება ჩაენაცვლოს Li-ს, ხოლო Be—Al-ს.

ნაირსახეობები. აქვამარინი (ლათ.„აქვა"—წყალი, „მარე"—ზღვა), ბერილის მოლურჯო ცისფერი —ზღვის წყლისფერი გამჭვირვალე კრისტალები (ფერი გამოწვეულია Fe^{2+} მინარევებით), ჰელიოდორი (ბერძ. „ჰელიოს" მზეს ნიშნავს), ოქროსებრ ყვითელი (ფერს აძლევს

Fe^{3+} მინარევები), ვ ო რ ო ბ ი ო ვ ი ტ ი — ბაცი ვარდისფერი (მანგანუმის მინარევით) — ტუტე ბერილი; ზ უ რ მ უ ხ ტ ი — კაშკაშა მწვანედ შეფერილი გამჭვირვალე კრისტალები (ფერს აძლევს Cr მინარევები).

სინგონია, სიმეტრიის კლასი, სივრცობრივი ჯგუფი. ჰექსაგონური. დიჰექსაგონური ბიპირამიდის კლასი. $L^6 6L^2 7PC$; 6/m2/m2/m.

კრისტალოგრაფია. ხასიათდება კრისტალთა ინდივიდუალობით. ქმნის საკმაოდ მკაფიოდ გამოხატულ ექვსწახნაგა პრიზმულ და სვეტისებრ კრისტალებს — ბიპირამიდის წახნაგებით წვეროებში (სურ. 113, ტაბ. 8.5). როგორც წესი, პრიზმის წახნაგები დაფარულია ვერტიკალური შტრიხებით. ბერილის კრისტალები ზოგჯერ დიდი ზომისაა და რამდენიმე ტონამდე აღწევს (აშშ-ის



სურ. 113. ბერილის კრისტალები

მეინის შტატის, ელბენის საბადოზე ნანახი იქნა ბერილის კრისტალი — წონა 25 ტ., სიგრძე 9 მ-მდე.). გვხვდება მკვრივი, მარცვლოვანი მასების, ჩანაწინწკლების, დრუზებისა და ჩხირისებრი აგრეგატების სახით.

ფიზიკური თვისებები:

ფერი მწვანე, ზურმუხტისფერ-მწვანე, ბალახისებრ მწვანე, ბოთლისებრ მწვანე, ოქროსფერ-ყვითელი, ვარდისფერი, თეთრი უფერო, წითელი, ლურჯი.

ხაზის ფერი თეთრი.

ელვარება მინისებრი.

ტკეჩვადობა (0001) მიმართ ძალიან სუსტი (თითქმის არ აქვს).
სიმაგრე 7.5—8.
ხვედრითი წონა 2.65—2,8.
მონატეხი უსწორმასწორო, ნიჟარისებურამდე.
მსხვრევადია, მჟავეებში არ იხსნება.

ტიპომორფული ნიშნები. ბერილი არის ტიპომორფული მინერალი, ქიმიური შედგენილობისა და წარმოშობის პირობების შესაბამისად იყოფა: ა) რკინიანი ბერილი (მომწვანო და ცისფერი), ჩნდება გრანიტულ პეგმატიტებში; ბ) ტუტე ბერილი (უფერო რძისებრ თეთრი) — Na - Li ტიპის გრანიტულ პეგმატიტებში; გ) Cr-იანი ბერილი (ზურმუხტი), გვხვდება Be-CaF_2- ქარსიან მეტასომატიტებში.

დიაგნოსტიკური ნიშნები. ადვილად გამოიცნობა კრისტალთა ჰექსაგონური კვეთებით, დიდი სიმაგრით, მჟავეებში უხსნადობით. ძალიან ჰგავს აპატიტს, რომლისგან განსხვავდება დიდი სიმაგრით; თეთრი ბერილი ძალიან მიაგავს მინდვრის შპატებს და რძისებრ კვარცს. მათ განსასხვავებლად იყენებენ ბენზოლს, ამ უკანასკნელში ბერილი იძირება, მინდვრის შპატები და კვარცი ტივტივებს; მიაგავს ტოპაზს — მისგან განსხვავდება ტკეჩვადობის უქონლობით.

წარმოშობა. ბერილი არის ტიპური ჰიპოგენური წარმოშობის მინერალი. ძირითადად გვხვდება გრანიტულ პეგმატიტებში — კვარცთან, მინდვრის შპატებთან, ტურმალინთან ასოციაციაში, გვხვდება ასევე გრანიტებში, ბიტუმინიზირებულ კირქვებში არსებულ მიაროლითურ სიცარიელეებში, ქარსიან ფიქლებში, გრეიზენებში და მაღალტემპერატურულ ჰიდროთერმულ ძარღვებში — ტოპაზთან, კასიტერიტთან ასოციაციაში. ბერილი, როგორც მდგრადი მინერალი, გროვდება ქვიშრობებშიც.

საბადოები. საქართველოში ბერილის კრისტალები ნანახია ძირულის კრისტალური ფუნდამენტის გრანიტულ პეგმატიტებში. საზღვარგარეთის ქვეყნებიდან ბერილის სამრეწველო მნიშვნელობის საბადოებია: რუსეთში (ურალი, აქვამარინი), ყაზახეთში, ბრაზილიაში (მინას-ჟერაიჟი), მადაგასკარზე, ავღანეთში, სამხრეთ აფრიკაში, აშშ (მეინის და კალიფორნიის შტატები). მსოფლიოში ზურმუხტის უდიდესი საბადოებია კოლუმბიაში (მუზოს საბადო და სხვ), სადაც ისინი ბიტუმებით მდიდარ კირქვებშია განვითარებული.

შეცვლა. ზედაპირულ პირობებში, ჰიპოგენური პროცესების ბოლო ეტაპზე, ბერილი შეიძლება ჩაინაცვლოს ალბიტით, კვარცით, მინდვრის შპატებით, მუსკოვიტით.

გამოყენება. ბერილი არის ერთადერთი ნედლეული Be მისაღებად. გამოიყენება: სპილენძთან, მაგნიუმთან და ალუმინთან შენადნობების მისაღებად. ალუმინთან და მაგნიუმთან მსუბუქ შენადნობებს წარმატებით იყენებენ თვითმფრინავების მშენებლობაში. ბერილი წარმატებით გამოიყენება საიუველირო ქვად (ზურმუხტი შედის ძვირად ღირებული ქვების სიაში, რომლის ფასი ზოგჯერ ალმასის ფასს აჭარბებს).

კორდიერიტი (სინ. დიქროიტი, იოლიტი), $Al_3(Mg,Fe)_2[AlSi_5O_{18}]$. Cordierit.

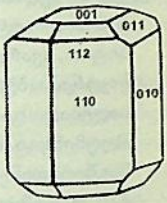
სახელწოდება. კორდიერიტს სახელი დაერქვა ფრანგი მინერალოგის, ფ. კორდიეს პატივსაცემად, რომელმაც პირველად აღწერა მინერალი 1809 წელს; დიქროიტს — ორფეროვნების გამო (ბერძ. ''დიქროს'' —ორფეროვანი); იოლიტს — იისფერის გამო (ბერძ. ''ოლი''-ია).

ქიმიზმი. გამოირჩევა Fe და Mg შემცველობების ფართო საზღვრებში ცვალებადობით, ზოგჯერ შეიცავს Fe (რკი-

ნიანი კორდიერიტი) და Be; აღინიშნება Mg=Mn ჩანაცვლების მოვლენები; დადგენილია Ca, Na, H_2O მინარევები.

სინგონია, სიმეტრიის კლასი, სივრცობრივი ჯგუფი. რომბული. რომბული ბიპირამიდის კლასი. $3L^23PC$; 2/m2/m2/m.

კრისტალოგრაფია. კრისტალების სახით იშვიათია; ქმნის მოკლე პრიზმულ, ფსვდოჰექსაგონური იერის კრისტალებს (სურ. 114). ჩვეულებრივ განვითარებულია მკვრივი, მასიური ან უსწორმასწორო მარცვლების სახით. ახასიათებს მარტივი, პოლისინთეზური და სექტორიალური ტიპის მრჩობლები. (შეზრდის სიბრტყე (110). მარტივი და პოლისინთეზური მრჩობლები დამახასიათებელია მეტამორფული ქანების (გნეისები, ქარსიანი ფიქლები და სხვ) კორდიერიტებისათვის, ხოლო სექტორიალური — ლავებში არსებულ თიხამინიანი ქსენოლითების შეცვლის ხარჯზე გაჩენილი კორდიერიტებისათვის.



სურ. 114. კორდიერიტის კრისტალი

ფიზიკური თვისებები:

ფერი ლურჯი, მუქი იისფერი; არის უფეროც, ყვითელი, ყავისფერი. ახასიათებს დიქროიზმი იისფერიდან (ან ლურჯი) ღია ყავისფრამდე, რაც კარგად დაიკვირვება შეუიარაღებელი თვალითაც.

ხაზის ფერი თეთრი.

ელვარება მინისებრი.

ტკეჩვადობა (010) მიმართ არასრული.

სიმაგრე 7—7.5.

ხვედრითი წონა 2.55 — 2.75 (იზრდება Fe შემცველობის შესაბამისად).

მონატეხი ნიჟარისებრი.

მსხვრევადია და გამჭვირვალე.

დიაგნოსტიკური ნიშნები. ადვილად გამოიცნობა ფერით და დიქროიზმის მოვლენებით. მიაგავს კვარცს, რომლისაგან განსხვავდება არასრული ტკეცრადობით, ლურჯი ელფერით და ოპტიკური თვისებებით. მიაგავს კორუნდს, რომლისაგან განსხვავდება შედარებით დაბალი სიმაგრით.

წარმოშობა. კორდიერიტი არის რეგიონული მეტამორფიზმის ქანების დამახასიათებელი მინერალი. ჩნდება Al და Mg მდიდარი და K,Na, Ca-ით გაღარიბებული ქანების მეტამორფიზმის ხარჯზე. ძირითადად დამახასიათებელია საშუალო და მაღალი საფეხურის მეტამორფული ქანებისათვის (კრისტალური ფიქლები, გრანატ-სილიმანიტიანი გნეისები, რქაულები), სადაც მისი თანამგზავრი მინერალებია: რქატყუარა, პლაგიოკლაზი, სილიმანიტი, ანდალუზიტი, ბიოტიტი და სხვ. კორდიერიტი ჩნდება მაგმურ პროცესებშიც. ხშირად გვხვდება ეფუზიური ქანების სიცარიელეებში. კორდიერიტი აღწერილია სოფ. ანდეზიტების (ბორჯომის რაიონი) და ყელის ვულკანური პლატოს (კავკასიონის სამხრული ფერდის ნაოჭა სისტემა) ანდეზიტების ქსენოლითებში — კვარცთან და პლაგიოკლაზებთან ასოციაციაში. კორდიერიტი აღწერილია ზოგიერთ და მათსავე პეგმატიტებში, გვხვდება ქვიშრობებშიც.

საბადოები. საქართველოში კორდიერიტის საბადოები არ არის. საზღვარგარეთის ქვეყნებიდან ცნობილია: რუსეთში (ურალი, ბაიკალისპირეთი), ნორვეგიაში, ბრაზილიაში, ცეილონზე, შვეციაში, ბირმაში, კანადაში, ესპანეთში, ჩეხოსლოვაკიაში, მადაგასკარზე და სხვ.

შეცვლა. ეკზოგენურ პირობებში კორდიერიტი იცვლება ადვილად. ის უფრო ხშირად იმყოფება შეცვლილ —

ვიდრე საღ მდგომარეობაში. კორდიერიტის შეცვლის პროდუქტებია ქლორიტები, ტალკი და მუსკოვიტი.

გამოყენება. ლამაზი შეფერილობის გამჭვირვალე დიქროიზმის მქონე კორდიერიტი გამოიყენება საიუველირო საქმეში.

ტურმალინი, $(Na,Ca)(Li,Mg,Al)(Al,Fe,Mn)_6(BO_3)_3[Si_6O_{18}][OH]_4$ Turmalin

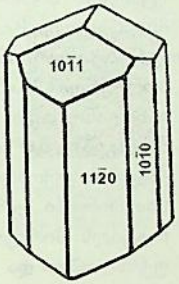
სახელწოდება. მინერალს სახელი დაერქვა სინგალეზური სიტყვიდან ,,ტურმალი'', რაც ნაცრის მიმზიდველს ნიშნავს. ამ სახელწოდებით შემოჰქონდათ მინერალი სხვა ძვირფას ქვებთან ერთად შრი-ლანკიდან ჰოლანდიაში.

ქიმიზმი. მინარევების სახით თითქმის ყოველთვის შეიცავს Cr, K, Ti, Rb, Y, Be, Cs და სხვ. ადგილი აქვს კალციუმის მაგნიუმით, მანგანუმით, ალუმინით ჩანაცვლების მოვლენებს. იზომორფიზმი ხორციელდება ასევე $(BO)_3$ და $[Si_6O_{18}]$ კომპლექსურ ჯგუფებს შორის.

ნაირსახეობები. შ ე რ ლ ი — შავი, რკინით მდიდარი ტურმალინი $(Na,Ca)Fe_3(Al,Fe_6)[Si_6O_{18}]$, დ რ ა ვ ი ტ ი — მაგნიუმით მდიდარი — $(Na,Mg_3)(Al,Fe)_6(BO_3)_3[Si_6O_{18}][OH,F]_4$ — მოყვითალო-ყავისფერი, ე ლ ბ ა ი ტ ი — ლითიუმიანი ტურმალინი $Na(Li,Al)_3Al_6(BO_3)_3[Si_6O_{18}][OH,F]_4$ (დადგენილია სრული იზომორფიზმი შერლსა და ელბაიტს, შერლსა და დრავიტს შორის), ტ უ რ მ ა ლ ი ნ ი ს მ ზ ე (ტაბ. 8.6) — სხივოსნური, ა ქ რ ო ი ტ ი — უფერო, რ უ ბ ე ლ ი ტ ი — მანგანუმის, ლითიუმისა და ცეზიუმის შემცველი ვარდისფერ-წითელი და მუქი წითელი ფერის ტურმალინი, უ ვ ი ტ ი — ყავისფერი, ი ნ დ ი გ ო ლ ი ტ ი (ბრაზილიის საფირონი) — ლურჯი, ვ ე რ ლ ი ტ ი — ზურმუხტისებრ მწვანე.

სინგონია, სიმეტრიის კლასი, სივრცობრივი ჯგუფი. ტრიგონული. დიტრიგონული პირამიდის კლასი. $L^3 3P$; 3m.

კრისტალოგრაფია. ჩვეულებრივ განვითარებულია წაგრძელებული — სვეტისებრ-პრიზმული იერის კრისტალების სახით (სურ. 115). იშვიათად ქმნის მოკლე პრიზმული ფორმის კრისტალებს. მარტივი ფორმებიდან გაბატონებულია პრიზმები და ბიპირამიდები. ხშირად პრიზმების წახნაგებზე ნათლად დაიკვირვება ტურმალინისათვის დამახასიათებელი ვერტიკალური შტრიხები. გვხვდება ასევე მარცვლოვანი, ბოჭკოვანი, სხივოსნური (ტურმალინის მზე), ექვსეულების, ჩხირისებრი და ნემსისებური აგრეგატების სახით. ცნობილია ტურმალინის რამდენიმე სმ-ის ზომის კრისტალები.



სურ. 115. ტურმალინის კრისტალები

ტიპომორფული ნიშნები. შავი ტურმალინები მაღალტემპერატურულია, ვარდისფერი — დაბალტემპერატურული.

ფიზიკური თვისებები:

ფერი. მინერალის ფერი დამოკიდებულია მის შედგენილობაზე. ახასიათებს ნაირგვარი ფერი: მომწვანო, ყავისფერი, შავი, ვარდისფერი, ლურჯი, უფერო; გვხვდება პოლიქრომული ტურმალინებიც. კერძოდ, კრისტალის ერთი ბოლო ჩვეულებრივ მწვანეა (რკინის მინარევის გამო), შუა ნაწილი — თეთრი, მეორე ბოლო — ვარდისფერი (მანგანუმის მინარევის გამო).

ხაზის ფერი თეთრი.

ელვარება მინისებრი, ფისისებრი.

ტკეჩვადობა არ აქვს.

სიმაგრე 7—7.5.

ხვედრითი წონა 3.0—3.2. (იზრდება რკინის შემცველობის ზრდის შესაბამისად).

მონატეხი ნიჟარისებრი, უსწორმასწორო.

ატარებს პირო- და პიეზოელექტრულ თვისებებს, მსხვრევადია, მჟავებში არ იხსნება.

დიაგნოსტიკური ნიშნები: ადვილად გამოიცნობა ფერით, პოლიქროიზმის მოვლენებით, კრისტალთა სამწახნაგოვანი განივკვეთებით (სფერული სამკუთხედი), პრიზმის წახნაგებზე შტრიხებით, ნიჟარისებრი მონატეხით, ტკეჩვადობის უქონლობით, დიდი სიმაგრით, კრისტალთა სხივოსნური იერით. ძალიან მიაგავს რქატყუარას და რუტილს. პირველისაგან განსხვავდება ტკეჩვადობის უქონლობით და სიმაგრით. მეორისაგან სიმაგრით და ხაზის ფერით.

წარმოშობა. ტურმალინი არის ჰიპოგენური წარმოშობის მინერალი. ჩნდება გრანიტებსა და გრანიტ-პეგმატიტებში მინდვრის შპატებთან, კვარცთან, მუსკოვიტთან და ბიოტიტთან ერთად. გვხვდება მეტამორფულ ქანებში (თიხაფიქლები, გნეისები), აქცესორების სახით მაღალტემპერატურულ SiO_2—SnO_2 ჰიდროთერმულ ძარღვებში, გრეიზენებში — კასიტერიტთან და ტოპაზთან ასოციაციაში. ქრომის შემცველი ტურმალინები ტიპურია ულტრაფუძე ქანებისათვის, ელბაიტები-ლითიუმიანი გრანიტული პეგმატიტებისათვის. ტურმალინი გვხვდება ასევე მეორად კვარციტებში და ზოგიერთ დანალექ ქანებშიც. არის ქვიშრობის მინერალი.

საბადოები. საქართველოში ტურმალინის საბადოები არ არის. საზღვარგარეთის ქვეყნებიდან ცნობილი საბადოებია: რუსეთში (ბაიკალისპირეთი, ურალი), თურქმენეთში, ყაზახეთში, შვეიცარიაში, იტალიაში, აშშ (ჩრდი-

ლო კაროლინის, კალიფორნიის, მეინის შტატები), ინდოეთში, ავღანეთში, აფრიკაში, შრი-ლანკაში, ბირმაში, და სხვ.

შეცვლა. ტურმალინი, როგორც ქიმიურად მდგრადი მინერალი, დიდი ოდენობით გროვდება ქვიშრობებში. ჰიდროთერმული პროცესების ზემოქმედებით გადადის მუსკოვიტში, ფლოგოპიტში და სხვ.

გამოყენება. პირო- და პიეზო თვისებების მატარებელი ტურმალინი გამოიყენება ელექტროტექნიკასა და რადიოტექნიკაში, წყალქვეშა და ჰაერზე აფეთქებისას. აფეთქების მომენტში წნევის გასაზომად; წარმოადგენს ბორის მიღების ერთ-ერთ წყაროს. შეფერილ ტურმალინებს სხვადასხვა მრთულობებისა და სამკაულების დასამზადებლად იყენებენ.

IV ქვეკლასი
ძეწკვისებრი სილიკატები

ამ ქვეკლასში შედის ქანმაშენი მინერალების მნიშვნელოვანი ჯგუფები: პიროქსენები — ერთმაგი ძეწკვით და ამფიბოლები — ორმაგი ძეწკვით. მათი ერთ ქვეკლასში გაერთიანების საფუძველს იძლევა კრისტალური სტრუქტურების, კრისტალოგრაფიული თავისებურებების, ფიზიკური, ქიმიური და ოპტიკური თვისებების მსგავსება. როგორც პიროქსენების, ისე ამფიბოლების ჯგუფის მინერალების სტრუქტურას თითქმის ერთი და იგივე კათიონები აგებს: Mg^{2+}, Ca^{2+}, Fe^{2+}, Fe^{3+}, Na^{+}, Al^{3+} (ზოგჯერ Li^{+}), თუმცა პიროქსენებისაგან განსხვავებით ამფიბოლების ანიონურ რადიკალში $[OH]^{-}$ ჯგუფი მონაწილეობს. გარდა ამისა, ამ ორი ჯგუფის მინერალების ფიზიკური თვისებების (ელვარება, ფერი, სიმაგრე) მსგავსების მიუხედავად, განსხვავება მაინც ჩანს კრისტალთა გარეგნულ

იერში. მაგალითად, პიროქსენები ძირითადად ქმნიან მოკლე პრიზმული ჰაბიტუსის კრისტალებს, ამფიბოლები — წაგრძელებულ და ნემსისებრს. ასევე განსხვავდება ტკეჩვადობის ბზარებს შორის არსებული კუთხეების სიდიდით.

პიროქსენების ჯგუფი

აღნიშნული ჯგუფის მინერალების სახელი ლათინური სიტყვებიდან მოდის: ''პიროს'' ცეცხლს ნიშნავს, ''ქსენოს'' უცხოს (ჰაიუის მიხედვით ამ ჯგუფის მინერალები შეუთავსებელი იყო მაგმური ქანებისათვის). პიროქსენების საერთო ფორმულა ასეთია: M M $[T_2O_6]$, სადაც M = Mg^{2+}, Fe^{2+}, Li^{1+}, Ca^{2+}, Na^{1+}; M = Mg^{2+}, Fe^{2+}, Fe^{3+}, Al^{3+}. იშვიათად Mn^{2+}, Ni^{2+}, Co^{+}, Cr^{2+} და სხვ. T=Si^{4+}, Al^{3+}. განსაკუთრებით უნდა აღინიშნოს ნატრიუმის მნიშვნელოვანი ზრდა ამ ტიპის სილიკატების მინერალებში.

პიროქსენებში ფართოდ არის წარმოდგენილი იზოვალენტური და ჰეტეროვალენტური იზომორფიზმის მოვლენები: $Mg^{2+} = Fe^{2+}$, $Al^{3+} = Fe^{3+}$, $Al^{3+} = Si^{4+}$; გამონაკლისს წარმოადგენს სპოდუმენი, რომელიც პრაქტიკულად იზომორფულ ნარევს არ იძლევა.

პიროქსენები კრისტალდება მონოკლინურ და რომბულ სინგონიებში. ჩვეულებრივ ქმნის მოკლე პრიზმული იერის კრისტალებს — განივი კვადრატული (ფსევდოტეტრაგონული) კვეთებით, იშვიათად წაგრძელებულ, ზოგჯერ ნემსისებურ კრისტალებს, მარცვლოვან და სხივოსნურ აგრეგატებს. თითქმის ყველა პიროქსენისათვის, გარდა ვოლასტონიტისა, დამახასიათებელია სრული ტკეჩვადობა პრიზმის წახნაგზე (110) ორი მიმართულებით, ტკეჩვადობას შორის 87^0 და 93^0 (ახლოს 90^0) კუთხით. ამით პიროქსენები მკვეთრად განსხვავდება ამფიბოლებისაგან, რომლებშიაც ტკეჩვადობას შორის კუთხე 124^0 და 56^0 (ახლოს 60^0). პიროქსენებს ახასიათებს მინის ელვარება (ზოგიერთ რომ-

ბულ სახესხვაობას მეტალოიდური) და ფერთა ფართო სპექტრი ღია მწვანედან — ზურმუხტისებრ მწვანემდე, არის ვარდისფერი პიროქსენებიც (Mn-ის მინარევების გამო).

პიროქსენები წარმოადგენს ულტრაფუძე და ფუძე ქანების ძირითად ქანმაშენ მინერალებს. გვხვდება რეგიონული მეტამორფიზმის მაღალი საფეხურის ქანებში (გნეისები, კრისტალური ფიქლები). მონოკლინური პიროქსენები (დიოპსიდი, ჰედენბერგიტი) და პიროქსენოიდი (ვოლასტონიტი) დამახასიათებელია სკარნებისათვის, ასევე ფართო გავრცელება აქვს ტუტე ქანებშიც (ეგირინი). პიროქსენებისა და ამფიბოლების ერთად თანაარსებობის შემთხვევაში, პიროქსენები უფრო მაღალტემპერატურულია და მაგმური მდნარის კრისტალიზაციის ადრეულ სტადიაზე — უფრო დიდ სიღრმეებზე ჩნდება. ისინი თანაარსებობს Mg^{2+} და Fe^{2+} მდიდარ მაღალტემპერატურულ მეტამორფულ ქანებში.

დედამიწის ზედაპირზე დაბალი წნევისა და დაბალი ტემპერატურის პირობებში, ასევე H_2O-ს ქიმიური აქტივობის ზრდის შემთხვევაში, პიროქსენები ჰიდროთერული ხსნარების ზემოქმედებით ადვილად იშლება და გადადის ქლორიტებში, ქარსებში, სერპენტინში, ტალკში, თიხის მინერალებში, რკინის ჟანგებსა და ჰიდროჟანგებში და სხვ.

პიროქსენები წარმატებით გამოიყენება როგორც ჟადასა (ჟადა არის ჟადეიტის მკვრივი ბოჭკოვანი აგრეგატი) და ლითიუმის წყარო (სპოდუმენი), როგორც ძვირფასი სანაბელაო, საიუველირო და სამკურნალო (ნეფრიტი) ქვები. წარმოადგენს ძვირფას ნედლეულს ცემენტისა და სამთო მრეწველობისათვის.

შედგენილობის მიხედვით პიროქსენებში გამოყოფენ: რკინა-მაგნიუმიან, კალციუმიან და ნატრიუმიან სახესხვაობებს, ხოლო სტრუქტურული თავისებურებების მიხედვით — მონოკლინურ, რომბულ და ტრინკლინურ რიგებს.

რომბული პიროქსენები (ორთოპიროქსენები)

რომბულ პიროქსენებში ფერისილიტის (Fs) მოლეკულის შემცველობის მიხედვით გამოყოფენ: ენსტატიტს — Fs_{0-12}, ბრონზიტს—Fs_{12-30}, ჰიპერსტენს — Fs_{30-50}, ფერიჰიპერსტენს — Fs_{50-70}, ევლიტს — Fs_{70-80}, ფერისილიტს — Fs_{80-100}.

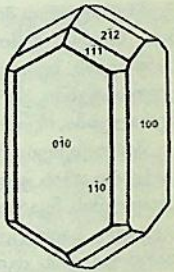
ენსტატიტი, $Mg_2[Si_2O_6]$. Enstatit

სახელწოდება. სახელი დაერქვა ლღობის მიმართ დიდი მდგრადობის გამო (ბერძ. ''ენსტატეს'' — საზიზღარი, მოწინააღმდეგე).

ქიმიზმი. ენსტატიტი სუფთა სახით იშვიათია. თითქმის ყოველთვის შეიცავს: Mn, Cr, ზოგჯერ Ni, Fe^{3+}, Ca მინარევებს.

სინგონია, სიმეტრიის კლასი, სივრცობრივი ჯგუფი. რომბული. რომბული ბიპირამიდის კლასი. $3L^23PC$; 2/m2/m2/m.

კრისტალოგრაფია. ენსტატიტი პრიზმული და ფირფიტისებრი იერის კრისტალების სახით იშვიათია (სურ. 116). ჩვეულებრივ დამახასიათებელია მასიური, მარცვლოვანი, ქერცლოვანი და ბოჭკოვანი აგრეგატები. ჰიპერსტენთან ერთად ქმნის არშიებს ოლივინის გარშემო და კანონზომიერ შენაზარდებს მონოკლინურ პიროქსენებთან.



სურ. 116. ენსტატიტის კრისტალი

ფიზიკური თვისებები:

ფერი თეთრი, რუხი, მოყვითალო, ზეთისხილისებრ მწვანე, მომწვანო, ყავისფერი, მოყვითალო.

ხაზის ფერი თეთრი.

ელვარება მინისებრი, ტკეჩვადობის სიბრტყეზე — სადაფისებრი.

ტყეჩვადობა (210) მიმართ კარგი, 88° კუთხით.

სიმაგრე 5—5.6.

ხვედრითი წონა 3.1—3.5 (იზრდება რკინის შემცველობის შესაბამისად).

მონატეხი საფეხურისებრი.

მსხვრევადია.

დიაგნოსტიკური ნიშნები. ენსტატიტი ძალიან მიაგავს კლინოპიროქსენებს, რომელთაგან განსხვავება მხოლოდ ოპტიკური და რენტგენოსტრუქტურული მეთოდებით შეიძლება. მჟავებში უხსნადია.

წარმოშობა. ენსტატიტი არის კაჟმიწითა და კალციუმით გაღარიბებული და მაგნიუმით გამდიდრებული ულტრაფუძე ქანების (პერიდოტიტები, პიროქსენიტები, ჰარცბურგიტები, ლერცოლიტები და სხვ) ძირითადი ქანმაშენი მინერალი — ოლივინთან და გრანატებთან (პიროპი), შპინელებთან ასოციაციაში. არის კოსმოგენური წარმოშობის მინერალი (ნანახია სამხრეთ კაროლინის შტატში — ბიშვპვლის მეტეორიტში). ენსტატიტი არის მეტამორფული ქანების (კრისტალური ფიქლები) ძირითადი ქანმაშენი მინერალი. აქცესორის სახით გვხვდება ნეფელინიან სიენიტებში, ანდეზიტებში, პორფირიტებში და სხვ.

საბადოები. საქართველოში ენსტატიტის საბადოები არ არის. საზღვარგარეთის ქვეყნებიდან ცნობილი საბადოებია: ნორვეგიაში (ნაპოვნია ენსტატიტის 40 სმ სიგრძის კრისტალი), აშშ (სამხრეთ კაროლინის, ნიუ-იორკის შტატები), ბირმაში, ინდოეთში, გერმანიაში, შრილანკაში და სხვ.

შეცვლა. ზედაპირულ პირობებში ჰიდროთერმული ხსნარების ზემოქმედებით ენსტატიტი გადადის რქატყუარაში, სერპენტინში, ანტიგორიტში და სხვ., 1000° ტემპერატუ-

რის ზევით — პროტოენსტატიტში. 1557° C ტემპერატურაზე იშლება ფორსტერიტად და ქრისტობალიტად.

გამოყენება. პრაქტიკულად ფასეული მინერალი არ არის, თუმცა ბოლო დროს იყენებენ ფაიფურის მრეწველობაში.

ჰიპერსტენი, $(Mg,Fe)_2[Si_2O_6]$. Hypersten

სახელწოდება. სახელი დაერქვა დიდი სიმაგრის გამო (ბერძნ. ''ჰიპერ'' — ზევით, ''სტენოს'' — ძალა). ადრე ჰიპერსტენს შეცდომით განიხილავდნენ როგორც რქატყუარას.

ნაირსახეობები. ჰ ი პ ე რ ს ტ ე ნ ი ტ ე ბ ი — ქანები, რომლებიც მთლიანად (100%) ჰიპერსტენისაგან შედგება; ჩ ა რ ნ ო კ ი ტ ე ბ ი — ჰიპერსტენის ან ფეროჰიპერსტენის შემცველი გრანიტული შემადგენლობის ქანი.

სინგონია, სიმეტრიის კლასი, სივრცობრივი ჯგუფი. რომბული. რომბული ბიპირამიდის კლასი. $3L^23PC$; 2/m2/m2/m.

კრისტალოგრაფია. კრისტალების სახით იშვიათია. გვხვდება მოკლე პრიზმული იერის მცირედ წაგრძელებული კრისტალების სახით. ქმნის მასიურ, მკვრივ და მარცვლოვან აგრეგატებს.

ფიზიკური თვისებები:

ფერი ყავისფერი, მუქი რუხი, ყავისფერი, მოწვანო-ყავისფერი, სპილენძისებრ წითელი, წითელი, მონაცრისფრო-შავი, ფისისებრ შავი.

ხაზის ფერი თეთრი.

ელვარება მინისებრი, მეტალოიდური.

ტკეჩვადობა (210) მიმართ საშუალო.

სიმაგრე 5.5—6.

ხვედრითი წონა 3.3—3.5.

მონატეხი საფეხურისებრი.

დიაგნოსტიკური ნიშნები: დანარჩენი პიროქსენებისაგან გამოიცნობა მხოლოდ ლაბორატორიული მეთოდების გამოყენებით. ნაწილობრივ იხსნება HCl.

წარმოშობა. ჰიპერსტენი არის მაგმური წარმოშობის მინერალი. წარმოადგენს კაჟმიწით გაღარიბებული ულტრაფუძე და ფუძე ქანების ძირითად ქანმაშენ მინერალს — ოლივინთან, მაგნეტიტთან, გრანატებთან (სპესარტინი) და სხვ. ასოციაციაში. ცნობილია ასევე რეგიონული მეტამორფიზმის საშუალო- და მაღალტემპერატურულ ქანებში (ამფიბოლიტები, გრანულიტები). ნანახია ზოგიერთ ქვიურ და რკინიან მეტეორიტებშიც.

საბადოები. საქართველოში ჰიპერსტენის საბადო არ არის. საზღვარგარეთის ქვეყნებიდან ცნობილია: რუსეთში (სლიუდიანკა, ბაიკალის ტბის მიდამოები), უკრაინაში, გერმანიაში, კანადაში, ირანში, ინდონეზიაში, ინდოეთში და სხვ.

გამოყენება. პრაქტიკული გამოყენება არ აქვს.

მონოკლინური პიროქსენები (კლინოპიროქსენები)

დიოპსიდი, $CaMg[Si_2O_6]$. Diopsid

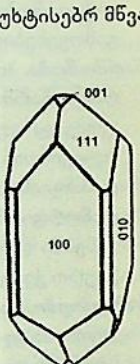
სახელწოდება. სახელი დაერქვა ბერძნული სიტყვების მიხედვით: ,,დი'' ორს ნიშნავს, ,,ოპსის''— გარეგნულ ფორმას (სახელი დაკავშირებულია მისი კრისტალების ორგვარ დამახასიათებელ ფორმებთან).

ქიმიზმი. დიოპსიდი და ჰედენბერგიტი არის მყარი ხსნარების უწყვეტი იზომორფული რიგის კიდური წევრები. მინარევების სახით თითქმის ყოველთვის შეიცავს: Cr, Mg, Fe, Al და სხვ.

ნაირსახეობები. ბაიკალიტი — დიოპსიდის მსხვილი, კარგად განვითარებული პრიზმული კრისტალები,

ლავროვიტი — ბოთლისებრ მწვანე, ვაშლისებრ მწვანე, ქრომო-დიოპსიდი — ზურმუხტისებრ მწვანე, ვიოლანი — ლურჯი.

სინგონია, სიმეტრიის კლასი, სივრცობრივი ჯგუფი. მონოკლინური. პრიზმის კლასი. L^2PC; 2/m.



სურ. 117. დიოპსიდის კრისტალი

კრისტალოგრაფია. გვხვდება მსხვილი და კარგად განვითარებული მოკლე პრიზმული და სვეტისებრი კრისტალების სახით (სურ. 117). იშვიათად, ფირფიტისებრი (ნანახია დიოპსიდის 40 სმ სიგრძის კრისტალი). ქმნის მარცვლოვან, სხივოსნურ, ჩხირისებრ და ქერცლოვან აგრეგატებს. ახასიათებს პოლისინთეზური მრჩობლები (100) მიმართ.

ფიზიკური თვისებები:

ფერი თეთრი, უფერო, რუხი, ღია მწვანე, ბოთლისებრ მწვანე, ლურჯი, ცისფერი (Fe^{2+} და Fe^{3+} მინარევის გამო), ყვითელი, მოყვითალო-ყავისფერი (Fe^{3+} მინარევის გამო).

ხაზის ფერი თეთრი, რუხი, ღია მწვანე.

ელვარება მინისებრი.

ტკეცვადობა კარგი (110) მიმართ 87° კუთხით.

სიმაგრე 5.5—6.

ხვედრითი წონა 3.27 (იზრდება რკინის შემცველობის ზრდის შესაბამისად).

მონატეხი უსწორმასწორო, საფეხურისებრი.

მსხვრევადია, მუავებში არ იხსნება.

დიაგნოსტიკური ნიშნები. დიოპსიდი ადვილად გამოიცნობა კრისტალთა ფორმებით, ტკეჩვადობის შორი 87^0 და 93^0 კუთხით. ძალიან მიაგავს ავგიტს, რომლისაგან განსხვავდება კრისტალთა ფორმებით, ფერით. ზუსტი დიაგნოსტიკა მხოლოდ ოპტიკური მეთოდებით ხერხდება.

წარმოშობა. დიოპსიდი არის კონტაქტ-მეტასომატური ქანებისათვის (სკარნები) დამახასიათებელი მინერალი — კალციტთან, გრანატებთან (ანდრადიტი, გროსულარი), ვეზუვიანთან, ფლოგოპიტთან, ტრემოლიტთან, ავგიტთან ასოციაციაში. მადნეული მინერალებიდან მონაწილეობს: შეელიტი, თუთია, ტყვიისა და სპილენძის სულფიდები. სუფთა დიოპსიდი გვხვდება მარმარილოებშიც. დიოპსიდი არის ფუძე და ულტრაფუძე ქანებისათვის დამახასიათებელი მინერალი. ფართოდ არის გავრცელებული საშუალო და მაღალი საფეხურის მეტამორფულ ქანებში, იშვიათად — საშუალო შედგენილობის მაგმურ (დიორიტ-ანდეზიტები) ქანებში.

საბადოები. საქართველოში დიოპსიდის საბადოები არ არის. საზღვარგარეთის ქვეყნებიდან ცნობილია: რუსეთში (ურალი, ჩრდილო კავკასია, კოლის ნახევარკუნძული, ბაიკალისპირეთი), მადაგასკარზე, ბრაზილიაში, ინდოეთში, იტალიაში (მონტე-სომა), შვეციაში, კანადაში, შრილანკაზე, ბირმაში, აშშ (კალიფორნიის შტატი) და სხვ.

შეცვლა. დედამიწის ზედაპირზე დაბალი წნევისა და ტემპერატურის პირობებში დიოპსიდის ხარჯზე ჩნდება მეორადი რქატყუარა (ურალიტი), სერპენტინი, ქლორიტები, ტალკი და კალციუმით მდიდარი ამფიბოლები.

გამოყენება. დიოპსიდის გამჭვირვალე სახესხვაობები კარგად წახნაგდება და გამოიყენება როგორც ძვირფასი ქვა.

ჰედენბერგიტი, $CaFe[Si_2O_6]$. Hedenbergit

სახელწოდება. სახელი დაერქვა შვედი ქიმიკოსის, დ. ჰედენბერგის პატივსაცემად.

ქიმიზმი. FeO=29.4%, Ca=22.2%, SiO_2=48.4%. მინარევების სახით შეიცავს: Mn, Fe, Ti, Cr. არის დიოპსიდის რკინიანი ანალოგი.

სინგონია, სიმეტრიის კლასი, სივრცობრივი ჯგუფი. მონოკლინური. პრიზმის კლასი. L^2PC; 2/m.

კრისტალოგრაფია. იშვიათად ქმნის პრიზმულ და სვეტისებური იერის კრისტალებს. ჩვეულებრივ გვხვდება რადიალურ-სხივოსნური, ჩხირისებრი, ბოჭკოვანი, მკვრივი მასებისა და ზონალურ - კონცენტრიული აგრეგატების სახით.

ფიზიკური თვისებები:

ფერი. უფერო, მწვანე, მუქი მწვანე,ზეთისხილისფერი, შავი.

ხაზის ფერი ღია ნაცრისფერი მომწვანო იერით, უფერო.

ელვარება მინისებრი (სუფთა ჰედენბერგიტისათვის).

ტკეჩვადობა (110) პრიზმის მიმართ 87^0 კუთხით არასრული.

სიმაგრე 5.5—6.

ხვედრითი წონა 3.5—3.6.

მონატეხი საფეხურისებრი.

დიაგნოსტიკური ნიშნები. ადვილად გამოიცნობა კრისტალთა ფორმებით, ჩხირისებრი აგრეგატებით, ფერით, არასრული ტკეჩვადობით. მჟავებში უხსნადობით.

წარმოშობა. ჰედენბერგიტი საშუალო და მაღალი საფეხურის მეტამორფული ქანების ძირითადი ქანმაშენი მინერალია. არის კონტაქტ-მეტასომატური ქანების (სკარნების) ტიპური დამახასიათებელი მინერალი — დიოპსიდთან, მაგნეტიტთან, გრანატებთან ასოციაციაში, გვხვდება რკინით მდიდარ დანალექ წარმონაქმნებში, რომლებმაც განიცადა თერმული და რეგიონული მეტამორფიზმი.

საბადოები. საქართველოში ჰედენბერგიტის საბადოები არ არის. საზღვარგარეთის ქვეყნებიდან ცნობილია: რუსეთში (ურალში, ტურინის სპილენძის მაღაროები), ყაზახეთში (ჩოკპაკის საბადო), შვეციაში, მადაგასკარზე და სხვ.

შეცვლა. დედამიწის ზედაპირზე ჰედენბერგიტი შედარებით მდგრადი მინერალია, თუმცა მის ზედაპირზე ზოგჯერ რკინის ჰიდროჟანგების რუხი ფერის ქერქები აღინიშნება.

გამოყენება. პრაქტიკული ღირებულება არ გააჩნია.

ავგიტი, (Ca,Na) (Mg, Fe, Al, Ti) [(Si,Al)$_2$O$_6$]. Augit

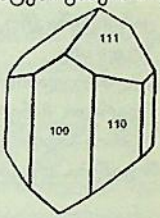
სახელწოდება. სახელი დაერქვა ბერძნული სიტყვა''აუტეს'' მიხედვით, რაც ელვარებას ნიშნავს (ტკეჩვადობის სიბრტყეზე მისთვის დამახასიათებელი ძლიერი ელვარების გამო).

ქიმიზმი. ავგიტი ითვლება ყველაზე არამდგრადი შედგენილობის პიროქსენად. მისი შედგენილობა ყოველთვის არის რთული და ცვალებადი. იზომორფული მინარევების სახით თითქმის ყოველთვის შეიცავს Cr, Fe, Mn, Ti, Al-ს.

ნაირსახეობები. დიალაგი — სრული განწევრების ფურცლოვანი ავგიტი, ეგირინ-ავგიტი — Na_2O და Fe_2O_3 - ით მდიდარი, ჩვეულებრივი ავგიტი — მუქი-მწვანე, მომწვანო-შავი, ტიტან ავგიტი — მუქი ნაცრისფერი (TiO_2=3-5%; ამ ტიპის ავგიტისათვის მიკროსკოპში დამახასიათებელია სილის საათის ჩაქრობის ეფექტი), ბაზალტური ავგიტი — შავი ფერის (Ti და Mn შემცველი).

სინგონია, სიმეტრიის კლასი, სივრცობრივი ჯგუფი. მონოკლინური. პრიზმის კლასი. L^2PC; 2/m.

კრისტალოგრაფია. ხშირად განვითარებულია მოკლესვეტოვან-პრიზმული და ფირფიტოვანი იერის კრისტალების სახით — (110) პრიზმის უპირატესი განვითარებით (სურ. 118, ტაბ.8.7). განივკვეთებისათვის დამახასიათებელია რვაკუთხოვანი ფორმები. გვხვდება მარცვლოვანი აგრეგატებისა და ჩანაწინწკლების სახით. ჩვეულებრივია მარტივი და პოლისინთეზური მრჩობლები (100) მიმართ



სურ. 118. ავგიტის კრისტალი

ფიზიკური თვისებები:

ფერი შავი, მუქი მწვანე, რუხი, მურა.

ხაზის ფერი თეთრი ან რუხი.

ელვარება მინისებრი.

ტკეჩვადობა (110) მიმართ კარგი.

სიმაგრე 5—6.

ხვედრითი წონა 3.2—3.6.

მონატეხი საფეხურისებრ უსწორმასწორო, ნიჟარისებრი.

დიაგნოსტიკური ნიშნები: ადვილად გამოიცნობა კრისტალთა ფორმებით, შავი ფერით, მჟავებში უხსნადობით და ეფუზიურ ქანებში ჩანაწინწკლების სახით არსებობით, საიდანაც ის ადვილად თავისუფლდება; ტკეჩვადობის მიმართულებებს შორის 87^0 კუთხის (უახლოვდება სწორ კუთხეს) არსებობით. ცალკეულ შემთხვევებში მინერალის საიმედო დიაგნოსტიკა მხოლოდ ოპტიკური თვისებებისა და ქიმიური შედგენილობის განსაზღვრით არის შესაძლებელი.

წარმოშობა. ავგიტი პიროქსენებს შორის ყველაზე გავრცელებული მაგმური წარმოშობის მინერალია. წარმოადგენს კაჟმიწით გაუჯერებელი ფუძე და ულტრაფუძე ქანების ინტრუზიული და ეფუზიური ანალოგების (გაბროები, ავგიტიტები, პიროქსენიტები, ბაზალტები, დო-

ლერიტები და სხვ.) ძირითად ქანმაშენ მინერალს — ფუძე პლაგიოკლაზებთან, ოლივინთან და მაგნეტიტთან ერთად. წარმოიშობა კონტაქტური და რეგიონული მეტამორფიზმის პირობებში. ცნობილია სკარნებში. კალციუმიანი ავგიტ-ჰედენბერგიტული შედგენილობის ქანები ნანახია მთვარეზე; მნიშვნელოვან დანაგროვებს იძლევა ქვიშრობებში.

შეცვლა. ავგიტი დაბალი წნევისა და დაბალი ტემპერატურის პირობებში არამდგრადი მინერალია. პოსტმაგმური ხსნარების ზემოქმედებით გადადის ბოჭკოვან ამფიბოლებში. ამ პროცესს ურალიტიზაციის პროცესს უწოდებენ, რადგან ის პირველად ურალზე იქნა დადგენილი. ავგიტის შეცვლის პროდუქტებია: ბიოტიტი, ქლორიტები, სერპენტინი, ეპიდოტი, კალციტი, რკინის ჰიდროჟანგები და სხვ.

საბადოები. საქართველოში ავგიტის კარგად განვითარებული კრისტალები ნანახია ნუნისში (ხარაგაულის რაიონი). საზღვარგარეთის ქვეყნებიდან ავგიტის საბადოებია: გერმანიაში, ჩეხეთში, იტალიაში, რუსეთში (ურალი — ილმენის მთების ნეფელინიანი სიენიტები), საფრანგეთში და სხვ.

გამოყენება. პრაქტიკულად ფასეული მინერალი არ არის.

ეგირინი (სინ. აკმიტი); $NaFe^{3+}[Si_2O_6]$. Aegirin

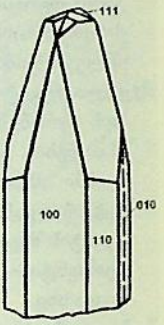
სახელწოდება. სახელი დაერქვა სკანდინავიური ზღვის ღმერთის ''ეგირას'' მიხედვით. მინერალი პირველად ნანახი და აღწერილ იქნა ნორვეგიაში. აკმიტს — (წვეტიანი) კრისტალების გამო; (ბერძ. ''აკმიტე''— წვეტიანი).

ქიმიზმი. მინერალის შედგენილობა იშვიათად პასუხობს ფორმულას. Na_2O=13.4%, Fe_2O3=34.6%. იზომორფული მინარევების სახით შეიცავს: Ca, Nb, Al, Be, Zr, V, Sr, Ti.

იზომორფული ჩანაცვლება ხშირ შემთხვევაში მიმდინარეობს $Na\ Fe^{3+} = Ca\ (Mg,Fe)$ სქემით.

სინგონია, სიმეტრიის კლასი, სივრცობრივი ჯგუფი. მონოკლინური. პრიზმის კლასი. $L^2\ PC$; 2/m.

კრისტალოგრაფია. ქმნის წაგრძელებულ პრიზმულ და სვეტისებრი იერის კრისტალებს (სურ. 119) ვერტიკალური შტრიხებით. გვხვდება თმისებრი, სხივოსნური, ნემსისებრი, ბოჭკოვანი და ვარსკვლავისებრი აგრეგატებისა და უსწორმასწორო მარცვლების სახით. ახასიათებს მრჩობლები (100) მიმართ, ხშირად პოლისინთეზური.



სურ.119. ეგირინის კრისტალი

ფიზიკური თვისებები:

ფერი შავი, ყავისფერი, რუხი-მწვანე, მუქი მწვანე, არის უფეროც. მოწითალო-რუხი (აკმიტი).

ხაზის ფერი რუხი, ღია მწვანე, მოყვითალო-რუხიდან-მომწვანომდე.

ელვარება მინისებრი.

ტკეჩვადობა (110) მიმართ არასრული, 87^0 და 90^0 კუთხით.

სიმაგრე 6—6.5.

ხვედრითი წონა 3—3.5.

მონატეხი საფეხურისებრი, ნიჟარისებრი.

მსხვრევადია და გამჭვირვალე.

დიაგნოსტიკური ნიშნები: ადვილად გამოიცნობა წაგრძელებული სვეტისებრი იერის კრისტალებით, ფერით, ტუტე პეგმატიტებში სფენთან, ნეფელინთან და მიკროკლინთან ასოციაციით, მყავებში უხსნადობით. მისი მსგავსი ტურმალინისაგან უფრო დაბალი სიმაგრით

განსხვავდება, ხოლო ავგიტისაგან — კრისტალთა ფორმებით.

წარმოშობა. ეგირინი არის Na მდიდარი და კაჟმიწით გაღარიბებული ტუტე ეფუზიური და ინტრუზიული მაგმური ქანების (ფონოლითები, ნეფელინიანი სიენიტები და მათთან დაკავშირებული პეგმატიტები) ძირითადი ქანმაშენი მინერალი — მიკროკლინთან, ნეფელინთან და ტუტე ამფიბოლებთან ასოციაციაში. გვხვდება მეტამორფულ ქანებშიც — გლაუკოფანთან და რიბეკიტთან ერთად.

საბადოები. საქართველოში ეგირინის საბადოები არ არის. საზღვარგარეთის ქვეყნებიდან ცნობილი საბადოებია: რუსეთში (კოლის ნახევარკუნძული, ურალი და სხვ), აშშ (მონტანას და არიზონას შტატები), ნორვეგიაში, ბრაზილიაში, შვეციაში, გერმანიაში, რუმინეთში, გრენლანდიაში და სხვ.

შეცვლა. ეკზოგენურ პირობებში ეგირინი არამდგრადი მინერალია. შეცვლის პროდუქტებია: ოპალი და რკინის ჰიდროჟანგები.

გამოყენება. პრაქტიკული გამოყენება არ აქვს.

სპოდუმენი, $LiAl[Si_2O_6]$. Spodumen

სახელწოდება. სახელი დაერქვა ფერფლისებრ-ნაცრისფერი შეფერილობის გამო (ბერძნ. ''სპოდოს''— ფერფლი).

ქიმიზმი. Li_2O=8%, Al_2O_3=27.4%, SiO_2 =64.6%. მინარევების სახით შეიცავს Na, Al, Fe, Cr. ადგილი აქვს Li-ის Na-ით ჩანაცვლების პროცესს.

ნაირსახეობები. კუნციტი — გამჭვირვალე, ვარდისფერი ან ყოლოსფერი; გიდენიტი — ზურმუხტისებრ მწვანე (ვანადიუმის მინარევების გამო), იისფერი.

სინგონია, სიმეტრიის კლასი, სივრცობრივი ჯგუფი. მონოკლინური. პრიზმის კლასი. L^2PC. 2/m.

კრისტალოგრაფია. ძირითადად გვხვდება წაგრძელებული პრიზმული იერის კრისტალების სახით — ვერტიკალური შტრიხებით. ქმნის სქელფირფიტოვან, მასიურ, ჩხირისებრ და მკვრივ ფარულკრისტალურ აგრეგატებს.

ფიზიკური თვისებები:

ფერი თეთრი, მონაცრისფრო-თეთრი, რუხი, ვარდისფერი, მოყვითალო-წითელი, ზურმუხტისებრ მწვანე, იისფერი.

ხაზის ფერი თეთრი.

ელვარება მინისებრი, ტკეჩვადობის სიბრტყეზე — სადაფისებრი.

ტკეჩვადობა (110) მიმართ სრული 87^0 და 93^0 კუთხით.

სიმაგრე 6.5—7.

ხვედრითი წონა 3. 2.

მონატეხი ნიჟარისებრი, ხიწვისებრი, საფეხურისებრ უსწორმასწორო.

დიაგნოსტიკური ნიშნები. ადვილად გამოიცნობა კრისტალთა იერით, ტკეჩვადობით, ფერით. ძალიან მიაგავს მინდვრის შპატებს, რომელთაგან განსხვავდება ფირფიტოვანი (გაბრტყელებული) კრისტალთა ფორმებით და ხიწვისებრი მონატეხით. მჟავებში არ იხსნება.

წარმოშობა. სპოდუმენი არის იშვიათი მინერალი. გვხვდება ლითიუმიან გრანიტულ პეგმატიტებში — კვარცთან, მინდვრის შპატებთან, ლითიუმიან ქარსებთან, ბერილთან, ტურმალინთან ასოციაციაში. არის ჰიდროთერმულ — მეტასომატური სტადიის ბოლო ეტაპის მინერალი.

საბადოები. საქართველოში სპოდუმენის საბადოები არ არის. საზღვარგარეთის ქვეყნებიდან ცნობილი საბადოებია: ბირმაში, აშშ (სამხრეთ დაკოტას, კალიფორნიისა და ჩრდილო კაროლინის შტატები. სამხრეთ დაკოტას შტატში კეისტონის ახლოს ეტას პეგმატიტებში ნა-

პოვნია 12 მ. სიგრძის, 0.5—2 მ. სიგანის 90 ტონამდე წონის სპოდუმენის კრისტალი), შვეციაში, ყაზახეთში, ბრაზილიაში, რუსეთში, მადაგასკარზე, ავღანეთში და სხვ.

შეცვლა. ეკზოგენურ პირობებში ნატრიუმისა და კალიუმის შემცველი ჰიდროთერმული ხსნარების ზემოქმედებით სპოდუმენი ადვილად გადადის თიხის მინერალებში, ლითიუმის შემცველ მუსკოვიტში, ალბიტში, მიკროკლინში.

გამოყენება. სპოდუმენი არის ლითიუმისა და ლითიუმის ნაერთების მიღების ერთ-ერთი წყარო, ძვირფასი ნედლეული კერამიკული მრეწველობისათვის. გამოიყენება როგორც დანამატი საპოხ ნივთიერებებთან, რაც უზრუნველყოფს მათი ხარისხის შენარჩუნებას ტემპერატურის ფართო ინტერვალში ცვალებადობისას. ხმარობენ ელექტროაკუმულატორების დასამზადებლად, ფოტოგრაფიაში, პიროტექნიკაში და სხვ. სპოდუმენის შეფერილ სახესხვაობებს (გიდენიტი, კუნციტი) იყენებენ საიუველირო საქმეში ძვირფას ქვებად.

ტრიკლინური პიროქსენები (პიროქსენოიდები)

ტრინკლინურ პიროქსენებს ''პიროქსენოიდებსაც'' უწოდებენ. ამ ჯგუფის მინერალები ძეწკვისებრ სილიკატებს მიეკუთვნება, მაგრამ მათი სტრუქტურა არსებითად განსხვავდება პიროქსენების სტრუქტურისაგან $[SiO_3]$ ძეწკვების განლაგების ხასიათით. პიროქსენოიდების სტრუქტურას ქმნის სილიციუმჟანგბადოვანი ტეტრაედრების რთული რადიკალები $[Si_3O_9]^{6-}$ და $[Si_5O_{15}]^{10-}$, რაც განაპირობებს ამ ჯგუფის მინერალების ფიზიკურ და ოპტიკურ თვისებათა თავისებურებებს.

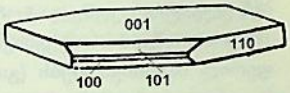
ვოლასტონიტი (სინ. ფიცრული შპატი), $Ca[SiO_3]$. Wollastonit

სახელწოდება. სახელი დაერქვა ინგლისელი ქიმიკოსისა და მინერალოგის, უ. ვოლასტონის პატივსაცემად.

ქიმიზმი. ხშირ შემთხვევაში მინერალის შედგენილობა ახლოსაა მის თეორიულ ფორმულასთან. მინარევების სახით თითქმის ყოველთვის შეიცავს: Mn, Fe. მცირე რაოდენობით მონაწილეობს ალუმინიც. ადგილი აქვს Ca-ის Fe და Mn, იშვიათად Mg-ით ჩანაცვლების მოვლენებს.

სინგონია, სიმეტრიის კლასი, სივრცობრივი ჯგუფი. ტრიკლინური (ფსევდომონოკლინური). პინაკოიდის კლასი. C.1.

კრისტალოგრაფია. ძირითადად დამახასიათებელია ფირფიტისებრი იერის კრისტალები კარგად განვითარებული (001) და (100) წახნაგებით (სურ.120). გვხვდება ფურცლოვანი, ჩხირისებრი, ბოჭკოვანი, მარცვლოვანი, სხივოსნური აგრეგატების სახით.



სურ. 120. ვოლასტონიტის კრისტალი

ფიზიკური თვისებები:

ფერი თეთრი, უფერო, რუხი, მოყვითალო, ხორცისფერი, ბაცი მწვანე.

ხაზის ფერი თეთრი.

ელვარება ტკეჩვადობის სიბრტყეზე — მინისებრი, ბოჭკოვანი კრისტალებისათვის — სადაფისებრი.

ტკეჩვადობა (100) მიმართ სრული, (001) მიმართ კარგი.

სიმაგრე 5—5.5

ხვედრითი წონა 2.8—2.9.

მონატეხი საფეხურისებრი, უსწორმასწორო.

მსხვრევადია, ახასიათებს ფლუორესცენცია (Mn-იანი სახესხვაობები).

დიაგნოსტიკური ნიშნები. თეთრი ბოჭკოვანი აგებულების ვოლასტონიტი ძალიან მიაგავს ტრემოლიტს. მისგან განსხვავდება ჩხირისებრი აგრეგატებით, სრული ტკეჩვადობით (87^0 კუთხით) და კონცენტრირებულ HCl-ში ხსნადობით. კონტაქტ-მეტასომატურ წარმონაქმნებში დიოპსიდთან და გრანატებთან პარაგენეზისით.

წარმოშობა. ვოლასტონიტი არის ტიპური კონტაქტ-მეტამორფული წარმოშობის მინერალი. დამახასიათებელია მაგმური ქანებისა და კირქვების კონტაქტის ზონებისათვის. სკარნების ეკზოკონტაქტის ზონაში გვხვდება კვარცთან, კალციტთან, გრანატებთან, ეპიდოტთან, ჰედენბერგიტთან ასოციაციაში. ჩნდება კონტაქტ-მეტამორფიზებულ კირქვებსა და მარმარილოებში; კაჟიანი დოლომიტების პროგრესული მეტამორფიზმის ზონაში — ტალკთან, ტრემოლიტთან, დიოპსიდთან პარაგენეზისში.

საბადოები საქართველოში ვოლასტონიტის საბადოები არ არის. საზღვარგარეთის ქვეყნებიდან ცნობილია: აშშ (ნიუ-იორკის შტატი), გერმანიაში, პოლონეთში, მექსიკაში (ჩიაპას საბადო), რუსეთში (ურალი — გემბეის საბადო), იტალიაში (ვეზუვი) და სხვ.

შეცვლა. ზედაპირულ პირობებში მდგრადია. 1200^0 C ტემპერატურაზე გახურებისას გარდაიქმნება მეორე პოლიმორფულ მოდიფიკაციად ე.წ. ,,ფსევდოვოლასტონიტად''.

გამოყენება. ვოლასტონიტიანი ქანები გამოიყენებიან მაღალხარისხიანი კერამიკული ნაკეთობებისა და საღებავების დასამზადებლად.

როდონიტი (სინ.ორლეცი), $(Mn,Fe,Mg,Ca)[SiO_3]$. Rhodonit

სახელწოდება. სახელი დაერქვა ვარდისფერის გამო (ბერძ.''როდონ''—ვარდი).

ქიმიზმი. როდონიტი არასოდეს არ არის სუფთა, ის ყოველთვის შეიცავს Fe და Zn მინარევებს. ადგილი აქვს Mn-ის რკინით, მაგნიუმით და კალციუმით ჩანაცვლების მოვლენებს. მოცემულ შემთხვევაში ფორმულა შეიძლება ასე დაიწეროს: (Mn, Fe, Mg, Ca) $[SiO_3]$.

ნაირსახეობა. ფაულერიტი Zn-ის შემცველი როდონიტია.

სინგონია, სიმეტრიის კლასი, სივრცობრივი ჯგუფი. ტრიკლინური. პინაკოიდის კლასი. C. $\bar{1}$.

კრისტალოგრაფია. პრიზმული იერის კრისტალების სახით იშვიათია. ძირითადად დამახასიათებელია ფირფიტისებრი კრისტალები. ჩვეულებრივ გვხვდება მკვრივი, მასიური, წვრილ- და მსხვილმარცვლოვანი მასების სახით. ხშირად დასერილია MnO_2-ის შავი ფერის სხვადასხვა მიმართულების წვრილი ძარღვებით (ვერნადიტი)-(ტაბ. 8.8). გაშლილფულ ზედაპირზე დაიკვირვება შავი და წითელი ფერის ბუდეები, დენდრიტები და ლაქები.

ფიზიკური თვისებები:

ფერი ვარდისფერი, ვარდისფერ-წითელი, ყავისფერი, წითელი, შავი (მეორადი მინერალების ძარღვების არსებობისას).

ხაზის ფერი თეთრი.

ელვარება მინისებრი, ტკეჩვადობის სიბრტყეზე — სადაფისებრი.

ტკეჩვადობა (110) მიმართ სრული, (001) მიმართ კარგი.

სიმაგრე 6.

ხვედრითი წონა 3.7.

მონატეხი ნიჟარისებრი, საფეხურისებრი.

ახასიათებს ფლუორესცენცია, მსხვრევადია.

დიაგნოსტიკური ნიშნები. ადვილად გამოიცნობა ფერით, სრული ტკეჩვადობით, მკვრივი, მასიური და მარცვლოვანი აგრეგატებით, ზედაპირზე მანგანუმის ჰიდროჟანგების შავი ლაქების, დენდრიტების, ქერქებისა და ძარღვების არსებობით. მიაგავს როდოქროზიტს, რომლისაგანაც განსხვავდება ფერით, შედარებით მაღალი სიმაგრით და HCl-ში უხსნადობით.

წარმოშობა. როდონიტი, როგორც დაბალტემპერატურული მინერალი, ჩნდება მანგანუმით მდიდარი დანალექი ქანების მეტამორფიზმის ხარჯზე. გვხვდება ჰიდროთერმალურ და კონტაქტ-მეტამორფულ საბადოებში მანგანუმის მინერალებთან (როდოქროზიტი და სხვ.). ერთად. ჩნდება როდოქროზიტის შეცვლის ხარჯზეც ($MnCO_3+SiO_2=MnSiO_3+CO_2$). გვხვდება ლინზისებური სხეულების სახით თიხაფიქლებისა და კვარციტების წყებებში.

საბადოები. საქართველოში როდონიტის საბადოები არ არის. საზღვარგარეთის ქვეყნებიდან ცნობილი საბადოებია რუსეთში (ურალი), აშშ (ნიუჯერსის შტატი), ბრაზილიაში, ინგლისში ესპანეთში, ავსტრალიაში, გერმანიაში, იტალიაში, რუმინეთში, უკრაინაში და სხვ.

შეცვლა. ეკზოგენურ პირობებში როდონიტი ადვილად გადადის მანგანუმის ჟანგებსა და ჰიდროჟანგებში.

გამოყენება. წარმატებით გამოიყენება როგორც დეკორატიული ქვა. მანგანუმის სხვა მინერალებთან ერთად როდონიტი შეიძლება გამოყენებულ იქნეს, როგორც მანგანუმის მიღების წყარო.

ამფიბოლების ჯგუფი

სახელწოდება. ჯგუფს სახელი ეწოდა მასში შემავალი მინერალების შედგენილობისა და მორფოლოგიური იერის ცვალებადობის გამო (ბერძ. ''ამფიბოლოს'' — გაურკვეველი). ამფიბოლების ჯგუფის მინერალები ბუნებაში ფართო გავრცელებით სარგებლობს. ისინი კრისტალთა სტრუქტურის თავისებურებებით, შედგენილობითა და ფიზიკური თვისებებით გარკვეულ მსგავსებას იჩენს პიროქსენების ჯგუფის მინერალებთან, თუმცა ამ უკანასკნელებისაგან განსხვავებით მათ შედგენილობაში მნიშვნელოვნად იზრდება კალციუმისა და ნატრიუმის როლი, ამასთან მათ ანიონურ რადიკალში დამატებითი ანიონების სახით ყოველთვის მონაწილეობს [OH], [F] ან [Cl]-ის ჯგუფები. [OH] ჯგუფის მონაწილეობა ამფიბოლებში პიროქსენებისაგან განსხვავებით მნიშვნელოვნად ამცირებს მინერალთა თერმულ მდგრადობას. ტემპერატურის მატების შემთხვევაში ამფიბოლები ადვილად იშლება და პროცესი უწყლო სილიკატების (ძირითადად პიროქსენების) წარმოქმნით მთავრდება. ამფიბოლების ანიონური რადიკალი $[Si_4O_{11}]$ დაკავშირებულია Na^+,K^+,Fe^{2+}, Mg^{2+}, Ca^{2+}, Al^{3+}, Mn^{2+}, Li^+, Ti^{4+} კათიონებით.

ამფიბოლებისათვის დამახასიათებელია როგორც იზოვალენტური, ისე ჰეტეროვალენტური იზომორფიზმის მოვლენები: $Mg^{2+}= Fe^{2+}$, $Si^{4+}=Al^{3+}$, $(Na,K)^{1-} = (Fe,Al)^{3+}$. ჩვეულებრივი მოვლენაა ასევე [OH]-ის F-ით და Cl-ით ჩანაცვლების პროცესი. პიროქსენების მსგავსად ამფიბოლებიც რომბულ და მონოკლინურ სინგონიებში კრისტალდება. ამფიბოლების ჯგუფში გაერთიანებულია დაახლოებით 57 მინერალი. სტრუქტურის თავისებურებიდან გამომდინარე, ამფიბოლები ქმნის წაგრძელებულ-პრიზმული იერის კრისტალებს, გვხვდება ასევე ნემსისებური, სხივოსნური, ბოჭკოვანი, უსწორმასწორო აგრეგატების, ჩანაწინწკლებისა და მკვრივი მასების (ნეფრიტი) სახით. ამფიბოლების

მსხვილი კრისტალები განივკვეთებში ხშირად ივითარებს რომბულ და ფსევდოჰექსაგონურ ფორმებს.

ამფიბოლებში ჩვეულებრივი მოვლენაა ფერთა ცვალებადობა, კერძოდ, მწვანე ფერების სხვადასხვა ტონებში, ტუტე ამფიბოლებში — მოლურჯო ცისფერების. ელვარება პიროქსენების მსგავსად მინისებურია, თუმცა პიროქსენებთან შედარებით ეს თვისება გაცილებით ძლიერია ამფიბოლებში — განსაკუთრებით რკინის შემცველ ტუტე სახესხვაობებში. ამფიბოლებში ტკეჩვადობის ხარისხი პიროქსენებთან შედარებით გაცილებით მაღალია (60^0 და 120^0კუთხით).

ამფიბოლები წარმოადგენს ძირითად ქანმშენ მინერალს საშუალო შედგენილობის — დიორიტ-ანდეზიტების ჯგუფის ქანებისათვის. მონაწილეობს რეგიონული მეტამორფიზმის ქანებშიც (გნეისები, კრისტალური ფიქალები და სხვ.). აქცესორების სახით მონაწილეობს ბაზალტებში და უფრო მჟავე გრანიტ-რიოლითური შედგენილობის ვულკანიტებში. არის სკარნების ტიპური მინერალები (რქატყუარა, ტრემოლიტი, აქტინოლიტი)

ჰიდროთერმული პროცესების ზემოქმედებით ამფიბოლები გადადის ბიოტიტში, ქლორიტებში, სერპენტინში, ტალკში და სხვ., ხოლო ზედაპირულ პირობებში — მაგნეტიტისა და პიროქსენების ნარევში, ნონტრონიტში, ჰალუაზიტში, კარბონატებში, რკინის ჰიდროჟანგებში, ოპალში და სხვ.

ამფიბოლების ჯგუფის მინერალების დიდ ნაწილს გააჩნია პრაქტიკული მნიშვნელობა. წარმატებით გამოიყენება ქიმიურ, ქაღალდისა და კვების მრეწველობაში, როგორც ტემპერატურის, მჟავებისა და ტუტეების გამძლე მასალა, ზოგიერთი მათგანი დიდი ხნის განმავლობაში გამოიყენებოდა საიუველირო და სამკურნალო საქმეში (ნეფრიტი).

გამოყოფენ რომბული და მონოკლინური რიგის ამფიბოლებს.

რომბული ამფიბოლები

ანტოფილიტი, $(Mg,Fe)_7[Si_8O_{22}][OH]_2$ Anthophyllit

სახელწოდება. სახელი დაერქვა ლათინური სიტყვა ''ანტოფილიუმი"-ს მიხედვით, რაც მიხაკს ნიშნავს (მინერალის მიხაკისებრ-რუხი ფერის გამო).

სინგონია, სიმეტრიის კლასი, სივრცობრივი ჯგუფი. რომბული. რომბული ბიპირამიდის კლასი. 2/m2/m2/mm.

კრისტალოგრაფია. იშვიათად ქმნის კრისტალებს. ჩვეულებრივ განვითარებულია ქერცლებისა და ბოჭკოების სახით.

ფიზიკური თვისებები:

ფერი თეთრი, ნაცრისფერი, მომწვანო, ყავისფერი სხვადასხვა ელფერით.

ხაზის ფერი თეთრი.

ელვარება მინის. აბრეშუმისებრი.

ტკეცვადობა (210) მიმართ სრული.

სიმაგრე 5.5—6.

ხვედრითი წონა 2.85—3.2.

მონატეხი საფეხურისებრ უსწორმასწორო.

დიაგნოსტიკური ნიშნები. ადვილად გამოიცნობა ფერით. ძალიან მიაგავს კუმინგტონიტს. კრისტალების უქონლობის შემთხვევაში მისგან გარჩევა ოპტიკური და რენტგენული კვლევების გარეშე შეუძლებელია.

წარმოშობა. გვხვდება მაგნიუმით მდიდარ, ალუმინითა და კალციუმით ღარიბ საშუალო საფეხურის მეტამორფიზმის ქანებში. ჩნდება ოლივინის შეცვლის ხარჯზე — ტალკთან, სერპენტინთან, რქატყუარასთან, აქტინოლიტთან და კორდიერიტთან ასოციაციაში.

საბადოები. საქართველოში ანტოფილიტის საბადოები არ არის, საზღვარგარეთის ქვეყნებიდან ცნობილია ნორვეგიაში, აშშ (მასაჩუსეტის, მონტანას და ჩრდილო კაროლინის შტატები), რუსეთში (კარელია) და სხვ.

გამოყენება. იყენებენ საიზოლაციო მასალად.

მონოკლინური ამფიბოლები

აქტინოლიტი, $Ca_2(Mg,Fe)_5[Si_8O_{22}][OH]_2$ Aktinolit

სახელწოდება. სახელი დაერქვა დამახასიათებელი სხივოსნური აგრეგატების გამო (სხივოსნური ქვა) (ლათ. ''აქტის'' — სხივი, ''ლითოს'' — ქვა).

ქიმიზმი. აქტინოლიტი არის ტრემოლიტის რკინიანი სახესხვაობა (FeO=15%). მინარევების სახით ხშირად შეიცავს: Mg, Cr. Na, Mn, Al.

ნაირსახეობები. ნეფრიტი ანუ ჟადა — მკვრივი, წვრილმარცვლოვანი, ფარულკრისტალური მწვანე ფერისა და ხინვისებრი მონატეხის აქტინოლიტია (ბერძ. ''ნეფროს'' — თირკმელი, ადრე გამოიყენებოდა, როგორც ამულეტი თირკმლების დაავადების სამკურნალოდ; ჩნდება სერპენტინიტებისა და გაბროიდების კონტაქტის ზონაში). აქტინოლიტ-აზბესტი — წვრილი და გრძელბოჭკოებიანი აქტინოლიტია.

სინგონია, სიმეტრიის კლასი, სივრცობრივი ჯგუფი. მონოკლინური. პრიზმის კლასი L^2PC; 2/m.

კრისტალოგრაფია. ჩვეულებრივ გვხვდება წაგრძელებული, პრიზმული და ნემსისებური იერის კრისტალების სახით. დამახასიათებელია ბოჭკოვანი, სხივოსნური აგრეგატები და მკვრივი ფარულკრისტალური მასები (ნეფრიტი).

ფიზიკური თვისებები:

ფერი. უფეროდან — ბაც მოცისფრო მწვანემდე, მუქი მწვანე, თეთრი.

ხაზის ფერი თეთრი, ღია მწვანე.

ელვარება მინისებრი, აბრეშუმისებრი.

ტკეცვადობა (110) მიმართ სრული.

სიმაგრე 5.5—6.

ხვედრითი წონა 3.0—3.1 (ხვედრითი წონა ცვალებადობს Fe შემცველობის მიხედვით).

მონატეხი ნიჟარისებრი, უსწორმასწორო, ხიწვისებრი.

დიაგნოსტიკური ნიშნები. ადვილად გამოიცნობა ფერით და კრისტალთა სხივოსნური ჰაბიტუსით, HCl-ში სუსტად ხსნადობით. მიაგავს ტურმალინსა და ეპიდოტს. მათგან დაბალი სიმაგრით და სრული ტკეჩვადობით განსხვავდება.

წარმოშობა. არის რეგიონული მეტამორფიზმის დაბალი და საშუალო საფეხურის ქანების მინერალი. ძირითადად დამახასიათებელია მწვანე ფიქლების ფაციესათვის, გვხვდება ტალკიან და ქლორიტ-სერპენტინიან ფიქლებში, ალპური ტიპის ძარღვებში, სკარნებში — დიოპსიდთან და კალციტთან ასოციაციაში. არის აქტინოლიტიანი ფიქლების ძირითადი ქანმაშენი მინერალი.

საბადოები. საქართველოში აქტინოლიტის საბადოები არ არის. საზღვარგარეთის ქვეყნებიდან ცნობილია: რუსეთში (ურალი, ბაიკალისპირეთი), კუნძულ ტასმანიაზე, ახალ ზელანდიაში, ავსტრალიაში, პოლონეთში, ჩინეთში და სხვ.

გამოყენება. ნეფრიტი გამოიყენება როგორც ძვირფასი დეკორატიული და სანახელაო ქვა, აქვს სამკურნალო თვისებებიც. აქტინოლიტ-აზბესტი მჟავეგამძლე და ცეცხლგამძლე თვისებების გამო გამოიყენება ქიმიურ მრეწველობაში და თბოსაიზოლაციო ნაკეთობების დასამზადებლად.

ტრემოლიტი, $Ca_2Mg_5[Si_8O_{22}][OH]_2$ Tremolit

სახელწოდება. სახელი დაერქვა ''ტრემოლის ველის'' მიხედვით (სენ-გოტარდის უღელტეხილის ახლობლად, შვეიცარია).

ქიმიზმი. CaO=14%, MgO=24,4%; SiO_2=58,8%. მცირე რაოდენობით მინარევების სახით შეიცავს: Fe, Al, Mn, Na, Cr.

ნაირსახეობა. ტრემოლიტ-აზბესტი — წვრილი, გრძელბოჭკოებიანი ტრემოლიტი.

სინგონია, სიმეტრიის კლასი, სივრცობრივი ჯგუფი. მონოკლინური. პრიზმის კლასი. L^2PC; 2/m.

კრისტალოგრაფია. დამახასიათებელია პრიზმული იერის, ნემსისებურად წაგრძელებული კრისტალები. განვითარებულია ბოჭკოვანი, სხივოსნური აგრეგატების, მკვრივი, უხეშ- და წვრილმარცვლოვანი მასების სახით. ხშირად ნემსისებური წვრილსხივოსნური აგრეგატები რადიალურ კონებად იკვრება.

ფიზიკური თვისებები:

ფერი თეთრი ან ბაცი ნაცრისფერი, ღია მწვანე, ვარდისფერი.

ხაზის ფერი თეთრი.

ელვარება მინისებრი, აბრეშუმისებრი (სხივოსნური და ბოჭკოვანი აგრეგატებისათვის).

ტკეჩვადობა (110) მიმართ სრული 56^0 კუთხით.

სიმაგრე 5.5—6.

ხვედრითი წონა 2.9—3.30.

მონატეხი უსწორმასწორო, ხიწვისებრი.

დიაგნოსტიკური ნიშნები. ადვილად გამოიცნობა კრისტალთა ფორმებით, ფერით, მუავების მიმართ მდგრადობით. მიაგავს პიროქსენებს, რომელთაგან ტკეჩვადობას შორის კუთხის სიდიდით და უფრო ნათელი ფერებით განსხვავდება. მიაგავს ვოლასტონიტს და სილიმანიტს. ვო-

ლასტონიტი იხსნება კონცენტრირებულ HCl; სილიმანიტს ტკეჩვადობა აქვს მხოლოდ ერთი მიმართულებით.

წარმოშობა. ტრემოლიტი აქტინოლიტის მსგავსად არის რეგიონული მეტამორფიზმის დაბალი და საშუალო საფეხურის ქანების ტიპური მინერალი. დამახასიათებელია მეტამორფიზირებული დოლომიტიანი კირქვებისათვის. გვხვდება რქაულებში და ალპური ტიპის ძარღვებში.

საბადოები. საქართველოში ტრემოლიტის საბადოები არ არის. საზღვარგარეთის ქვეყნებიდან ცნობილია: შვეიცარიაში, იტალიაში, ნამიბიაში, რუსეთში, ჩინეთში, ახალ ზელანდიაში, ჩეხოსლოვაკიაში და სხვ.

შეცვლა. ჰიდროთერმული ხსნარების ზემოქმედებით გადადის ქლორიტებში, გრანატებში, ქარსებში.

გამოყენება. მრეწველობისათვის საინტერესო მინერალი არ არის.

რქატყუარა, $(Ca,Na)(Mg, Fe^{2+})_4(Al, Fe^{3+})[(Si,Al)_4O_{11}]_2[OH]_2$. Hornlendit

სახელწოდება. სახელი დაერქვა ძველი გერმანული სიტყვიდან ''ხორბლენდე'' (გერმ. ''ხორნ'' — რქა, ''ბლენდე'' — შენიღბული, მატყუარა).

ტერმინი იხმარებოდა ნებისმიერი პრიზმული იერის მქონე ფერადი მინერალის აღსანიშნავად, რომელიც მონაწილეობდა მადნებში, მაგრამ თვითონ არ შეიცავდა მადნეულ კომპონენტს.

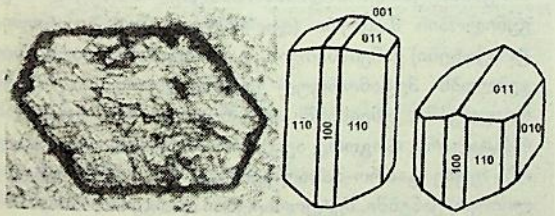
ქიმიზმი. რქატყუარა არის ერთ-ერთი რთული და ცვალებადი ქიმიური შედგენილობის მინერალი. მისთვის დამახასიათებელია კალციუმის გაზრდილი შემცველობა. მინარევების სახით შეიცავს: K, F, U, Ti, Cr, Mn; ფორმულაში მონაწილე ელემენტების გარდა მასში [Cl] და [OH] იონებიც მონაწილეობს. ფართოდ არის წარმოდგე-

ნილი ჰეტეროვალენტური და იზოვალენტური იზომორფიზმის მოვლენები სქემით: $Si^{4+}=Al^{3}$, $Ca^{2+} = Mg^{2+}$, $Mg^{2+}= Fe^{2+}$, $Si^{4+}= Al^{3+}$.

ნაირსახეობები: ჩ ვ ე უ ლ ე ბ რ ი ვ ი რქატყუარა — მუქი მწვანე, დამახასიათებელია ინტრუზიული და მეტამორფული ქანებისათვის; ბ ა ზ ა ლ ტ უ რ ი რქატყუარა — ჩვეულებრივ მუქი ან შავი ფერისაა — დამახასიათებელია ეფუზიური ქანებისათვის; უ რ ა ლ ი ტ ი — რქატყუარის ფსევდომორფოზა პიროქსენებისადმი, კ ე რ ს უ ტ ი ტ ი — ტიტანით მდიდარი რქატყუარა (Ti_2=10%-მდე).

სინგონია, სიმეტრიის კლასი, სივრცობრივი ჯგუფი. მონოკლინური. პრიზმის კლასი. L^2 PC; 2/m.

კრისტალოგრაფია. ჩვეულებრივ გვხვდება პრიზმული, სვეტისებრი, იშვიათად იზომეტრული კრისტალების სახით — ექვსკუთხა (ფსევდოჰექსაგონური) განივი კვეთებით (სურ. 121). ქმნის ბოჭკოვან, უხეშ და წვრილმარცვლოვან აგრეგატებს ეფუზიურ ქანებში. ხშირად განვითარებულია მკვრივი მასებისა და ჩანაწინწკლების სახით. ახასიათებს მრჩობლები (100) მიმართ.



სურ. 121. რქატყუარის კრისტალები

ფიზიკური თვისებები:

ფერი ღია მწვანედან მუქ მწვანემდე, რუხი, მუქი ყავისფერი შავამდე.

ხაზის ფერი შავი, რუხი, ან ღია მწვანე, შავი.

ელვარება მინისებრი, ბოჭკოვანი სახესხვაობებისათვის — აბრეშუმისებრი.

ტკეჩვადობა (110) მიმართ სრული, 124° კუთხით, (001) მიმართ ძალიან სუსტი.

სიმაგრე 5.5—6.

ხვედრითი წონა 3.0—3.4 (იზრდება რკინის შემცველობის მატების შესაბამისად).

მონატეხი საფეხურისებრი, უსწორმასწორო, ხიწვისებრი. მსხვრევადია.

დიაგნოსტიკური ნიშნები. ადვილად გამოიცნობა ფერით, კრისტალთა ექვსკუთხა (ფსევდოჰექსაგონური) კვეთებით, შეცვლის პროდუქტებით. ძალიან მიაგავს პიროქსენებს. მათგან განსხვავდება ტკეჩვადობას შორის 56° და 124° კუთხით. მჟავეებში არ იხსნება. მისი მსგავსი ამფიბოლებისაგან განსხვავება მხოლოდ ოპტიკური თვისებებით შეიძლება დადგინდეს.

წარმოშობა. რქატყუარა არის ფართოდ გავრცელებული ქანმაშენი მინერალი მაგმური და მეტამორფული ქანებში. განსაკუთრებით დამახასიათებელია საშუალო შედგენილობის მაგმური (დიორიტ-ანდეზიტები, სიენიტ-ტრაქიტები) ქანებისათვის. ფართო გავრცელებით სარგებლობს მეტამორფულ ქანებში — ამფიბოლიტებში, რქაულებში, გნეისებში და რქატყუარიან ფიქლებში. რქატყუარა, როგორც აქცესორი მინერალი, მონაწილეობს ფუძე (გაბრო-ბაზალტები) და მჟავე (გრანიტ-რიოლითურ) ქანებში. მეტეორიტებში დადგენილი არ არის.

საბადოები. საზღვარგარეთის ქვეყნებიდან ცნობილია: რუსეთში (ჩრდილო ურალზე ნაპოვნი იქნა რქატყუარის 0,5 მ. სიგრძის კრისტალი), ჩეხოსლოვაკიაში და სხვ.

შეცვლა. ჩვეულებრივი რქატყუარა შედარებით მდგრადი მინერალია; ჰიდროთერმული ხსნარების მოქმედებით

გადადის ქლორიტებში, კალციტში, კვარცში, ეპიდოტში. რიოლითურ, ტრაქიტულ და ანდეზიტური შედგენილობის ეულკანურ ქანებში რქატყუარა მთლიანად ან ნაწილობრივ გადადის მაგნეტიტსა და ჰემატიტში.

გამოყენება. პრაქტიკულად არ არის ფასეული მინერალი.

ნატრიუმიანი ამფიბოლები

არფვედსონიტი, $Na_3Fe^{2+}_4Fe^{3+}[Si_8O_{22}][OH]_2$. Arfvedsonit

სახელწოდება. სახელი დაერქვა შვედი ქიმიკოსის, ა.ფვედსონის პატივსაცემად.

ქიმიზმი. არის ცვალებადი შედგენილობის ტუტე ამფიბოლი. მინარევების სახით თითქმის ყოველთვის შეიცავს Mn^{2+}, K, Ti.

სინგონია, სიმეტრიის კლასი, სივრცობრივი ჯგუფი. მონოკლინური. პრიზმის კლასი L^2PC; 2/m.

კრისტალოგრაფია. ჩვეულებრივ განვითარებულია პრიზმული და სვეტისებრი კრისტალების სახით. გვხვდება ქსენომორფული მარცვლების, სხივოსნური, იშვიათად ბოჭკოვანი აგრეგატების სახით.

ფიზიკური თვისებები:

ფერი შავი, მოლურჯო-შავი.

ხაზის ფერი მორუხო-მწვანე, რუხი-მოცისფრო.

ელვარება მინისებრი.

ტკეჩვადობა (110) მიმართ სრული.

სიმაგრე 5.5—6.

ხვედრითი წონა 3.1— 3.5.

მონატეხი უსწორმასწორო, ნიჟარისებრი.

მსხვრევადია და გამჭვირვალე. ადვილად ლღვება.

დიაგნოსტიკური ნიშნები. ადვილად გამოიცნობა კრისტალთა ჰაბიტუსით, მჟავეებში უხსნადობით. ძალიან მი-

აგავს ეგირინს. მისგან ტკეჩვადობით და ხაზის ფერით განსხვავდება.

წარმოშობა. არფვედსონიტი არის Na მდიდარი და კაჟმიწით გაღარიბებული ტუტე ნეფელინიანი სიენიტებისა და მათი პეგმატიტების ძირითადი ქანმაშენი მინერალი ეგირინთან, ალბიტთან, ბარკევიკიტთან, სოდალიტთან ასოციაციაში. გვხვდება მიკროკლინ - ნეფელინიან ტუტე გრანიტებსა და კარბონატიტებში, სადაც ის მეორეხარისხოვანი მინერალის როლს ასრულებს.

საბადოები. საქართველოში არფვედსონიტის საბადოები არ არის. საზღვარგარეთის ქვეყნებიდან ცნობილია: რუსეთში (კოლის ნახევარკუნძულზე — ხიბინის მთები), ნორვეგიაში, იტალიაში, უკრაინაში (მარიუპოლის საბადო), ავსტრალიაში, აშშ (ჩრ. კვისლენდის შტატი) და სხვ.

შეცვლა. ზედაპირულ პირობებში არფვედსონიტის ხარჯზე ჩნდება: ალბიტი, ქლორიტები და სხვ.

გამოყენება. პრაქტიკულად ფასეულ მინერალს არ წარმოადგენს.

გლაუკოფანი, $Na_2 Mg_3Al_2[Si_8O_{22}][OH]_2$ Glaukophan

სახელწოდება. სახელი დაერქვა მისი მოცისფრო ფერის გამო (ბერძ. ''გლაუკოს'' მოცისფრო, ''ფაინესტაი'' — იერ-სახე, ჩვენება).

ქიმიზმი. ახასიათებს ცვალებადი ქიმიური შედგენილობა. მინარევების სახით ყოველთვის შეიცავს: Ca, Ti, Mn, K, Li. ფართოდ არის წარმოდგენილი იზომორფიზმის მოვლენები Fe^{2+} და Mg^{2+}, Al^{3+} და Fe^{3+} შორის.

სინგონია, სიმეტრიის კლასი, სივრცობრივი ჯგუფი. მონოკლინური. პრიზმის კლასი. L^2 PC; 2/m.

კრისტალოგრაფია. იშვიათია პრიზმული, სვეტისებური და ნემსისებური იერის კრისტალების სახით. ჩვეულებ-

რივ ქმნის ბოჭკოვან, სხივოსნურ, მარცვლოვან აგრეგატებს და აზბესტის მსგავს წარმონაქმნებს.

ფიზიკური თვისებები:

ფერი ცისფერი, ბაცი ლურჯი, ლურჯჯი, მოლურჯო შავამდე.

ხაზის ფერი თეთრი, მოცისფრო-რუხი.

ელვარება სუფთა სახესხვაობებისათვის — მინისებრი, ბოჭკოვანი აგრეგატებისათვის — აბრეშუმისებრი.

ტკეჩვადობა (110) მიმართ სრული.

სიმაგრე 5.5—6.

ხვედრითი წონა 3—3.5.

მონატეხი ხიწვისებრი, უსწორმასწორო.

გლაუკოფანის ნემსისებური, ბოჭკოვანი აგრეგატები ადვილად იხლიჩება ცალკეულ ბოჭკოებად; ბოჭკოები ღუნვადია, მაგრამ არ არის დრეკადი.

დიაგნოსტიკური ნიშნები. ადვილად გამოიცნობა აგრეგატთა ბოჭკოვანი იერით, ცისფერი ფერით, მუავებში უხსნადობით.

წარმოშობა. არის მხოლოდ მეტამორფული ქანებისათვის დამახასიათებელი მინერალი. გლაუკოფანის არსებობა მიუთითებს მისი შემცველი ქანის წარმოშობის პირობებზე (დაბალი ტემპერატურა და შედარებით მაღალი წნევა). არის ძირითადი ქანმაშენი მინერალი გლაუკოფანიანი ფიქლებისათვის. ნანახია რკინიან კვარციტებში და ალბიტიან მეტასომატიტებში.

საბადოები. საქართველოში გლაუკოფანის საბადოები არ არის. საზღვარგარეთის ქვეყნებიდან ცნობილია რუსეთში (ურალი, ალტაის მხარე, კარელია), აზერბაიჯანში (აფშერონის ნახევარკუნძული), აშშ (კალიფორნიის შტატი), იაპონიაში, მექსიკაში, ინდონეზიაში, საფრანგეთში, უკრაინაში (კრივოიროგი), საბერძნეთში და სხვ.

შეცვლა. ჰიდროთერმული ხსნარების ზემოქმედებით ადვილად გადადის ქლორიტებში, ეპიდოტში, კალციტში და სხვ.

გამოყენება. პრაქტიკულად ფასეული მინერალი არ არის.

რიბეკიტი, $Na_2Fe^2{}_3{}^+Fe^3{}_2{}^+[Si_8O_{22}][OH]_2$ (Riebeckit)

სახელწოდება. სახელი დაერქვა გერმანელი მოგზაურის, ე.რიბეკის პატივსაცემად.

ქიმიზმი. არის ტუტე ამფიბოლი. მინარევების სახით თითქმის ყოველთვის შეიცავს Ca და Mn.

ნაირსახეობები: კროკიდოლიტი (სინ.ცისფერი აზბესტი) აზბესტის მსგავსი რიბეკიტი, ''ვეფხვის თვალი'' — კვარცის ფსევდომორფოზები კროკიდოლიტის მიმართ, როდუსიტი — მაგნიუმით მდიდარი რიბეკიტი.

სინგონია, სიმეტრიის კლასი, სივრცობრივი ჯგუფი. მონოკლინური. პრიზმის კლასი. L^2PC; 2/m.

კრისტალოგრაფია. განვითარებულია სვეტისებრი, პრიზმული და ნემსისებრი C ღერძის გასწვრივ წაგრძელებული კრისტალების სახით. ქმნის ექვსეულებსა და ბოჭკოვან — აზბესტის მსგავს აგრეგატებს.

ფიზიკური თვისებები:

ფერი მუქი ლურჯი შავამდე, ცისფერი, არის უფეროც.

ხაზის ფერი მუქი ლურჯი, მოლურჯო-შავი, ღია ლურჯი.

ელვარება მინისებრი, აბრეშუმისებრი.

ტკეჩვადობა (110) მიმართ სრული.

სიმაგრე 5—6.

ხვედრითი წონა 3.0—3.4.

მონატეხი უსწორმასწორო, ხიწვისებრი.

გაუმჭვირვალეა. მსხვრევადია.

დიაგნოსტიკური ნიშნები. ადვილად გამოიცნობა ფერით, კრისტალთა ბოჭკოვანი იერით, ძალიან მიაგავს ტურმალინს. მისგან განსხვავდება სრული ტკეჩვადობით და დაბალი სიმაგრით.

წარმოშობა. გვხვდება როგორც მაგმურ, ისე მეტამორფულ ქანებში ძირითადად აქცესორი მინერალის სახით. განსაკუთრებით დამახასიათებელია ნატრიუმით მდიდარი ქანებისათვის (ტუტე გრანიტები, სიენიტები, ნე-

ფელინიანი სიენიტები, ტუტე რიოლითები, ტრაქიტები და სხვ.); მონაწილეობს რეგიონული მეტამორფიზმის ზოგიერთ ფიქლებში და კვარცის ძარღვებში. ცნობილია ჰიდროთერმული წარმოშობის რიბეკიტიც. ზოგჯერ ჩნდება გრანიტულ პეგმატიტებშიც.

საბადოები. საქართველოში რიბეკიტის საბადოები არ არის. საზღვარგარეთის ქვეყნებიდან ცნობილია: ნორვეგიაში, სამხრეთ აფრიკაში, ავსტრალიაში, უკრაინაში (კრივოიროგი), რუსეთში (სამხრეთი ურალი), აზერბაიჯანში და სხვ.

შეცვლა. დედამიწის ზედაპირზე რიბეკიტი ზოგჯერ ოქროსფერ-ყავისფერი ჟანგვის პროდუქტებით იფარება.

გამოყენება. ბოჭკოვანი ნაირსახეობა გამოიყენება ფილტრებად, ცეცხლგამძლე მასალად. ''ვეფხვის თვალი'' დეკორატიულ ქვებად და საიუველირო ნაკეთობების დასამზადებლად.

V ქვეკლასი

შრეებრივი სილიკატები

ქვეკლასის სილიკატების სახელწოდება ბერძნული წარმოშობის სიტყვა ''ფილონი''-დან მოდის და ფურცელს ნიშნავს.

შრეებრივი სტრუქტურის სილიკატებსა და ალუმოსილიკატებს მიეკუთნება მინერალთა დიდი ჯგუფი, რომელთა აგებულებაში Si^{4+} და Al^{3+} კათიონების გარდა, მონაწილეობენ Mg^{2+}, Fe^{2+}, Fe^{3+}, Ni^{2}-ის, ნაწილობრივ — Ca^{2+}, Na^{+}, K^{+} და Li^{+}-ის მსხვილი კათიონები. შეიცავენ ასევე ჰიდროქსილის $[OH]^{-}$ ანიონურ ჯგუფს, ზოგჯერ წყლის მოლეკულებს და სხვა დამატებით ანიონებს.

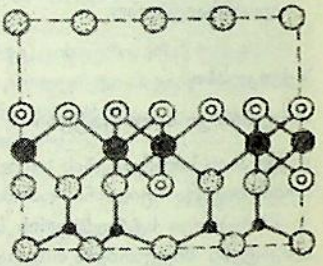
შრეებრივი სილიკატების სტრუქტურაში სილიციუმჟანგბადოვანი ტეტრაედრის პოლიმერიზაციით აგებულ ანიონურ მოტივს სხვაგვარად ტეტრაედრულ შრეებსაც უწოდე-

ბენ. გამოყოფენ ასევე ოქტაედრულ შრეებსაც, რომლებშიც Al^{3+} და Mg ან Fe^{2+} კათიონების ირგვლივ ჟანგბადისა და ჰიდროქსილის -[OH]⁻ ანიონები ექვსმაგ-ოქტაედრული კოორდინაციით არის განლაგებული.

შრეებრივი სილიკატები, ოქტაედრული შრის ქიმიური შედგენილობისა და გეომეტრიული კონფიგურაციის მიხედვით, იყოფა დიოქტაედრულ და ტრიოქტაედრულ ჯგუფებად.

დიოქტაედრულ, ანუ გიბსიტის — $Al(OH)_3$ ტიპის შრეში ჟანგბადისა და ჰიდროქსილის ანიონები იმყოფება ორი კათიონის გარემოცვაში, ხოლო ტრიოქტაედრულ, ანუ ბრუსიტის — $Mg(OH)_2$ ტიპის შრეში — სამი კათიონის გარემოცვაში.

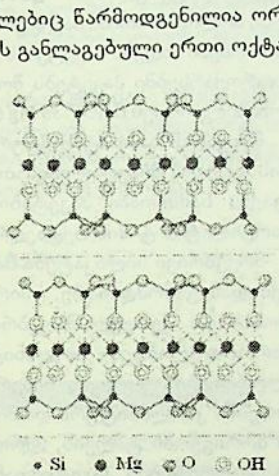
ოქტაედრული და ტეტრაედრული შრეები, შეხების მხოლოდ ერთი საერთო ზედაპირის არსებობის შემთხვევაში, სივრცეში მეორდება ორშრიანი პაკეტების სახით, ხოლო ოქტაედრულ და ტეტრაედრულ შრეებს შორის შეხების ორი საერთო ზედაპირის არსებობის შემთხვევაში მიიღება სამშრიანი პაკეტები. ორშრიან სილიკატებში პაკეტები წარმოდგენილია ერთი ტეტრაედრული (T) და ერთი ოქტაედრული (O) შრით და ქმნის ე.წ. T—O ტიპის პაკეტებს (სურ. 122). ეს უკანასკნელი ელექტრონეიტრალურია და ერთმანეთთან სუსტი ვანდერვალსური ბმით არის დაკავშირებული. T—O ტიპის შრეებრივ სილიკატებს მიეკუთვნება სერპენტინისა და კაოლინიტის ჯგუფის მინერალები. ამ ტიპის მინერა-



სურ. 122. კაოლინიტის სტრუქტურა

ლების კრისტალურ სტრუქტურაში Al^{3+} არასდროს ანაცვლებს Si^{4+}.

სამშრიანი პაკეტები, რომლებიც წარმოდგენილია ორი ტეტრაედრული და მათ შორის განლაგებული ერთი ოქტაედრული შრისაგან, ქმნის T—O—T ტიპის პაკეტებს. პაკეტები რიგ შემთხვევაში ელექტრონეიტრალურია და ქმნის სტაბილურ სტრუქტურულ ერთეულებს, რომელთა შორის კავშირი ვანდერვალსური ტიპის ბმით ხორციელდება. სამშრიან სილიკატებს მიეკუთვნება: ტალკი-პიროფილიტის, უწყლო და წყლიანი ქარსებისა და მონტმორილონიტის ჯგუფის მინერალები (სურ. 123). სამშრიანი სილიკატებისა და ალუმოსილიკატების სტრუქტურაშიც არის განსხვავება. მაგალითად, მონტმორილონიტის ჯგუფის მინერალებში ტალკ - პიროფილიტისაგან განსხვავებით პაკეტებს შორის განლაგებულია წყლის მოლეკულები. ამ უკანასკნელის რაოდენობა შეიძლება იცვლებოდეს ფართო საზღვრებში, რაც მათი გაფუებისა და, შესაბამისად, მოცულობაში მატების მიზეზი ხდება. ამ ჯგუფის მინერალებისათვის დამახასიათებელია Si^{4+} და Al^{3+} შორის იზომორფული ჩანაცვლების მოვლენები. ჭარბი უარყოფითი მუხტების კომპენსირება ხდება Ca^{2+}, Na^{+} და K^{+} კათიონებით, რომლებიც წყლის მოლეკულების მსგავსად პაკეტებს შორის არის განლაგებული.



სურ. 123. ტალკის სტრუქტურა

ქარსების ჯგუფის მინერალებში ტეტრაედრული შრე ჩვეულებრივ აგებულია Si^{4+} და Al^{3+} ჟანგბადოვანი ტეტრაედრებით, ხოლო სამშრიან პაკეტებს შორის განლაგებული K^+ ან Ca კათიონები ახდენს პაკეტების ჭარბი მუხტის კომპენსირებას. ჰიდროქარსებში პაკეტებს შორის K^+-თან ერთად შეიძლება მონაწილეობდეს $(H_3O)^+$ ან $Mg(OH)^+$-ის იონებიც.

მრავალშრიანი სტრუქტურა დამახასიათებელია ქლორიტის ჯგუფის მინერალებისათვის. ამ ტიპის სტრუქტურაში გვაქვს სამშრიანი პაკეტების მორიგეობა ბრუსიტ-ჰიდრარგილიტის ტიპის ოქტაედრულ შრეებთან.

შრეებრივი სილიკატები მათი სტრუქტურის თავისებურებიდან გამომდინარე, ხშირად ქმნის რთული შედგენილობის ე.წ. შერეულ შრეებრივ მინერალებს. ეს მოვლენა ფართოდ ვლინდება კაოლინიტის, მონტმორილონიტისა და ქლორიტების ჯგუფის მინერალებში. შერეულ შრეებრივ თიხებში კაოლინიტური და მონტმორილონიტური პაკეტები მორიგეობს ტალკის, პიროფილიტის, ჰიდროქარსებისა და ქლორიტების პაკეტებთან. დიდი რაოდენობით ქმნის შერეულ შრეებრივ მინერალებს ქლორიტები და არა მხოლოდ მათივე ჯგუფის მინერალებთან, არამედ ტალკთან, პიროფილიტთან, წყლიან და უწყლო ქარსებთან და სხვ.

ყველა შრეებრივი სილიკატური მინერალი შეიცავს $[OH]^-$ იონების მნიშვნელოვან რაოდენობას. ზოგიერთ მათგანში დიდ როლს ასრულებს შრეთაშორისი, ადსორბციული და კრისტალიზაციური წყლები.

შრეებრივი სტრუქტურის მინერალებისათვის დამახასიათებელია ფირფიტოვანი, ფურცლოვანი, ქერცლოვანი და ფარულკრისტალური აგრეგატები, ერთი მიმართულებით სრული და ფრიად სრული ტკეჩვადობა, დაბალი სიმაგრეები (1—3,ზოგჯერ მეტიც), ფლობს იონურ-გაცვლით თვისებებს, აქვს წყლისა და სხვა ნივთიერებების შთანთქმის დიდი უნარი. შრეებრივი სილიკატები განსაკუთრე-

ბით ნერილქერცლოვან აგრეგატებში ერთმანეთისაგან ძალიან ძნელი გასარჩევია. მათი საიმედო დიაგნოსტიკის მიზნით გამოიყენება თერმული ანალიზის, ელექტრონული მიკროსკოპიის, ინფრანითელი სპექტროსკოპიისა და სხვა მეთოდები.

შრეებრივი სილიკატების ძირითადი მასა არის კარკასული, ბაფთისებრი, ძენკვისებრი და კუნძულისებრი სილიკატების დაშლის პროდუქტი. ჩნდება ასევე კონტაქტმეტასომატური და მეტამორფული პროცესებისას.

სილიკატები ორშრიანი პაკეტებით დამატებითი ანიონებით

სერპენტინის ჯგუფი

სერპენტინი, $(Mg,Fe,Ni)_3[Si_2O_5][OH]_4$. Serpentin

სახელწოდება. სახელი დაერქვა მინერალის ზედაპირზე გველის ტყავის მსგავსი ლაქების არსებობის გამო (ლათ. ''სერპენს'' — გველი).

ქიმიზმი. მინერალის შედგენილობა თითქმის შეესაბამება მის ფორმულას. მინარევების სახით ყოველთვის შეიცავს $Fe^{2,3}$, Ni, Al, Cr.

ნაირსახეობები: ოფიტი — კილეებზე მოცეთალო-მწვანე, გამჭვირვალე, ცვილისებრი ელვარების მქონე; ბასტიტი — სერპენტინის ფსევდომორფოზა ენსტატიტის მიმართ; ანტიგორიტი — ფურცლოვანი, ქერცლოვანი სერპენტინი; ქრიზოტილ-აზბესტი — ბოჭკოვანი სერპენტინი; გარნიერიტი — ვაშლისებრ მწვანე, ნიკელის შემცველი (Ni=11%-მდე) სერპენტინი; სერპოფიტი — ფარულკრისტალური, წესით გამდიდრებული მკვრივი ოპალისებური სერპენტინი.

სინგონია, სიმეტრიის კლასი, სივრცობრივი ჯგუფი. მონოკლინური. პრიზმის კლასი. L^2PC; 2/m.

კრისტალოგრაფია. თითქმის არ გვხვდება კრისტალების სახით (გამონაკლისს მხოლოდ ანტიგორიტი წარმოადგენს). ძირითადად განვითარებულია მასიური, ფურცლოვანი, ფარულკრისტალური ან პარალელურბოჭკოვანი ძარღვების სახით (ადვილად იშლება ცალკეულ ბოჭკოებად). ცნობილია სერპენტინის ფსევდომორფოზები ოლივინის, ხონდრიტების, პიროქსენებისა და მინდვრის შპატების მიმართ.

ფიზიკური თვისებები:

ფერი ჩვეულებრივ მწვანე. არის ზეთისხილისებრ მწვანე, ღია და მუქი მწვანე (Cr მინარევების გამო), იშვიათად ყავისფერი და რუხი. ზოგჯერ მურა-მწვანე, არის მოყვითალო და უფეროც.

ხაზის ფერი თეთრი.

ელვარება მონატეხზე — ცხიმისებრი, მასიური სახესხვაობებისათვის — ცვილისებრი, ბოჭკოვანი სახესხვაობებისათვის — აბრეშუმისებრი.

ტკეჩვადობა არ დაიკვირვება.

სიმაგრე 2.5—4.

ხვედრითი წონა 2.2—2.7.

მონატეხი ხიწვისებრი, სწორი, ნიჟარისებრი.

დიაგნოსტიკური ნიშნები. სერპენტინი ადვილად გამოიცნობა ფერებით, ელვარებით, დაბალი სიმაგრით, ატკეჩილი ფურცლების მსხვრევადობის მაღალი ხარისხით. მიაგავს ბოჭკოვან ამფიბოლებს, რომელთაგან წყლის შემცველობით განსხვავდება. გამოყოფს წყლის დიდ რაოდენობას შედარებით დაბალ ტემპერატურაზე ($<500^0$ C).

წარმოშობა. ფართოდ გავრცელებული მინერალია. წარმოადგენს მაგნიუმით მდიდარი მაგმური ქანების ამგები

სილიკატების — განსაკუთრებით ოლივინის, პიროქსენებისა და ამფიბოლების შეცვლის პროდუქტს ($2Mg_2SiO_4 + 3H_2O \rightarrow Mg_3[Si_2O_5][OH]_4 + Mg(OH)_2$). მათზე ჰიდროთერმული ხსნარების ზემოქმედებით. გვხვდება ქრომიტთან, მაგნეზიტთან, მაგნეტიტთან, ტალკთან და სხვ. ასოციაციაში. სერპენტინი ძირითადად განვითარებულია ულტრაფუძე და კარბონატული ქანების გავრცელების რეგიონებში. გვხვდება მეტამორფულ ქანებშიც.

საბადოები. საქართველოში სერპენტინის გამოსავლები ცნობილია ძირულისა და კავკასიონის კრისტალურ მასივის ქანებში: ჩორჩანას, ჭერათხევის, უწლევის მიდამოებში, მდ. კოდორის ხეობაში და სხვ. საზღვარგარეთის ქვეყნებიდან ცნობილი საბადოებია რუსეთში (ურალი), აშშ (არიზონასა და ნიუ იორკის შტატები), სომხეთში, ინდოეთში, ყაზახეთში, კანადაში, სამხრეთ აფრიკაში, ნორვეგიაში (აქ ნაპოვნი იქნა სერპენტინის 8 სმ სიგრძის კრისტალი.

შეცვლა. დედამიწის ზედაპირზე სერპენტინი გადადის მონტმორილონიტში, შემდეგ რკინის ჰიდროჟანგებისა და კაჟმიწის ნარევში.

გამოყენება. ქრიზოტილ-აზბესტი კომერციული აზბესტის მთავარი ნედლეულია. აზბესტის ბოჭკოებს იყენებენ ცეცხლგამძლე, მჟავაგამძლე, სითბო და ელექტროსაიზოლაციო მასალების დასამზადებლად. ფართო გამოყენება აქვთ ქაღალდის, სახურავი შიფერებისა და მუყაოს წარმოებაში, ხმარობენ ცემენტის ნარევში. მუქი და ღია მწვანე ფერების მასიურ ნახევრად გამჭვირვალე კეთილშობილ სერპენტინს იყენებენ დეკორატიულ და სანახელავო ქვებად, სამშენებლო მასალად. არის ნიკელის მადანი.

კაოლინიტის ჯგუფი

კაოლინიტი, $Al_4[Si_4O_{10}][OH]_8$ Kaolinit

სახელწოდება. სახელი დაერქვა ჩინური სიტყვის—''კაულინგ''–ის მიხედვით, რაც ''მაღალ მთას'' ნიშნავს (მთიანი რაიონი, სადაც აღმოაჩინეს და შემდგომ მოიპოვებდნენ მინერალს).

ქიმიზმი. კაოლინიტის შედგენილობა ძალიან ახლოსაა მის ფორმულასთან. Al_2O_3=39.5%, SiO_2 =46.5%, H_2O=14.00%.

ნაირსახეობები: დიკიტი და ნაკრიტი — კაოლინიტის პოლიმორფული მოდიფიკაციები.

სინგონია, სიმეტრიის კლასი, სივრცობრივი ჯგუფი. ტრიკლინური. პინაკოიდის კლასი. C. 1.

კრისტალოგრაფია. ჩვეულებრივ გვხვდება მკვრივი, წვრილდისპერსიული, მასიური, ფხვნილისებრი, მიწისებრი აგრეგატებისა და იშვიათად ნადენი ფორმების სახით. ზოგჯერ ქმნის რომბული და ჰექსაგონური (იშვიათად ტრიგონული) იერის მცირე ზომის თხელ ფირფიტებს. ხშირად ავსებს ქანებში არსებულ მიაროლითურ სიცარიელეებს. გვხვდება ოოლითებისა და კონკრეციების სახით. ცნობილია კაოლინიტის ფსევდომორფოზები მინდვრის შპატებისა და ფელდშპატოიდების (ლეიციტი, ნეფელინი) მიმართ.

ფიზიკური თვისებები:

ფერი. სუფთა კაოლინიტი თეთრია, რკინის ჰიდროჟანგების მექანიკური მინარევების გამო იძენს მოყვითალო, წითელ, ყავისფერ, ცისფერ და რუხ ფერებს.

ხაზის ფერი თეთრი.

ელვარება მკრთალი, ცხიმისებრი, სადაფისებრი, მიწისებრი.

ტკეცჩვადობა (001) მიმართ სრული (დაიკვირვება მხოლოდ ელექტრონულ მიკროსკოპში).

სიმაგრე 2.5—3.

ხვედრითი წონა 2.6—3.

ჰიგროსკოპულია.

დიაგნოსტიკური ნიშნები. კაოლინიტი ფლობს მისთვის დამახასიათებელ თიხის სუნს, ხელით შეხებისას ცხიმოვანია და ადვილად ისრისება, სველ მდგომარეობაში პლასტიკურ ცომს იძლევა, ენას ეკვრის. მშრალ მდგომარეობაში გამოირჩევა წყლის დიდი რაოდენობით შთანთქმის უნარით. მჟავებში არ იხსნება.

წარმოშობა. კაოლინიტი მიეკუთვნება ფართოდ გავრცელებულ მინერალთა ჯგუფს. ის ყოველთვის არის მეორადი მინერალი. ჩნდება მინდვრის შპატებით, ქარსებითა და ცეოლითებით მდიდარი მაგმური და მეტამორფული ქანების (გრანიტები, გრანიტული პეგმატიტები, სიენიტები, გნეისები და სხვა) დაბალტემპერატურული ჰიდროთერმული გარდაქმნის ან გამოფიტვის გზით. კაოლინიტი შედის ნიადაგების, თიხების, მერგელებისა და ფიქლების შემადგენლობაში. კაოლინიტის წმინდა დისპერსიული აგრეგატები ქმნის დრუზებს და შრეებს დანალექ ქანებსა და გამოფიტვის ქერქში. განასხვავებენ პირველად და მეორადი წარმოშობის კაოლინიტებს. პირველი მათგანი ჩნდება ალუმოსილიკატების დაშლის ხარჯზე, მეორე — პირველადი კაოლინიტური ქანების გადარეცხვით, ქარის ან წყლის მიერ გადატანით და მისი შემდგომი დალექვით. არის თიხებისა და თიხაფიქლების მთავარი შემადგენელი მინერალი.

საბადოები. საქართველოში კაოლინიტის საბადოები ცნობილია გურიაში (ოზუგეთის რაიონის საბადოების ჯგუფი), იმერეთში (ქუთაისის, ტყიბულის, ძირულის მასივის საბადოების ჯგუფი), ქვემო ქართლში (ბოლნისის საბადოების ჯგუფი) და სხვ. საზღვარგარეთის ქვეყნებიდან — რუსეთში (ურალი, აღმოსავლეთ ციმბირი),

უკრაინაში, ჩინეთში, ბავარიაში, ჩეხეთში (კარლოვი ვარი), საფრანგეთში, ინგლისში (კორნუოლი, დევონშირი) და სხვ.

შეცვლა. მეტამორფიზმისას გადადის ტალკში, ქლორიტებში, ქარსებში, კიანიტში.

გამოყენება. იყენებენ სამშენებლო საქმეში, ქაღალდისა და რეზინის მრეწველობაში; საღებავების, ოლიფის, ლინოლეუმის, ცეცხლგამძლე აგურების დასამზადებლად. არის შეუცვლელი ნედლეული ფაიფურისა და კერამიკის წარმოებაში. კაოლინიტის თიხოვან ხსნარებს იყენებენ ფხვიერ ქანებში ჭაბურღილების გაყვანის დროს, ქანებში არსებული წვრილი სიცარიელეების შევსების მიზნით.

ჰალუაზიტი, $Al_4[Si_4O_{10}][OH]_8 \cdot 4H_2O$. Halloysit

სახელწოდება. სახელი დაერქვა მისი პირველი აღმომჩენისა და აღმწერის, ბელგიელი გეოლოგის, ო. გალუას პატივსაცემად.

ქიმიზმი. მინერალის შედგენილობა ახლოსაა კაოლინიტთან, თუმცა მისგან განსხვავდება კრისტალურ სტრუქტურაში პაკეტებს შორის მოლეკულური წყლის არსებობით. მინარევების სახით თითქმის ყოველთვის შეიცავს: Cr, Ni, Cs, Zn, Al, Mg და სხვ.

ნაირსახეობა. ფერიჰალუაზიტი — რკინის შემცველი ჰალუაზიტი.

სინგონია, სიმეტრიის კლასი, სივრცობრივი ჯგუფი. მონოკლინური. დიედრული უღერძო. P.

კრისტალოგრაფია. ქმნის თეთრი ფერის ულტრამიკროსკოპულ ოპალისებურ მასას. გვხვდება მკვრივი, მიწისებრი მასებისა და კონკრეციების სახით. მაკროსკოპულად თითქმის არ განსხვავდება კაოლინიტისაგან.

ფიზიკური თვისებები:

ფერი თეთრი, ხშირად მოყვითალო, იისფერი, მონაცრისფრო. მურა, მონითალო, მოყვითალო.

ხაზის ფერი თეთრი.

ელვარება მკრთალი, საღ მონატეხზე — ცვილისებრი.

ტკეჩვადობა არ აქვს.

სიმაგრე 1—2.

ხვედრითი წონა 2—2.6.

მონატეხი ნიჟარისებრი.

დიაგნოსტიკური ნიშნები. ფხვიერი შეხებისას ტალკის მსგავსია, ნაწილობრივ იხსნება ტუტეებსა და მჟავებში, წყალში ნელა, მშრალი ჰალუაზიტი ენას ეკვრის, 450-500° C ტემპერატურულ ინტერვალში მთლიანად უწყლოვდება. ჰაერზე გაშრობის შემდეგ წვრილ დაკუთხულ ნატეხებად იშლება.

წარმოშობა. ჩნდება ეკზოგენურ პირობებში — ფუძე ქანებისა და ზოგიერთი ნიკელისა და თუთიის სულფიდური საბადოების გამოფიტვის ზონაში მჟავე ან ნეიტრალური გარემოს არსებობისას. ჩნდება კაოლინიტის და ალუნიტის დაშლის ხარჯზეც. თიხის საბადოებში ჰალუაზიტი გვხვდება კაოლინიტთან, ხშირად მონტმორილონიტთან და ალუნიტთან ასოციაციაში.

საბადოები. საქართველოში ჰალუაზიტის საბადოები არ არის. საზღვარგარეთის ქვეყნებიდან ცნობილი საბადოებია რუსეთში (ურალი), უკრაინაში, ყაზახეთში, გერმანიაში, მაროკოში, ბელგიაში, ჩეხოსლოვაკიაში და სხვ.

გამოყენება. კაოლინიტთან ერთად ძვირფასი ნედლეულია კერამიკული მრეწველობისათვის.

წყლიანი ამორფული შრეებრივი სილიკატები

ალოფანის ჯგუფი

შრეებრივ სილიკატებს ჩვეულებრივ მიაკუთვნებენ ამორფულ — ძალიან ცვალებადი შედგენილობის ალუმინის წყლიან სილიკატებს — ალოფანს და იმოგოლითს (ფორმულა პირობითია — $mAl_2O_3 . nSiO_2 . pH_2O$). ალოფანი შედგენილობით ახლოს დგას კაოლინიტთან, თუმცა ამ უკანასკნელისაგან კაჟმიწის შედარებით დაბალი შემცველობით განსხვავდება.

ალოფანი, $mAl_2O_3 . nSi O_2 . pH_2O$. Allophan

სახელწოდება წარმოდგება ბერძნული სიტყვიდან ''ალოფანეს'', რაც ნიშნავს — სხვა რომ აღმოჩნდა (ალოფანს ცისფერი ან მომწვანო ელფერის გამო სპილენძის მადნად მიიჩნევდნენ).

ქიმიზმი. საშუალო შედგენილობა: $Si O_2$ = 39,9%, Al_2O_3 = 38.9% , Fe_2O_3 =0.76%, TiO_2=0.87%, P_2O_5=0.07%, Ca=0.27%. მინარევების სახით ყოველთვის შეიცავს: Zn, Cu და სხვ. Al : Si შორის თანაფარდობა დაახლოებით 1:1. ალუმინი ნაწილობრივ ანაცვლებს რკინას.

სინგონია, სიმეტრიის კლასი, სივრცობრივი ჯგუფი. რენტგენოამორფულია.

კრისტალოგრაფია. გვხვდება სტალაქტიტების, მტევნისებრი, თირკმლისებრი, ქერქების, თეთრი ფერის ფხვნილისებრი მასებისა და ბურთულის ფორმის ნამცეცების სახით.

ფიზიკური თვისებები:

ფერი ბაცი ცისფერი, მომწვანო-ყვითელი, მუქი მწვანე, ზოგჯერ ყავისფერი. არის უფეროც.

ხაზის ფერი უფერო.

ელვარება მინისებრი, ცხიმოვანი.

სიმაგრე 3.

ხვედრითი წონა 2.5

მონატეხი უსწორმასწორო, ნიჟარისებრი.

ძალიან მსხვრევადია.

დიაგნოსტიკური ნიშნები. ადვილად გამოიცნობა დაბალი სიმაგრით, მინასთან მსგავსებით, გამჭვირვალობით და ნახევრად გამჭვირვალობით. იზოტროპულია.

წარმოშობა. ეკზოგენური წარმოშობის მინერალია. ჩნდება სილიკატებისა და ალუმოსილიკატების დაშლის ხარჯზე მათზე გოგირდმჟავას მოქმედებით. ხშირად გვხვდება მადნეული საბადოების (ტყვია - თუთიის, სპილენძის და სხვ.) დაჟანგების ზონაში — სპილენძისა და თუთიის მადნიანი ძარღვების ნაპრალებსა და სიცარიელეებში. გვხვდება თიხების, ნახშირების და სხვა მადნების საბადოებშიც. ფართოდ არის გავრცელებული ჰუმიდური კლიმატის პირობებში წარმოშობილ თითქმის ყველა ტიპის ნიადაგში. ალოფანი მონაწილეობს ვულკანურ ნიადაგებშიც, სადაც ის წარმოადგენს ვულკანური მინისა და ვულკანური ფერფლის გამოფიტვის პროდუქტს. ხშირად გვხვდება ჰალუაზიტთან, კვარცთან, ქრიზოკოლასთან, გიპსიტთან, კარბონატებთან ასოციაციაში.

საბადოები. საქართველოში ალოფანის საბადოები არ არის. ცნობილი საბადოებია: ჩეხეთში, გერმანიაში, ავსტრიაში, რუსეთში (ურალი), თურქეთში, აშშ (ინდიანას შტატი) და სხვ.

გამოყენება. ალოფანის დიდი რაოდენობის შემცველ ნიადაგებს გააჩნია წყლის დაკავების დიდი უნარი.

უწყლო სილიკატები და ალუმოსილიკატები სამშრიანი პაკეტებით— დამატებითი ანიონებით

ტალკ-პიროფილიტის ჯგუფი

ტალკი, $Mg_3[Si_4O_{10}][OH]_2$ Talk

სახელწოდება. მინერალის სახელის წარმომავლობა არ არის დადგენილი. როგორც ვარაუდობენ, ის შეიძლება მოდიოდეს მინერალის ძველბერძნული სახელიდან.

ქიმიზმი. ტალკის შედგენილობა უმნიშვნელოდ განსხვავდება მისი ფორმულისაგან. სუფთა ტალკი შეიცავს: $MgO=31.7\%$, $SiO_2=62.5\%$, $H_2O=4.8\%$, მინარევების სახით თითქმის ყოველთვის შეიცავს Fe^{3+} Ca, Cr, Co, Mn. ადგილი აქვს Al და Ti ჩანაცვლებას Si-ით, ხოლო Fe^{2+}-Mg -ით.

ნაირსახეობა: სტეატიტი — მკვრივი ცხიმოვანი ტალკი (სინ. საპნის ქვა). არის სერპენტინიტების გარდაქმნის პროდუქტი.

სინგონია, სიმეტრიის კლასი, სივრცობრივი ჯგუფი. მონოკლინური. პრიზმის კლასი. L^2PC; 2/m.

კრისტალოგრაფია. კრისტალების სახით იშვიათია. ჩვეულებრივ გვხვდება ქერცლისებრი, ფურცლოვანი მასიური, მკვრივი, ფარულკრისტალური მასების სახით, იშვიათად სხივოსნურიც. თხელი ფირფიტისებრი ფსევდორომბული კრისტალები მოქნილია, ადვილად დეფორმირებადია, ღუნვადია, მაგრამ არ არის დრეკადი. ცნობილია ტალკის ფსევდომორფოზები ენსტატიტისა და შპინელის მიმართ.

ფიზიკური თვისებები:

ფერი თეთრი (სუფთა ტალკისათვის), ბაცი მწვანე, ვაშლისებრ მწვანე, რუხი, ზოგჯერ მოყვითალო და ყავისფერი.

ხაზის ფერი თეთრი.

ელვარება სადაფის (ტკეჩვადობის სიბრტყეზე), სხვა დანარჩენ შემთხვევაში — ცხიმოვანი, მქრქალი.

ტკეჩვადობა (001) მიმართ სრული.

სიმაგრე 1.

ხვედრითი წონა 2.82.

სითბოსა და ელექტრობის ცუდი გამტარია, ცეცხლგამძლეა, ღლობის ტემპერატურა იცვლება 1300°C–დან 1400°C-მდე. გახურებისას კარგავს წყალს.

დიაგნოსტიკური ნიშნები. ადვილად გამოიცნობა მჟავებში უხსნადობით, დაბალი სიმაგრით (იჭრება დანით), სრული ტკეჩვადობით, შეხებისას ცხიმოვნებით. მიაგავს პიროფილიტს. მისგან განსხვავება მხოლოდ ქიმიური და ოპტიკური მეთოდების დახმარებით შეიძლება.

წარმოშობა. ტალკი არის მეორადი მინერალი. ჩნდება მაგნიუმით მდიდარი ალუმოსილიკატების (ოლივინი, ამფიბოლები, პიროქსენები) ნახშირორჟანგის შემცველი ჰიდროთერმებით გარდაქმნის გზით. ჩნდება ასევე მაგნიუმიანი კარბონატული და სილიკატური დანალექი ქანების შეცვლის ხარჯზე. არის დაბალი საფეხურის მეტამორფული ქანების (ტალკიანი, ტალკ-აქტინოლიტიანი, ტალკ-ქლორიტიანი ფიქლები და სხვ.) დამახასიათებელი მინერალი მაგნეზიტთან, დოლომიტთან, სერპენტინთან, ჰემატიტთან, გოეთიტთან და სხვ. ასოციაციაში. იშვიათია აუტიგენური წარმოშობის ტალკი.

საბადოები. საქართველოში ტალკის საბადოები ცნობილია ძირულის კრისტალური მასივის აღმოსავლეთ პერიფერიაზე, საზღვარგარეთის ქვეყნებიდან — რუსეთში (ურალი, აღმოსავლეთ ციმბირი) ჩინეთში, კანადაში, ნორვეგიაში, ავღანეთში, აშშ (ჯორჯიას შტატი), საფრანგეთში, შვეიცარიაში, იტალიაში და სხვ.

შეცვლა. ტალკი შედარებით მდგრადი მინერალია. ჰიპოგენურ პირობებში შეიძლება გადავიდეს სერპენტინში;

უფრო მაღალ ტემპერატურაზე — ამფიბოლებში და პიროქსენებში. მეტამორფიზმის პირობებში ტალკის ხარჯზე შეიძლება გაჩნდეს გრანატები.

გამოყენება. ტალკი ფართოდ გამოიყენება როგორც ცეცხლგამძლე მასალად, ასევე — ქაღალდის, საღებავების, რეზინის, ტყავისა და საფეიქრო მრეწველობაში, ელექტროიზოლატორების, მჟავებისა და ტუტეებისადმი მდგრადი ჭურჭლების წარმოებაში, მედიცინაში, პარფიუმერიაში (პუდრისა და საცხების დასამზადებლად) და სხვ.

პიროფილიტი, $Al_2[Si_4O_{10}][OH]_2$. Pyrophyllit

სახელწოდება. სახელი დაერქვა გახურებისას თხელ ფურცლებად ახლეჩვის უნარის გამო (ბერძ. ''პიროს'' — ცეცხლი, ''ფილონ'' — ფურცელი, ფოთოლი).

ქიმიზმი. AlO=28.3%, SiO_2=66.7%, H_2O=5%. პიროფილიტის შედგენილობა მცირედ განსხვავდება მისი იდეალური ფორმულისაგან. ზოგჯერ მინარევების სახით შეიცავს Fe^{3+}, Mg, K, Na და სხვ.

ნაირსახეობა. აგალმატოლიტი (ბერძ. ,,აგალმა'' — ქანდაკება, ,,პაგოდა'' — ბუდის კერპი და ტაძარი) — ფარულკრისტალური, წვრილქერცლოვანი მკვრივი პიროფილიტი.

სინგონია, სიმეტრიის კლასი, სივრცობრივი ჯგუფი. მონოკლინური. პრიზმის კლასი. L^2 PC; 2/m.

კრისტალოგრაფია. კარგად განვითარებული კრისტალების სახით იშვიათია. ჩვეულებრივ გვხვდება ფურცლისებრი, ქერცლისებრი, მკვრივი წვრილმარცვლოვანი მასებისა და სხივოსნური აგრეგატების სახით.

ქმნის ფსევდომორფოზებს კალციტის, ანდალუზიტის, მუსკოვიტის, მინდვრის შპატების მიმართ. პიროფილი-

ტის ცალკეული ფურცლები მოქნილია, მაგრამ არ არის დრეკადი.

ფიზიკური თვისებები:

ფერი თეთრი, მომწვანო, ღია მწვანე, ვაშლისებრ მწვანე, ბაცი ყვითელი, ყავისფერი.

ხაზის ფერი თეთრი.

ელვარება — სადაფისებრი, მკრთალი, ცხიმისებრი.

ტკეჩვადობა (001) მიმართ სრული.

სიმაგრე 1—2.

ხვედრითი წონა 2.6—2.9.

მონატეხი უსწორმასწორო.

მსხვრევადია. ხელს სვრის.

დიაგნოსტიკური ნიშნები. ადვილად გამოიცნობა ფერით, სრული ტკეჩვადობით, სიმაგრით, ქარსის მსგავსი გარეგნული ჰაბიტუსით, მჟავებში უხსნადობით, შეხებისას ცხიმოვნებით. გახურებისას მნიშვნელოვნად მატულობს მოცულობაში — თეთრდება და თხელ ფურცლებად იხლიჩება. შეხებისას ცხიმოვანია.

წარმოშობა. პიროფილიტი შედარებით იშვიათი მინერალია. წარმოიშობა ალუმინით მდიდარ ქანებზე ტუტეებით გამდიდრებული ჰიდროთერმული ხსნარების ზემოქმედებით. თანამგზავრი მინერალებია: კვარცი, ანდალუზიტი, ტალკი, დისტენი. ჩნდება ასევე კაოლინიტური დანალექი ქანების დეჰიდრატაციის გზით, ზოგიერთ მეტამორფულ ქანებში და კვარცის ძარღვებში. პიროფილიტის სამრეწველო ტიპის საბადოები დაკავშირებულია მეორად კვარციტებთან.

საბადოები. საქართველოში პიროფილიტის საბადოები არ არის. საზღვარგარეთის ქვეყნებიდან ცნობილია რუსეთში, უკრაინაში, ჩინეთი, აშშ (არიზონას, ჯორჯიისა და ჩრდილო კაროლინის შტატები), ბრაზილიაში (მინას-ჟერაიჟი), ჩეხეთში, რუმინეთში და სხვ.

შეცვლა. შეიძლება გადავიდეს ანდალუზიტში, დიასპორაში, კორუნდში, კიანიტში, კაოლინიტში.

გამოყენება. პიროფილიტის გამოყენების სფეროები იგივეა, რაც ტალკის. აგალმატოლიტს ხმარობენ სანახელაო და მოსაპირკეთებელ ქვებად (ჩინელები ამ ქვებიდან თლიდნენ ღმერთის ფიგურებს). პიროფილიტი არის ძვირფასი ნედლეული მავნე მწერების წინააღმდეგ საბრძოლველი საშუალებების დასამზადებლად.

ქარსების ჯგუფი

ქარსები მიწის ქერქში გავრცელებული მინერალების 3.5% შეადგენს. მათში გაერთიანებულია 50-ზე მეტი მინერალი. ქარსები წარმოადგენს ფენობრივ სილიკატებსა და ალუმოსილიკატებს, რომელთა აგებულებაში წამყვან როლს თამაშობს Mg^{2+}, Fe^{2+}, Fe^{3+}, Al^{3+} K^{1+} და იშვიათად Rb^{2}+, Cs^{2+}, Na^{1+}, Li^{1+} და Ca^{2+} კათიონები. მინარევების სახით ხშირად შეიცავს Mn, Cr, Ba. ქარსების ყველა მინერალი შეიცავს $[OH]^{-}$-ს, რომელიც ზოგჯერ ნაწილობრივ ანაცვლებს ფტორს. ქარსების სტრუქტურის საფუძველს წარმოადგენს სამშრიანი პაკეტი, რომელთა შორის განლაგებულია K დამატებითი კათიონები.

ქარსები კრისტალდება მონოკლინურ სინგონიაში. ხასიათდება ფურცლოვანი, ქერცლოვანი აგრეგატებით და ხშირად ფსევდოჰექსაგონური იერის კვეთებით. ძალიან ცვალებადია ქარსების კრისტალთა წონა და ზომები. ისინი შეიძლება იყოს მიკროსკოპული ზომიდან რამდენიმე კვადრატულ მეტრამდე. ჩუის საბადოზე (ურალი) ნანახი იქნა ერთი ტონა წონის მუსკოვიტის კრისტალი. ქარსებს ახასიათებს ფერთა ნაირგვარობა (უფერო, მოყვითალო, მოწითალო, მწვანე, შავი, მოლურჯო და სხვ), იდეალური ტკეჩვადობა (ტკეჩვადობის გასწვრივ ქარსები თხელ ღუნვად

და დრეკად ფურცლებად იხლიჩება), დაბალი სიმაგრე და ქიმიური ბმის განსხვავებული ტიპები (ვან-დერ-ვაალსის და კოვალენტური).

ქარსები მონაწილეობს მაგმური, დანალექი და მეტამორფული ქანების აგებულებაში — ქარსიან პეგმატიტებსა და კონტაქტ-მეტასომატურ წარმონაქმნებში. ქარსები წარმოადგენს ძვირფას ნედლეულს ელექტროტექნიკურ, სამშენებლო, ქიმიურ, ფაიფურის, საავტომობილო მრეწველობაში; წარმოადგენს Li, Cs და Rb მიღების წყაროს; არის ძვირფასი ნედლეული ცეცხლგამძლე, ხმისა და თერმოსაიზოლაციო მასალების დასამზადებლად.

მუსკოვიტი, $KAl_2[AlSi_3O_{10}][OH,F]_2$ Muskovit

სახელწოდება. სახელი დაერქვა მოსკოვის ძველი იტალიურ სახელის მიხედვით — ''მუსკა''. მუსკოვიტი გაჰქონდათ დასავლეთის ქვეყნებში მოსკოვის გაელით და ცნობილი იყო ''მოსკოვის მინის'' სახელით.

ქიმიზმი. მუსკოვიტის შედგენილობა ახლოსაა მის ფორმულასთან. მინარევების სახით შეიცავს: Fe, Cr, Mg, Ba, Cs, Rb და სხვ. ადგილი აქვს K-ის უმნიშვნელო ჩანაცვლებას Na, Rb და Cs-ით; [OH]-ის F-ით; Al=Mg, Fe=Li,Mn,Ti, იშვიათად Al=Cr.

ნაირსახეობები: სერიციტი — წვრილქერცლოვანი, ღია ფერის, აბრეშუმის ელვარების მუსკოვიტი; ფუქსიტი — ქრომის შემცველი ღია მწვანე, ზურმუხტისებრ მწვანე (Cr_2O_3=4%).

სინგონია, სიმეტრიის კლასი, სივრცობრივი ჯგუფი. მონოკლინური. პრიზმის კლასი. L^2PC; 2/m.

კრისტალოგრაფია. კარგად განვითარებული კრისტალების სახით იშვიათია. დამახასიათებელია მოკლესვეტოვანი, ფირფიტისებრი იერის კრისტალები — ფსევდო-

ჰექსაგონური კვეთებით. გვხვდება ფურცლისებრი, ქერცლოვანი, მარცვლოვანი აგრეგატებისა და კონცენტრიულ-ნაჭუჭისებრი განწევრების მქონე თირკმლისებური მასების სახით. ცნობილია მუსკოვიტის ფსევდომორფოზები მინდვრის შპატების, ანდალუზიტის, სპოდუმენის, კიანიტისა და სკაპოლიტის მიმართ. ხშირია მაგნეტიტის, ჰემატიტის, ვოლფრამიტის, სულფიდებისა და ორგანული ნივთიერებების ჩანართები.

ფიზიკური თვისებები:

ფერი უფერო (ატკეჩილ თხელ ფურცლებში), თეთრი, მოყვითალო, ღია მწვანე, ზურმუხტისებრ მწვანე, ღია იასამნისფერი, ღია ყავისფერი, ვარდისფერი, მოწითალო ყავისფერი.

ხაზის ფერი თეთრი.

ელვარება მინისებრი, ტკეჩვადობის სიბრტყეზე — ვერცხლისებრი და სადაფისებრი.

ტკეჩვადობა (001) მიმართ ფრიად სრული, (110) და (010) მიმართ არასრული.

სიმაგრე 2.5—3.

ხვედრითი წონა 2.8—2.9.

მუსკოვიტის თხელი ფურცლები მოქნილია, მაგრამ არ არის დრეკადი. მჟავებში არ იხსნება. დიელექტრიკია.

დიაგნოსტიკური ნიშნები: ადვილად გამოიცნობა ფერით, იდეალური ტკეჩვადობით, ვერცხლისფერი და სადაფისებრი ელვარებით. ყავისფერი მუსკოვიტი ძალიან მიაგავს ფლოგოპიტს. მისგან განსხვავება მხოლოდ კვლევის ოპტიკური და რენტგენოსტრუქტურული მეთოდების დახმარებით შეიძლება.

წარმოშობა. არის ზოგიერთი ტიპის გრანიტებისა და გრანიტული პეგმატიტების დამახასიათებელი მინერალი

— კვარცთან, მიკროკლინთან, ოლიგოკლაზთან, ალბიტთან, ბიოტიტთან, ტურმალინთან ასოციაციაში. ფართოდ არის გავრცელებული დაბალი და საშუალო საფეხურის მეტამორფიზმის (ფილიტები, კრისტალური და ქარსიანი ფიქლები და სხვ) ქანებში. დამახასიათებელი მინერალია გრეიზენებისათვის.

საბადოები. საქართველოში მუსკოვიტის საბადოები არ არის. საზღვარგარეთის ქვეყნებიდან აღსანიშნავია: რუსეთის (კარელია, იაკუტია, საიანები), ინდოეთის (ბენგალი, მადრასი), ბრაზილიის, არგენტინის, ირლანდიის, აშშ (ვირჯინიის, სამხრეთ დაკოტას შტატები), კანადის, ნორვეგიის საბადოები.

შეცვლა. ეკზოგენურ პირობებში მუსკოვიტი მდგრადი მინერალია. ჰიდრატაციის ხარჯზე ჩნდება ჰიდროქარსები და კაოლინიტი.

გამოყენება. თერმო- და ელექტროსაიზოლაციო თვისებების გამო ფურცლოვანი მუსკოვიტი ფართოდ გამოიყენება როგორც საიზოლაციო მასალა ელექტრომოწყობილობების დასამზადებლად. გამოიყენება რადიოტექნიკაში. მუსკოვიტის გამჭირვალე ფირფიტებს ხმარობენ სამზარეულო და ტექნიკური ღუმელების ფანჯრებში. იყენებენ: მეტალურგიულ, ქიმიურ და კერამიკულ მრეწველობაში, ქაღალდის, ავტომობილის საბურავების, ასაფეთქებელი ნივთიერების, საცხები მასალის, ცეცხლგამძლე საღებავების დასამზადებლად და სხვა.

ფლოგოპიტი, $KMg_3[AlSi_3O_{10}][OH\ F]_2$ Phlogopit.

სახელწოდება. სახელი დაერქვა მისი ზოგიერთი ნიმუშისათვის დამახასიათებელი მოწითალო ფერის გამო (ბერძ.''ფლოგოს'' — ცეცხლოვანი, კაშკაშა).

ქიმიზმი. ფლოგოპიტის შედგენილობა იშვიათად პასუხობს მის თეორიულ ფორმულას. მინერალის სტრუქტურაში შეიძლება ადგილი ჰქონდეს K-ის მცირე რაოდენობით ჩანაცვლებას Na, Ba, Rb-ით, ხოლო Mg-ის Fe^{2+}-ით. ადგილი აქვს ასევე [OH]-ის F-ით ჩანაცვლებას; ფლოგოპიტი გაღარიბებულია რკინით.

სინგონია, სიმეტრიის კლასი, სივრცობრივი ჯგუფი. მონოკლინური. პრიზმის კლასი. L^2 PC; 2/m.

კრისტალოგრაფია. ჩვეულებრივ განვითარებულია სვეტისებრი და მოკლე ფსევდოჰექსაგონური ფირფიტისებრი კრისტალების სახით — ვერტიკალურ წახნაგზე ნათლად გამოხატული უხეში განივი შტრიხებით. გვხვდება ქერცლოვანი და ფურცლისებრი აგრეგატების სახით. ზოგიერთი ფლოგოპიტისათვის დამახასიათებელია ასტერიზმის მოვლენა, რაც შემდეგში მდგომარეობს: თუ ფლოგოპიტის ფირფიტებს გავახურებთ და ალის სინათლეზე შევხედავთ, შევამჩნევთ ნათელ ექვსქიმიან ვარსკვლავის გამოსახულებას. როგორც ვარაუდობენ, მინერალში ასტერიზმის მოვლენა შეიძლება გამოწვეული იყოს რუტილის ან ტურმალინის უწვრილესი ორიენტირებული ნემსისებრი ჩანართების არსებობით. ფლოგიპიტის კრისტალები ღუნვადია და არ არის დრეკადი. ახასიათებს მრჩობლები ქარსის კანონით (001)-ის მიმართ. ქმნის ფსევდომორფოზებს რქატყუარისა და სკაპოლიტის მიმართ.

ფიზიკური თვისებები:

ფერი თეთრი, მუქი მურა (სქელ ფირფიტებში), ყვითელი, იშვიათად უფერო, მომწვანო, ყავისფერი, ვერცხლისებრი, ღია მწვანე, მოყვითალო-ყავისფერი.

ხაზის ფერი თეთრი.

ელვარება მინისებრი, ტკეჩვადობის სიბრტყეზე — სადაფისებრი.

ტკეჩვადობა (001) ფრიად სრული, (010) და (110) მიმართ არასრული.

სიმაგრე 2.5—3.

ხვედრითი წონა 2.8—3.

მსხვრევადია. ახასიათებს დიდი ელექტროიზოლატორული თვისებები.

დიაგნოსტიკური ნიშნები. ადვილად გამოიცნობა ქარსის მსგავსი ტკეჩვადობით, მოყვითალო-ყავისფერი ფერით. მიაგავს მუსკოვიტს და ბიოტიტს. მუსკოვიტისაგან განსხვავდება მჟავებში ხსნადობით (განსაკუთრებით H_2SO_4), ბიოტიტისაგან — ნათელი ფერებით.

წარმოშობა. ფლოგოპიტი არის კონტაქტ-მეტასომატური (სკარნული) წარმოშობის მინერალი ფორსტერიტთან, ეპიდოტთან, ტრემოლიტთან, კალციტთან და აპატიტთან ასოციაციაში. გვხვდება ზოგიერთ Mg-ით მდიდარ მეტამორფიზებულ კირქვებში, დოლომიტებში, კრისტალურ ფიქლებსა და ულტრაფუძე ქანებში (არის კიმბერლიტების დამახასიათებელი მინერალი).

საბადოები. საქართველოში ფლოგოპიტის საბადოები არ არის. საზღვარგარეთის ქვეყნებიდან სამრეწველო მნიშვნელობის საბადოებია: რუსეთში (ბაიკალისპირეთი, ურალი), აშშ(ნიუ-იორკის შტატი), შვეციაში, კანადაში, სამხრეთ აფრიკის კავშირში, ინდოეთში, მადაგასკარზე და სხვ.

გამოყენება. ისეთივე გამოყენება აქვს, როგორიც მუსკოვიტს. მათგან ძირითადი — ელექტრომრეწველობაში ელექტროიზოლატორების დასამზადებლად.

ბიოტიტი, $K(Fe,Mg)_3[AlSi_3O_{10}][OH,F]_2$ Biotit

სახელწოდება. სახელი დაერქვა ფრანგი მინერალოგის და ფიზიკოსის, ჟ. ბიოს პატივსაცემად.

ქიმიზმი. ბიოტიტის შედგენილობა იშვიათად პასუხობს თეორიულ ფორმულას. მინერალის სტრუქტურაში K შეიძლება ჩაანაცვლოს: Ca, Na, Ba, Rb, Cs; იზომორფიზმი ხორციელდება Si და Al შორის; Mg და Fe^{2+} შორის.

ნაირსახეობა: ლეპიდომელანი — შავი ფერის მაგნიუმით გაღარიბებული და რკინით გამდიდრებული ბიოტიტი. დამახასიათებელია ტუტე ქანებისათვის.

სინგონია, სიმეტრიის კლასი, სივრცობრივი ჯგუფი. მონოკლინური. პრიზმის კლასი. L^2PC; 2/m.

კრისტალოგრაფია. გვხვდება ფირფიტისებრი, სვეტისებრი და მოკლე პრიზმული კრისტალების სახით — დამახასიათებელი პსევდოჰექსაგონური კვეთებით. ჩვეულებრივ ქმნის ქერცლისებრ და ფურცლისებრ აგრეგატებს. ახასიათებს ეპიტაქსიალური შენაზარდები ალბიტთან და მრჩობლები ქარსის კანონით (001) მიმართ. ცალკეული ფირფიტები ღუნვადია, მაგრამ არ არის დრეკადი.

ფიზიკური თვისებები:

ფერი შავი, იშვიათად რუხი, მუქი მწვანე, ზოგჯერ ნაცრისფერი, მოწითალო, ბაცი მოყვითალო, ლურჯი-მომწვანო.

ხაზის ფერი თეთრი, რუხი, ყავისფერი.

ელვარება მინისებრი, ტკეჩვადობის სიბრტყეზე — სადაფისებრი.

ტკეჩვადობა (001) მიმართ ფრიად სრული; (010) და (110) მიმართ — არასრული.

სიმაგრე 2.5—3.

ხვედრითი წონა 2.8—3.2.

დიაგნოსტიკური ნიშნები. ადვილად გამოიცნობა მუქი ფერებით, იდეალური ტკეჩვადობით, კრისტალთა ფორ-

მებით, მდუღარე კონცენტრირებულ H_2SO_4 ძნელად ხსნადობით, სქელ ფირფიტებში გაუმჭვირვალობით. თხელ ფურცელში შუქგამტარობით.

ბიოტიტი ძალიან ჰგავს ფლოგოპიტს. მისგან განსხვავება მხოლოდ ოპტიკური და რენტგენოსტრუქტურული ანალიზებით შეიძლება.

წარმოშობა. ბიოტიტი ენდოგენური წარმოშობის მინერალია. არის სხვადასხვა შედგენილობის მაგმური ქანების (გრანიტები, გრანიტული პეგმატიტები, რიოლითები, დიორიტები, ანდეზიტები, გაბროები, პერიდოტიტები და სხვ.) მთავარი შემადგენელი მინერალი — მუსკოვიტთან ერთად. მეტამორფულ ქანებში ჩნდება ტემპერატურისა და წნევის ცვალებადობის ფართო დიაპაზონის პირობებში; ძირითადი ქანმშენი მინერალია რქაულებში, კრისტალურ ფიქლებსა და გნეისებში.

საბადოები. ბიოტიტის საბადოები საქართველოში არ არის. საზღვარგარეთის ქვეყნებიდან ცნობილი საბადოებია: რუსეთში (ურალი, ბაიკალისპირეთი), იტალიაში, გრენლანდიაში, სკანდინავიაში (ევიეს პეგმატიტებში აღმოჩენილ იქნა 7 $მ^2$ ზომის ბიოტიტის ფირფიტა) და სხვა მრავალ ქვეყანაში.

შეცვლა. ზედაპირზე ბიოტიტი ადვილად იშლება (იფიტება), მის ხარჯზე ჩნდება რკინის ჰიდროჟანგები. ზღვიურ ნალექებში ბიოტიტი განიცდის ჰალმიროლიზის პროცესს, რის შედეგად თანდათან გადადის გლაუკონიტში და Fe^{3+}-ის ჰიდროჟანგებში.

გამოყენება. არ არის პრაქტიკულად საინტერესო მინერალი; Fe შემცველობის გამო არ გამოიყენება დიელექტრიკად. ზოგჯერ ბიოტიტისაგან იღებენ რუბიდიუმსა და ცეზიუმს.

ლეპიდოლიტი, $K[Li,Al]_{2-3}[(Al\,Si_3O_{10}[OH]_2$, Lepidolith

სახელწოდება. სახელი დაერქვა კრისტალების ქერცლოვანი აგებულების გამო (ბერძ. ''ლეპიდოს''— ქერცლი, ''ლითოს''— ქვა).

ქიმიზმი. Li_2=3.7%. მინარევების სახით შეიცავს: Rb, Cs, Na, K; ეს უკანასკნელი ნაწილობრივ შეიძლება ჩაინაცვლოს Na, Rb, Cs.-ით, Si^{4+}-Al^{3+}-ით იშვიათად Mg — Li-ის ან Al იონებით.

სინგონია, სიმეტრიის კლასი, სივრცობრივი ჯგუფი. მონოკლინური. პრიზმის კლასი. L^2 PC; 2/m.

კრისტალოგრაფია. გვხვდება თხელი ფირფიტისებრი ფსევდოჰექსაგონური კრისტალების სახით (ტაბ.8.9.). ახასიათებს საშუალო და წვრილქერცლოვანი, ფურცლისებრი და ფარულკრისტალური აგრეგატები. იშვიათად ქმნის დრუზებს და ფსევდომორფოზებს მუსკოვიტის მიმართ. ლეპიდოლიტის ცალკეული ქერცლები მოქნილიცაა და დრეკადიც.

ფიზიკური თვისებები:

ფერი თეთრი, ვარდისფერი, იისფერი, უფერო, ღია ვარდისფერი, იასამნისფერი, ზოგჯერ ატმისფერი (მანგანუმის მინარევების გამო).

ხაზის ფერი უფერო.

ელვარება მინისებრი, ტკეჩვადობის სიბრტყეზე სადაფისებრი.

ტკეჩვადობა (001) მიმართ ფრიად სრული, (110) და (010) მიმართ სუსტი.

სიმაგრე 2.5 (ტკეჩვადობის სიბრტყეზე), 4 (ტკეჩვადობის სიბრტყის მართობულად).

ხვედრითი წონა 2.8—2.9.

დიაგნოსტიკური ნიშნები. ადვილად გამოიცნობა ვარდისფერი ან იასამნისფერი ფერებით, იდეალური ტკეჩვადობით, მჟავეებში უხსნადობით. მიაგავს მუსკოვიტს.

მისგან განსხვავდება ლითიუმის შემცველობით და ოპტიკური თვისებებით.

ნარმოშობა. ლეპიდოლიტი შედარებით იშვიათი მინერალია. არის ლითიუმიანი გრანიტული პეგმატიტების ძირითადი ქანმაშენი მინერალი — ვარდისფერ და მწვანე ტურმალინებთან, ტოპაზთან, სპოდუმენთან, მუსკოვიტთან, ბერილთან, ფლუორიტთან ასოციაციაში. ჩნდება ბიოტიტისა და ფლოგოპიტის შეცვლის ხარჯზე. იშვიათად გვხვდება პნევმატოლითურად შეცვლილ მჟავე ქანებში (გრეიზენებში).

საბადოები. საქართველოში ლეპიდოლიტის საბადოები არ არის. საზღვარგარეთის ქვეყნებიდან ცნობილია: რუსეთში (ურალი, ბაიკალისპირეთი), ავღანეთში, ჩეხოსლოვაკიაში, სამხრეთ აფრიკაში, ინდოეთში, შვედეთში, კანადაში, შვეიცარიაში, აშშ (მენისა და კალიფორნიის შტატები) და სხვ.

გამოყენება. არის Li მიღების წყარო. იყენებენ Li მარილებისა და პრეპარატების მისაღებად. ხმარობენ თერმომდგრადი და სპეციალური ოპტიკური მინების დასამზადებლად.

წყლიანი სილიკატები და ალუმოსილიკატები სამშრიანი პაკეტებით

ჰიდროქარსების ჯგუფი

ჰიდროქარსების ჯგუფს მიეკუთვნება ჰიდრატირებული შრეებრივი სილიკატები. მას უჭირავს გარდამავალი მდგომარეობა საკუთრივ ქარსებსა და მონტმორილონიტური ტიპის თიხების მინერალებს შორის. ხასიათდება რთული და მეტად ცვალებადი შედგენილობით. ქარსებისაგან განსხვავებით გამოირჩევა ტუტეების მცირე და წყლის გაზრდილი შემცველობით, ტეტრაედრულ კოორდინაციაში Si

და Al შორის რაოდენობრივ თანაფარდობათა დამოკიდებულებით, K-ის ნაწილობრივი ჩანაცვლებით Ca, Mg, (H_2O) ან Mg $(OH)_2$ ჰიდრატირებული იონებით. ჰიდროქარსების დიდი უმრავლესობა წარმოადგენს თიხებისა და სხვა ტიპის დანალექი ქანების მთავარ ქანმაშენ მინერალს. წარმოიშობა მაგმური ქანებისა და პეგმატიტების გამოფიტვის პროცესში, ზოგიერთი მათგანი — ზღვის წყალში კოლოიდური ხსნარებიდან.

ვერმიკულიტი, $(Mg,Fe,Al)_3[(Al,Si)_4O_{10}][OH]_2 4H_2O$ Vermikulit

სახელწოდება. სახელი დაერქვა გახურებისას ფირფიტების ჭიაყელას მსგავს უწვრილეს ბოჭკოებად დაშლის გამო (ლათ. ''ვერმიკულუს'' — ჭიაყელა).

ქიმიზმი. მინერალის შედგენილობა არასოდეს არ პასუხობს მის თეორიულ ფორმულას. ის მნიშვნელოვნად ცვალებადობს მოლეკულური წყლის შემცველობის ცვალებადობის შესაბამისად. მინარევების სახით თითქმის ყოველთვის შეიცავს: Al^{3+}, Fe^{2+}, Fe^{3+}, Mn^{2+}, Ti^{4+}, Ni-ს. ვერმიკულიტის კრისტალურ სტრუქტურაში პაკეტებს შორის განლაგებულია Mg ჰიდრატაციული იონები.

სინგონია, სიმეტრიის კლასი, სივრცობრივი ჯგუფი. მონოკლინური. დიედრული უღერძო P; m.

კრისტალოგრაფია. ვერმიკულიტის კრისტალების გარეგნული ჰაბიტუსი ძირათადად განპირობებულია იმ მინერალის იერით, რომლის ხარჯზეც ის ჩნდება. ჩვეულებრივ გვხვდება ფირფიტისებრი და ქერცლოვანი აგრეგატებისა და წვრილდისპერსული მასების სახით. ახასიათებთ ფსევდომორფოზები ბიოტიტისა და რკინიანი ფლოგოპიტის მიმართ.

ფიზიკური თვისებები:

ფერი თეთრი, მურა, ოქროსფერ ყვითელი, თითბრისებრ ყვითელი, რუხი ყავისფერი, ზოგჯერ უფეროც.

ხაზის ფერი ოქროსებრ ყვითელი, თეთრი.

ელვარება სადაფის, მინისებრი, ცხიმისებრი, ნახევრად მეტალოიდური.

ტკეჩვადობა (001) მიმართ ფრიად სრული.

სიმაგრე 1—1.5.

ხვედრითი წონა 2.4.

დიაგნოსტიკური ნიშნები. 250-300^0 C^0 სწრაფი გახურების შემთხვევაში ვერმიკულიტი მომენტალურად ფუვდება და პირველსაწყის მოცულობასთან შედარებით დაახლოებით 20—30%-ით მატულობს. გამომწვარი ვერმიკულიტი ძალიან მსუბუქია, წყალში ტივტივებს, გახურებისას გრძელ ჭიის მსგავს ფორმის ძაფებად ან ჩხირებად იშლება.

წარმოშობა. ვერმიკულიტი არის ფლოგოპიტისა და ბიოტიტის გამოფიტვისა და ჰიდროთერმული შეცვლის პროდუქტი. ძირითადად მონაწილეობს ულტრაფუძე ქანების მეტასომატური გარდაქმნის გზით წარმოშობილ ბიოტიტიან და ფლოგოპიტიან ძარღვებში.

საბადოები. ვერმიკულიტის საბადოები საქართველოში არ არის. საზღვარგარეთის ქვეყნებიდან ცნობილია რუსეთში, უკრაინაში, აშშ (მონტანას შტატი), ავსტრალიაში და სხვ.

გამოყენება. გამომწვარი ვერმიკულიტი არის სითბოსა და ხმის საიზოლაციო ნედლეული. გამოიყენება როგორც დანამატი ცემენტზე, საბათქაშე საქმეში — ორთქლსადენი მილებისა და ღუმელების კედლების შესალესად, თვითმფრინავებსა და სპეციალურ ლაბორატორიებში, როგორც ხმის მშთანთქმელი მასალა. გაფუებულ ვერმიკულიტს უმატებენ ნიადაგს — ხარისხის გაუმჯობესების მიზნით.

გლაუკონიტი, $(K,Na)(Fe,Mg,Al)_2[(Al,Si)_4O_{10}][OH]_2$ Glaukonit

სახელწოდება. სახელი დაერქვა მისი ზოგიერთი ნიმუშის მოცისფრო-მწვანე შეფერილობის გამო (ბერძ. ''გლაუკოს'' მოცისფრო- მწვანე, მოლურჯო-მწვანე).

ქიმიზმი. K_2O=4-9%, გლაუკონიტი არ ხასიათდება მუდმივი შედგენილობით. იზომორფული მინარევების სახით მონაწილეობენ Na და Ca.

სინგონია, სიმეტრიის კლასი, სივრცობრივი ჯგუფი. მონოკლინური. პრიზმის კლასი. L^2PC; 2/m.

კრისტალოგრაფია. იშვიათად ქმნის პრიზმული და ნემსისებრი იერის კრისტალებს. ჩვეულებრივ გვხვდება ფურცლისებრი, ბოჭკოვანი, თირკმლისებრი, სფეროსებრი აგრეგატების, მკვრივი, ფხვიერი მიწისებრი მასებისა და უსწორმასწორო მარცვლების სახით. თანამედროვე ნალექებში ცნობილია ლაუკონიტის ფსევდომორფოზები მცირე ზომის ზღვის ორგანიზმების მიმართ.

ფიზიკური თვისებები:

ფერი მწვანე, ზეთისხილისებრ-მწვანე, ბალახისებრ-მწვანე, მოცისფრო-მწვანე, მომწვანო-ლურჯი შავი.

ხაზის ფერი მწვანე.

ელვარება მკრთალი, მინისებრი, ცვილისებრი.

ტკეჩვადობა (001) მიმართ.

სიმაგრე 2.

ხვედრითი წონა 2.5—2.8.

დიაგნოსტიკური ნიშნები. ადვილად გამოიცნობა დაბალი სიმაგრით, ფერით, HCl ადვილად ხსნადობით. ძალიან მიაგავს ქლორიტებს, რომელთაგან განსხვავება მხოლოდ ქიმიური ანალიზების დახმარებით არის შესაძლებელი.

წარმოშობა. გლაუკონიტი არის ტიპური, აუტიგენური ზღვიური და ოკეანური წარმოშობის მინერალი. ჩნდება სანაპირო ზონაში მცირე სიღრმეებზე — ალუმოსილიკატებისა და რკინის შემცველი შლამის დიაგენეტური

გარდაქმნის გზით. იშვიათად ჩნდება ფუძე ქანების ხარჯზე — მათი ცივი ჰიდროთერმული ხსნარებით გარდაქმნის გზით. ხშირად ასრულებს ცემენტის როლს ქვიშაქვებში. ცნობილია ბიოგენური წარმოშობის გლაუკონიტიც. გვხვდება უსწორმასწორო ფორმის მარცვლების სახით თიხიან, თიხა-კარბონატულ ქანებში — განსაკუთრებით ქვიშაქვებში, კირქვებსა და მერგელებში. ქმნის ე.წ. გლაუკონიტიან ქვიშაქვებს.

საბადოები. საქართველოში გლაუკონიტის საბადოები არ არის. გლაუკონიტიანი ქვიშაქვები ცალკეული იზოლირებული გამოსავლების სახით გვხვდება ცარცული ასაკის ნალექებში ქუთაისთან ახლოს (სოფ. გოდოგანი). საზღვარგარეთის ქვეყნებიდან ცნობილია: ყაზახეთში, უკრაინაში, რუსეთში, საფრანგეთში, საბერძნეთში, აშშ (კოლორადოს შტატი), ავსტრიაში, გერმანიაში და სხვ.

შეცვლა. ეკზოგენურ პირობებში გლაუკონიტი არამდგრადი მინერალია. მისი შეცვლის პროდუქტებია რკინისა და სილიციუმის ჰიდროჟანგები. გარდაქმნის პროცესს ხშირად უკავშირდება მურა რკინაქვის საბადოების ფორმირება.

გამოყენება. გლაუკონიტი წარმოადგენს კალიუმის სასუქს. გამოიყენება ხისტი წყლების დასარბილებლად. იყენებენ ბუნებრივი მწვანე იაფფასიანი საღებავების დასამზადებლად, შაქრის, ლუდის ხარშვისა და საფეიქრო მრეწველობაში; შემცველი ნალექების K-Ar მეთოდით დასათარიღებლად და სხვ.

მონტმორილონიტის ჯგუფი

მონტმორილონიტი (სინ. ბენტონიტი, მათეთრებელი თიხა, სამაუდე თიხა, გუმბრინი, ასკანიტი, ფლორიდინი), $(Na, Ca)_{0,33}(Al, Mg)_2[Si_4O_{10}][OH]_2 \cdot nH_2O$. Montmorillonit.

სახელწოდება. სახელი დაერქვა აღმოჩენის ადგილის — ''მონტმორილონეს'' მიხედვით (საფრანგეთი).

ქიმიზმი. მინერალის შედგენილობა ახლოსაა მის თეორიულ ფორმულასთან. მდიდარია ალუმინით. მინარევების სახით თითქმის ყოველთვის შეიცავს CaO, MgO. შედის ე.წ.ბენტონიტური თიხების ჯგუფში. ამ უკანასკნელებისათვის დამახასიათებელია გაფუების ძლიერი ხარისხი და შრეთა შორის წყლის დიდი რაოდენობით არსებობა. მონტმორილონიტში ფართოდ არის წარმოდგენილი იზომორფიზმი Mg^{2+}-სა და Fe^{2+} შორის, Al^{3+}-სა და Fe^{3+}, Cr^{3+} შორის. მონტმორილონიტს აქვს სხვადასხვა იონების (განსაკუთრებით კათიონების) ადსორბციისა და იონთა გაცვლის დიდი უნარი.

ნაირსახეობა: ნონტრონიტი — მომწვანო-ყვითელი ფერის რკინით მდიდარი მონტმორილონიტი, წარმოიშობა ალუმინის რკინით, მთლიანი ან ნაწილობრივი, ჩანაცვლების გზით.

სინგონია, სიმეტრიის კლასი, სივრცობრივი ჯგუფი. მონოკლინური. პრიზმის კლასი. L^2PC; 2/m.

კრისტალოგრაფია. ჩვეულებრივ წარმოდგენილია მკვრივი, მიწისებრი მასების სახით; ქმნის წმინდა დისპერსულ, ფარულკრისტალურ და ფირფიტისებრ აგრეგატებს.

ფიზიკური თვისებები:

ფერი ჩვეულებრივ რუხი, შეიძლება იყოს თეთრი, მონაცრისფრო, ყვითელი, ვარდისფერი, მომწვანო, კამეჩის ტყავის ფერი.

ხაზის ფერი თეთრი.

ელვარება მკრთალი, ცხიმისებრი.

ტკეჩვადობა (001) მიმართ ფრიად სრული (მაკროსკოპულად არ ჩანს).

სიმაგრე 2—2.5.

ხვედრითი წონა. 2.0-2.7 (მცირდება წყლის შემცველობის ზრდის შესაბამისად).

დიაგნოსტიკური ნიშნები. მონტმორილონიტს აქვს თიხის იერი. 200° C გახურებისას კარგავს წყლის დიდ ნაწილს, 400-450° C გახურებისას ნარჩენ წყალს; შეხებისას ცხიმოვანია, წყალში ფუვდება. სველ მდგომარეობაში აქვს ''თიხის სუნი''. წყალთან ქმნის ფირფიტისებურ მასებს, ფუვდება და მოცულობაში მატულობს 10—15%-ით. მონტმორილონიტის ზუსტი დიაგნოსტიკა რენტგენოსტრუქტურული და ქიმიური ანალიზების გარეშე შეუძლებელია.

წარმოშობა. არის ტიპური ეკზოგენური წარმოშობის მინერალი. ჩნდება ტუტე გარემოს პირობებში — ძირითადად ვულკანური ფერფლის, ტუფებისა და ფუძე მაგმური ქანების (გაბრო, დიაბაზი და სხვ) გამოფიტვის ზონაში. იშვიათად გვხვდება ტუტე ქანების გამოფიტვის ქერქშიც. ხშირად შეიცავს დედა ქანებისა და მინერალების — პიროქსენების, ამფიბოლების, მინდვრის შპატების ნატეხებს. მონტმორილონიტი წარმოადგენს ბენტონიტური თიხების ძირითად შემადგენელ მინერალს. გავრცელებულია დანალექი წარმოშობის მონტმორილონიტიც.

საბადოები. საქართველოში მონტმორილონიტის მსოფლიო მნიშვნელობის საბადოებია დასავლეთ საქართველოში (წყალტუბოსა და ოზურგეთის რაიონებში — შესაბამისად გუმბრინისა და ასკანის საბადოები). საზღვარგარეთის ქვეყნებიდან — რუსეთში (ნალჩიკი, ყირიმი და სხვ), თურქმენეთში, საფრანგეთში, ესპანეთში, სლოვაკიაში, აშშ (ფლორიდისა და ჯორჯიის შტატები) და სხვ.

გამოყენება. მონტმორილონიტი გამოიყენება როგორც მათეთრებელი მასალა საფეიქრო მრეწველობაში — მატყლის, აბრეშუმისა და ბამბეულისაგან ცხიმებისა და ზეთების მოსაცილებლად. ხმარობენ კოსმეტიკის, საპნის, რეზინის, კერამიკულ და ქაღალდის მრეწველობაში, წყლის, ღვინის, საკვების და ნავთობპროდუქტების გასაწმენდად. შეიძლება გამოყენებულ იქნეს როგორც მსუბუქი ბეტონის შემავსებელი და თიხების საყალიბე მასის შედგენილობაში. გამოიყენება კბილის პასტის, სამკურნალო აბის დასამზადებლად (კუჭ-ნაწლავისათვის როგორც ბაცილებისა და მავნე ნივთიერებების ადსორბენტი) და სხვ. მონტმორილონიტი გაფუების თვისების გამო ხშირად იწვევს სერიოზულ გართულებებს მშენებლობაში. გრუნტის ამოღებისას მონტმორილონიტის შემცველი ქანები აუცილებლად უნდა იქნეს მოცილებული.

ბეიდელიტი, $Al_2[(Al,Si)_4O_{10}][OH]_8 \cdot 4H_2O$. Beidellit

სახელწოდება. მინერალს სახელი დაერქვა ადგილის — ბეიდელიას (აშშ, კოლორადოს შტატი) მიხედვით.

ქიმიზმი. აბსოლუტურად სუფთა ბეიდელიტი იშვიათია. შეიცავს Fe, Cr, Ni მინარევებს.

ნაირსახეობები. ფერი ბეიდელიტი (Fe_2O_3 7%-მდე), ქრომბეიდელიტი (Cr_2O_3 5%-მდე).

სინგონია, სიმეტრიის კლასი, სივრცობრივი ჯგუფი. მონოკლინური. პრიზმის კლასი. L^2 PC; 2/m.

კრისტალოგრაფია. კრისტალების სახით იშვიათია. ძირითადად წარმოდგენილია ფარულკრისტალური, მიწისებრი, თმისებრი და ბამბისებრი აგრეგატების სახით.

ფიზიკური თვისებები:

ფერი. მოთეთრი მოყვითალო და მოწითალო ელფერით.

ხაზის ფერი თეთრი.

ელვარება ცვილისებრი.

ტკეცჩვადობა (001) მიმართ ფრიად სრული.

სიმაგრე 1.5.

ხვედრითი წონა 2.5 (იცვლება ჰიდრატაციის ხარისხის შესაბამისად).

მონატეხი სწორი (აგრეგატებისათვის).

დიაგნოსტიკური ნიშნები. ადვილად გამოიცნობა ნესტიან მდგომარეობაში დამახასიათებელი თიხის სუნით, წყალში გაფუების მაღალი ხარისხით (მოცულობაში იმატებს 10-ჯერ), შეხებისას ცხიმოვანია.

წარმოშობა. ჩნდება მადნეული საბადოების დაჟანგვისა და ფუძე და ულტრაფუძე ქანების გამოფიტვის ზონებში; ზოგჯერ გვხვდება როგორც ვულკანური ფერფლის შეცვლის პროდუქტი.

საბადოები. საქართველოში ბეიდელიტის საბადოები არ არის. მსოფლიო მნიშვნელობის საბადოებია აშშ (ბეიდელის საბადო), უკრაინაში და სხვ.

ქრიზოკოლა, $Cu_4H_4[Si_4O_{10}][OH]_8$ Chrisokolla

სახელწოდება. შორეულ წარსულში მას იყენებდნენ ოქროს ნაკეთობების შესარჩილავად (ბერძ. ''ქრიზოს''— ოქრო; ''კოლა'' — წებო).

ქიმიზმი. ქრიზოკოლას შედგენილობა ფართო საზღვრებში იცვლება: Cu=32.4%-42.8%-მდე, SiO_2=37.9-42.5%, H_2O= 12-18%. მინარევების სახით შეიცავს Al_2O_3, Fe_2O_3-ს. აღინიშნება სპილენძის იზომორფული ჩანაცვლების მოვლენები სპილენძისა ალუმინით ან რკინით.

სინგონია. რენტგენოამორფულია.

კრისტალოგრაფია. კრისტალების სახით არც კი გვხვდება. არის ფარულკრისტალური ოპალის მსგავსი ამორფული ნივთიერება, თუმცა ქრიზოკოლას დეფექტურ

სტრუქტურაში კრისტალური მასალის ნაწილობრივი არსებობა მიუთითებს [Si_2O_5] შრის არსებობაზე. ჩვეულებრივ განვითარებულია წანაცხებების, ქერქების, მინისებრი და თირკმლისებრი მკვრივი მასიური აგრეგატების სახით. ქმნის ფსევდომორფოზებს მალაქიტის, აზურიტის, კალციტისა და ცერუსიტის მიმართ.

ფიზიკური თვისებები:

ფერი ცისფერი, მწვანე, მოცისფრო მწვანე, ზურმუხტისებრ მწვანე, ცისფერი ლურჯამდე. რკინით გაჭუჭყიანების შემთხვევაში შეიძლება გახდეს ყავისფერი ან შავი.

ხაზის ფერი მომწვანო-თეთრი ან თეთრი. არის ცისფერიც.

ელვარება მინისებრი, ცვილისებრი.

ტკეჩვადობა არ აქვს.

სიმაგრე 2—4.

ხვედრითი წონა 2.0—2.3.

მონატეხი უსწორო, ნიჟარისებრი.

დიაგნოსტიკური ნიშნები. ადვილად გამოიცნობა მწვანე ან ცისფერი ფერით, გარეგნული იერით და ნიჟარისებრი მონატეხით. იჭრება დანით საკმაოდ ადვილად. მიაგავს ფირუზს, რომლისაგან დაბალი სიმაგრით განსხვავდება (ზუსტი დიაგნოსტიკა საჭიროებს ქიმიურ ანალიზებს). მიაგავს მალაქიტს—მისგან განსხვავებით ქრიზოკოლაზე HCl მოქმედებისას ბუშტულები არ ჩნდება.

წარმოშობა. ქრიზოკოლა არის მეორადი მინერალი. ჩნდება სპილენძისა და სპილენძის შემცველი საბადოების ჟანგვის ზონაში — აზურიტთან, მალაქიტთან, თაბაშირთან, ოპალთან და რკინის ჟანგებთან ასოციაციაში.

საბადოები. საქართველოში ქრიზოკოლას საბადოები არ არის. საზღვარგარეთის ქვეყნებიდან ცნობილია: ყაზახეთში (ჯეზყაზგანის სპილენძის საბადო), ჩილეში, აშშ (არიზონას, ნიუ-მექსიკის შტატები), ინგლისში, აფრიკაში (ბელგიის კონგო) და სხვ.

გამოყენება. არის სპილენძის მეორეხარისხოვანი მადანი, სპილენძის შემცველი მინერალების საძიებო ნიშანი. კარგი შეფერილობის მასიურ ქრიზოკოლას იყენებენ დეკორატიული და სანახელაო მიზნებისათვის.

სილიკატები და ალუმოსილიკატები მრავალშრიანი პაკეტებით— დამატებითი ანიონებით

ქლორიტების ჯგუფი

ქლორიტების ჯგუფის მინერალები წარმოადგენს Mg^{2+}, Fe^{2+}, Al^{3+}-ის შრეებრივ წყლიან ალუმოსილიკატებს. ზოგჯერ მინარევების სახით შეიცავს $Ni^{3,+}$ Fe^{3+} და Cr^{3+}. არ შეიცავს Na, K და Ca-ს. აღნიშნულ ჯგუფში გაერთიანებულია 25-მდე მინერალი, რომელთაც ბევრი საერთო აქვთ ქარსების ჯგუფის მინერალებთან. ქლორიტების ჯგუფის მინერალები იმდენად ემსგავსება ერთმანეთს წარმოშობის პირობებით, ფიზიკური, ქიმიური და კრისტალოგრაფიული თვისებებით, რომ მათი ერთმანეთისაგან გარჩევა ხშირად სპეციალური ლაბორატორიული კვლევების გარეშე შეუძლებელია.

ქლორიტების ჯგუფის მინერალებში ფართოდ არის წარმოდგენილი იზოვალენტური და ჰეტეროვალენტური იზომორფიზმის მოვლენები: Mg^{2+}=Fe^{2+}=Mn^{2+}=Ni^{2+}; Al^{3+}=Fe^{3+} =Cr^{3+}, Si^{4+}=Al^{3+}. კრისტალდება მონოკლინურ სინგონიაში, თუმცა კრისტალების სახით ნაკლებად გვხვდება. იშვიათად ქმნის ჰექსაგონური კვეთის კრისტალებს. ჩვეულებრივ განვითარებულია ფურცლოვანი, ქერცლოვანი, ნემსისებური, სხივოსნური, ფარულკრისტალური აგრეგატების, მასიური მასების, ნადენი ფორმებისა და ოოლითების სახით.

ქლორიტების ჯგუფის მინერალების უმრავლესობისათვის დამახასიათებელია მწვანე ფერი („ქლოროს'' ბერძნულად მწვანეს ნიშნავს), თუმცა მინარევების გამო შეიძლება მიიღონ: თეთრი, მოყვითალო, ვარდისფერი (Cr მინარევის

გამო), ვაშლისებრ მწვანე (Ni მინარევის გამო), იისფერი (Mn მინარევის გამო) და სხვა შეფერილობა. ხშირია ქლორიტების ფსევდომორფოზები ამფიბოლების, ვეზუვიანისა და სკაპოლიტის მიმართ. ქარსების მსგავსად ხასიათდება ფრიად სრული ტკეჩვადობით (001) მიმართ (ადვილად იხლიჩება თხელ ფირფიტებად, ფირფიტები ღუნვადია, მაგრამ არა არის დრეკადი), დაბალი სიმაგრით (2-3), დაბალი ხვედრითი წონით (2.6-2.9), მინისა და სადაფის ელვარებით, საფეხურისებრი მონატეხით (აგრეგატებში ნიჟარისებური).

ქლორიტები ბუნებაში ფართოდ გავრცელებულ მინერალთა ჯგუფს მიეკუთვნება და წარმოადგენს ოლივინის, პიროქსენების, ამფიბოლების, ქარსების, ფლოგოპიტის, გრანატებისა და სხვა Fe და Mg შემცველი მინერალების დაბალტემპერატურული ჰიდროთერმული შეცვლის პროდუქტებს. ქლორიტები დამახასიათებელია მეტამორფული ქანებისათვის, სადაც ისინი წარმოქმნის ქლორიტიან ე.წ. ''მწვანე ფიქლების'' ფაციესის ქანებს—აქტინოლიტთან და ეპიდოტთან ასოციაციაში.

ეკზოგენურ პირობებში ქლორიტების შეცვლის პროდუქტებს წარმოადგენს: კალციტი, მონტმორილონიტი, ჰალუაზიტი, კაოლინიტი, Cr და Ni შემცველი ქლორიტები და სხვა. რკინიანი ქლორიტები (ტიურინგიტი, შამოზიტი) ქმნის რკინის მადნებს. შეფერილობის გამო ქლორიტები შეიძლება გამოყენებულ იქნეს, როგორც Cr და Ni შემცველი მადნების საძიებო ნიშანი.

ქლორიტებს შედგენილობისა და სტრუქტურის ზოგიერთი თავისებურებების მიხედვით ყოფენ: ორთოქლორიტებად (მაგნიუმით მდიდარი) და ლეპტოქლორიტებად (რკინით მდიდარი).

ორთოქლორიტების რიგი

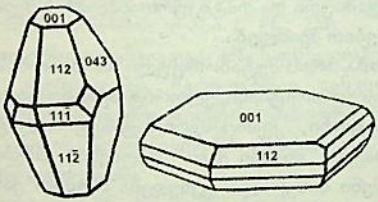
კლინოქლორი (სინ. პენინი). $(Mg,Al)_6[AlSi_3O_{10}][OH]_8$. Clinochlor

სახელწოდება. სახელი დაერქვა აკად. კოკშაროვის მიერ მინერალის მონოკლინურ სინგონიაში დაკრისტალებისა და მწვანე შეფერილობის გამო (ბერძ. ''კლინოს'' —დახრა, ''ხლოროს''—მწვანე).

ქიმიზმი. MgO=17-36%, Al_2O_3=13-21%, SiO_2=28-34.5. მინარევების სახით შეიცავს: Fe^{2+}, Fe^{3+}, Cr, Mn, Ca.

სინგონია, სიმეტრიის კლასი, სივრცობრივი ჯგუფი. მონოკლინური. პრიზმის კლასი. L^2PC; 2/m.

კრისტალოგრაფია. იშვიათად გვხვდება კასრისებრი და სვეტისებრი-პრიზმული იერის კრისტალების სახით (სურ.124). ჩვეულებრივ ქმნის მსხვილ, საშუალო და



სურ. 124. კლინოქლორის კრისტალები

წვრილქერცლოვან ფარულკრისტალურ აგრეგატებს. წარმოდგენილია ფირფიტისებრი, ფურცლისებრი, მინისებური და ფხვნილისებრი მასების სახით. ახასიათებს დრუზები ეპიდოტთან, დიოპსიდთან, გრანატებთან, კალციტთან, სფენთან ასოციაციაში. კლინოქლორის ცალკეული ფურცლები მოქნილია და უდრეკი. ახასიათებს მრჩობლები (001) მიმართ ქლორიტის კანონით, (001) მიმართ ქარსის კანონით.

ფიზიკური თვისებები:

ფერი ბოთლისებრ მწვანე, ბალახივით მწვანე, ზეთისხილისებრ მწვანე, მოყვითალო, მოლურჯო მწვანე, იშვიათად თეთრი ან ვარდისფერი, იისფერი, შავი.

ხაზის ფერი თეთრი.

ელვარება მინისებრი, ცხიმისებრი, ტკეჩვადობის სიბრტყეზე — სადაფისებრი.

ტკეჩვადობა (001) მიმართ სრული.

სიმაგრე 2—2.5.

ხვედრითი წონა 2.6—2.8.

დიაგნოსტიკური ნიშნები. ადვილად გამოიცნობა ფერით, ქარსისებრი ტკეჩვადობით, დაბალი სიმაგრით (ადვილად იკაწრება ფრჩხილით), მთლიანად იშლება კონცენტრირებულ გოგირდის მჟავაში (ხსნარი იძენს თეთრ ფერს). ძალიან მიაგავს პენინს, რომლისაგან განსხვავება მხოლოდ ქიმიური და ოპტიკური ანალიზის მეთოდების გამოყენებით შეიძლება.

წარმოშობა. არის მეტამორფული წარმოშობის მინერალი. ის არის ქლორიტიანი, ქლორიტ-აქტინოლიტიანი, ტალკ-ქლორიტიანი, კვარც-სერიციტ-აქტინოლიტიანი ფიქლებისა და ''მწვანე ქვის'' ფაციესის ქანების მთავარი ქანმაშენი მინერალი. გვხვდება მაგმურ ქანებშიც, სადაც ის წარმოადგენს ბიოტიტისა Fe და Mg შემცველი სხვა მინერალების მეტამორფიზმის პროდუქტს. ჩნდება ულტრაფუძე ქანების ჰიდროთერმული შეცვლით. გვხვდება ალპური ტიპის ძარღვებში კვარცთან ასოციაციაში. კლინოპიროქსენის წარმოშობის თერმოდინამიკური პირობებია: შედარებით ზომიერი ტემპერატურა, მაღალი წნევა და წყლის არსებობა.

საბადოები. საქართველოში კლინოქლორის საბადოები არ არის. საზღვარგარეთის ქვეყნებიდან ცნობილია: რუსეთში (ირკუტსკის ოლქი, ურალი და სხვ), შვეიცარიაში,

ავსტრიაში, აშშ (პენსინვალიის და ტექსასის შტატები), იტალიაში და სხვ.

შეცვლა. კლინოქლორის შეცვლის პროდუქტია კაოლინიტი.

გამოყენება. კლინოქლორიტიანი ფიქლებისაგან ზოგჯერ იღებენ ფხვნილს, რომელსაც იყენებენ ქაღალდისათვის მეტი ბრწყინვალების შესაძენად.

პროქლორიტი (სინ. რიპიდოლიტი), $(Mg,Fe^{2+},Al)_6[Al_{1,5}Si_{2,5}O_{10}][OH]_8$ Prochlorit

სახელწოდება. მინერალი შესწავლილ იქნა გაცილებით ადრე ყველა დანარჩენ ქლორიტებთან შედარებით. (ბერძ. ''პრო''— წინ).

ქიმიზმი. Al_2O_3=17.52-23.18%, SiO_2=23-27.5%, FeO=5.80—30%, MgO=10.79—31%.

სინგონია, სიმეტრიის კლასი, სივრცობრივი ჯგუფი. მონოკლინური. პრიზმის კლასი. L^2 PC; 2/m.

კრისტალოგრაფია. იშვიათად ქმნის ფსევდოჰექსაგონური იერის კრისტალებს. ჩვეულებრივ განვითარებულია ქერცლისებრი, ფირფიტისებრი, მასიური, სხივოსნური აგრეგატებისა და ფხვიერი მასების სახით.

ფიზიკური თვისებები:

ფერი ბალახივით მწვანე, მომწვანო-შავი.

ხაზის ფერი მომწვანო.

ელვარება მინისებრი, სადაფისებრი.

ტკეცვადობა (001) მიმართ სრული.

სიმაგრე 1.5—2.

ხვედრითი წონა 2.78—2.96.

წარმოშობა. პროქლორიტი არის ქლორიტიანი ფიქლების მთავარი ქანმაშენი მინერალი. ძირითადად გვხვდება ალპური ტიპის ძარღვებში ადულართან და მთის ბროლთან ასოციაციაში. ზოგჯერ პროქლორიტის ფურცლები

და ქერცლები ჩანართების სახით მონაწილეობს კვარცის, მინდვრის შპატების, სფენისა და სხვა მინერალთა კრისტალებში. პროქლორიტის დიდი რაოდენობით არსებობის შემთხვევაში ''პატრონი'' მინერალებიც მუქ მწვანე ფერებად იფერება.

საბადოები. საქართველოში პროქლორიტის საბადოები არ არის. საზღვარგარეთის ქვეყნებიდან ცნობილია: შვეიცარიაში, ავსტრიაში, რუსეთში და სხვ.

გამოყენება. პრაქტიკულად არ არის ფასეული მინერალი.

ლეპტოქლორიტების რიგი

შამოზიტი, $(Fe^{2+}, Mg, Fe^{3+})_6 [Si_3 Al O_{10}][OH]_8$. Chamosit

სახელწოდება. სახელი დაერქვა მისი აღმოჩენის ადგილის მიხედვით (შამუაზონი ადგილია შვეიცარიაში).

ქიმიზმი. FeO=34-42%, SiO_2=22-29%, Al_2O_3=13-20%, MgO=1-4%.

სინგონია, სიმეტრიის კლასი, სივრცობრივი ჯგუფი. მონოკლინური. პრიზმის კლასი. L^2PC; 2/m.

კრისტალოგრაფია. კრისტალების სახით თითქმის იშვიათია. ჩვეულებრივ წარმოდგენილია ოოლითების, კონცენტრულ-ზონალური აგრეგატებისა და მიწისებრი მასების სახით. ასრულებს ცემენტის როლს ქვიშაქვებში ან მიწისებრ მასებში.

ფიზიკური თვისებები:

ფერი მწვანე, მუქი მწვანე, რუხი— შავამდე.

ხაზის ფერი ღია მწვანე, მომწვანო-მონაცრისფრო.

ელვარება მკრთალი, სუსტად მინისებრი.

ტკეჩვადობა (001) მიმართ ფრიად სრული.

სიმაგრე 2—3.

ხვედრითი წონა 3—3.3.

მსხვრევადია.

დიაგნოსტიკური ნიშნები. ადვილად გამოიცნობა ოოლითური აგებულებით, ფერით და ხაზი ფერით. ადვილად იშლება HCl კოლოიდური კაჟმიწის წარმოქმნით.

წარმოშობა. შამოზიტი ჩნდება დანალექი გზით ზღვის სანაპირო ზოლში ჟანგბადის უკმარისობის პირობებში (შამოზიტიანი ფაციესი). ის არის რკინის ოოლითური მადნის ძირითადი მინერალი — ლიმონიტთან, სიდერიტთან, მაგნეტიტთან ასოციაციაში. თანამედროვე ზღიურ ნალექებში თითქმის არ გვხვდება.

საბადოები. საქართველოში შამოზიტის საბადო არ არის. საზღვარგარეთის ქვეყნებიდან ცნობილია რუსეთში (ჩრდილო ურალი, ჩრდილო კავკასია და სხვ), ყაზახეთში, შვეციაში, საფრანგეთში, გერმანიაში, ჩეხოსლოვაკიაში და სხვ.

შეცვლა. ჟანგბადით მდიდარ გარემოში გადადის რკინის ჟანგებსა და ჰიდროჟანგებში.

გამოყენება. არის რკინის ერთ-ერთი ძირითადი მადანი.

ტიურინგიტი, $(Fe^{2+},Mg,Fe^{3+}Al)_2[Al_2Si_2O_{10}][OH,O]_8$ Thuringit

სახელწოდება. სახელი დაერქვა აღმოჩენის ადგილის — ტიურინგიის (გერმანია) მიხედვით.

ქიმიზმი. ტიურინგიტის ქიმიური შედგენილობა მეტად ცვალებადია: FeO=20-39%, Fe_2O_3=7-32%, Al_2O_3=15-25%, SiO_2=19-29%. მინარევების სახით მონაწილეობენ: Ca და Mg.

სინგონია, სიმეტრიის კლასი, სივრცობრივი ჯგუფი. მონოკლინური. პრიზმის კლასი L^2 PC; 2/m.

კრისტალოგრაფია. კრისტალების სახით იშვიათია. ჩვეულებრივ გვხვდება წვრილქერცლოვანი, ფარულკრისტალური, ოოლითებისა და მკვრივი ან ფხვიერი მასების სახით.

ფიზიკური თვისებები:

ფერი ზეთისხილისებრ მწვანე, მომწვანო-შავი, მუქი მწვანე.

ხაზის ფერი მომწვანო-შავი.

ელვარება მკრთალი, სადაფისებრი.

ტკეჩვადობა (001) მიმართ ფრიად სრული ერთი მიმართულებით.

სიმაგრე 2—2.5.

ხვედრითი წონა 3—3.20.

მსხვრევადია.

დიაგნოსტიკური ნიშნები. ადვილად გამოიცნობა დამახასიათებელი ფერით, ხაზის ფერით. იხსნება HCl კაჟმინის ლაბისებრი მასის გამოყოფით. მისი საბოლოო დიაგნოსტიკისათვის აუცილებელია კვლევის ლაბორატორიული მეთოდების გამოყენება.

წარმოშობა. გვხვდება სუსტად მეტამორფიზებულ რკინის დანალექ საბადოებში — მაგნეზიტთან და სიდერიტთან ასოციაციაში. ჩნდება რკინით მდიდარი ქანების ჰიდროთერმული გარდაქმნის გზით. ცნობილია ენდოგენური წარმოშობის ტიურინგიტიც.

საბადოები. საქართველოში ტიურინგიტის საბადოები არ არის. საზღვარგარეთის ქვეყნებიდან ცნობილი საბადოებია: გერმანიაში (ტიურინგია), ყაზახეთში (ყარაჯალის საბადო), ჩეხეთში, ავსტრალიაში, ბავარიაში, აშშ (არკანზასის შტატი) და სხვ.

შეცვლა. ჟანგბადით მდიდარ გარემოში ტიურინგიტი ადვილად გადადის რკინის ჰიდროჟანგებში. მონაწილეობს ''რკინის ქუდების'' აგებულებაში.

გამოყენება. არის რკინის ერთ-ერთი ძირითადი მადანი.

VI ქვეკლასი

კარკასული სილიკატები

კარკასული სილიკატების სტრუქტურა არის რთული და მრავალფეროვანი. კერძოდ, მათ კრისტალურ სტრუქტურებში მონაწილე ანიონური კომპლექსები აგებულია როგორც SiO_4-ის, ისე AlO_4 ტეტრაედრებისაგან. ასე რომ, სტრუქტურის საფუძველს წარმოადგენს უწყვეტი კარკასი დაკავშირებული $(Si,Al)O_4$ ანიონური ტეტრაედრებით. ზოგადი ფორმულა ალუმოსილიციუმჟანგბადოვანი კარკასისა ასეთია $[Al_mSi_{n-m}O_{2n}]_m$. აღნიშნულ ქვეკლასში გაერთიანებული ყველა მინერალი ითვლება ალუმოსილიკატებად, რომლის ანიონურ რადიკალში Si^{4+} იონების ნაწილს იზომორფულად ანაცვლებს Al^{3+} იონები, რის გამოც კარკასი იძენს უარყოფით მუხტს. ანიონური რადიკალის უარყოფითი მუხტის კომპენსირება ხდება მხოლოდ 8 და მასზე მეტი კორდინაციული რიცხვის მქონე K^{1+}, Na^{1+}, Ca^{2+} და Ba^{+} კათიონებით. ალუმოსილიკატებში Si და Al შორის ოდენობითი დამოკიდებულება ფართო საზღვრებში იცვლება და ჩვეულებრივ შეადგენს: 1:1 ან 3:1, რაც პასუხობს სტრუქტურული ერთეულის ფორმულას $[Si_2Al_2O_4]$ ან $[Si_3AlO_8]$. შესაბამისად, კარკასული სილიკატების წარმოქმნის უნარი, შრეებრივი სილიკატებისაგან განსხვავებით, არ გააჩნია მცირე იონური რადიუსისა და 6 კორდინაციული რიცხვის მქონე კათიონებს (Fe, Mg).

ამ ქვეკლასის მინერალებში ადგილი აქვს იზოვალენტური და ჰეტეროვალენტური იზომორფიზმის მოვლენებს: $Ca^{2+}=2Na^{1+}$, $K^{1+}=Na^{1+}$, შესაძლებელია იზომორფიზმი განხორციელდეს Ca^{2+} და Cs^{1+} შორისაც.

კარკასული სილიკატების დიდი ნაწილი წარმოშობით განსხვავებული ქანების (მაგმური, დანალექი, მეტამორფული), მათი პეგმატიტებისა და ზოგჯერ ჰიდროთერმული

ძარღვების ძირითად ქანმაშენ მინერალებს წარმოადგენს. ზედაპირულ პირობებში ადვილად ჰიდრატირდებიან — პროცესი ქარსების, მონტმორილონიტისა და კაოლინიტის წარმოშობით მთავრდება.

კარკასული სილიკატების ქვეკლასი იყოფა: კაჟმიწის, მინდვრის შპატების, ფელდშპატოიდებისა და ცეოლითების ჯგუფებად.

კაჟმიწის ჯგუფი

კაჟმიწის ჯგუფის მინერალებს წარმოადგენს სილიციუმის უანგეულის ნაირსახეობები. მათი წილი მიწის ქერქის საერთო მასის 12,6% შეადგენს. გვხვდება განსხვავებული წარმოშობის თითქმის ყველა ტიპის (მაგმური, დანალექი, მეტამორფული) ქანებში — ძირითადად ქანმაშენი მინერალების სახით. ცნობილია SiO_2 რამდენიმე (დაახლოებით 12) პოლიმორფული მოდიფიკაცია, რომელთაგან ძირითადია: კვარცი, ტრიდიმიტი, ქრისტობალიტი, სტიშოვიტი და კოესიტი. აღნიშნული მოდიფიკაციები ერთმანეთისაგან კრისტალურ სტრუქტურაში სილიციუმჟანგბადოვანი ტეტრაედრების ორიენტაციით და ტემპერატურული მდგრადობის საზღვრებით განსხვავდება.

$$\alpha\text{-კვარცი} \overset{573^0}{\rightleftharpoons} \beta\text{-კვარცი} \overset{870^0}{\rightleftharpoons} \beta \text{ ტრიდიმიტი} \overset{1470^0}{\rightleftharpoons}$$

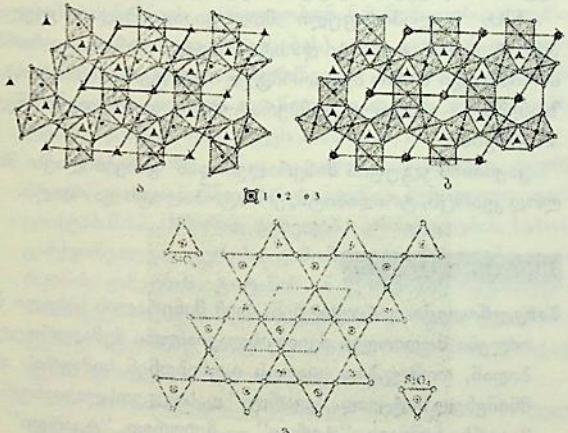
$$\beta \text{ ქრისტობალიტი} \overset{1713^0}{\rightleftharpoons} \text{მდნარი}$$

ბუნებაში ცნობილია ასევე კვარცის მინა — ლეშატელერიტი და კაჟმიწის წყლიანი ამორფული ნაირსახეობა — ოპალი. SiO_2 ჯგუფის პოლიმორფული მოდიფიკაციის მინერალების სტრუქტურებში (სტიშოვიტის გარდა) სილიციუმჟანგბადთან $[SiO_4]$ ტეტრაედრულ დაჯგუფებებს ქმნის, სადაც ის ერთმანეთთან მომიჯნე ჟანგბადის ოთხი ატომის

გარემოცვაში იმყოფება. სილიციუმჟანგბადოვანი ტეტრაედრები ერთმანეთს უკავშირდება წვეროებით (წვეროებში განლაგებული ჟანგბადის ატომებით) და ქმნის უსასრულო სამგანზომილებიან კარკასს — ტეტრაედრებს შორის ''სიცარიელეების'' წარმოქმნით.

ტეტრაედრების ერთმანეთის მიმართ ბრუნვისა და გადანაცვლებისას იცვლება მათი ორიენტაცია, რაც იწვევს კარკასში არსებული სიცარიელეების კონფიგურაციისა და ზომების ცვლილებებს, სტრუქტურული ნაირსახეობისა და პოლიმორფების გაჩენას. Si—O შორის იონურ-კოვალენტური ტიპის კავშირი ნარჩუნდება.

α და β კვარცის სტრუქტურებში ტეტრაედრებს შორის არსებული სიცარიელეები განსხვავდება ფორმითა და სიდიდით.



სურ. 125. კაჟმინის მინერალების სტრუქტურა
ა. α კვარცი, ბ- β კვარცი, გ. β_2-ტრიდიმიტი

სიცარიელეების ერთი ტიპი შედარებით მცირე ზომისაა და სამკუთხედის ფორმა აქვს. ამ ტიპის სიცარიელეების ცენტრებში გადის მესამე რიგის ღერძი, რომლის გარშემო ''დახვეულია'' სილიციუმჟანგბადოვანი ტეტრაედრები. მეორე ტიპის სიცარიელეები უფრო დიდი ზომისაა და ექვსკუთხედის ფორმა აქვს — ფლობს მესამე და მეექვსე რიგის ე.წ ხრახნილა ღერძებს (შესაბამისად α და β კვარცი, სურ.125).

პოლიმორფული მოდიფიკაციებს სამ სტრუქტურულ ტიპად ყოფენ: დაბალტემპერატურული — ყველაზე დაბალი სიმეტრიით და ყველაზე მჭიდრო სტრუქტურით (α კვარცი); დაბალტემპერატურული ტრიდიმიტი უფრო მაღალი სიმეტრიით და აჟურული სტრუქტურით (სურ. 127გ); დაბალტემპერატურული ქრისტობალიტი უმაღლესი სიმეტრიით და ყველაზე უფრო აჟურული სტრუქტურით.

SiO_2 პოლიმორფული მოდიფიკაციებიდან ყველაზე მჭიდრო არის კოესიტი და სტიშოვიტი, რომლებიც წარმოიშობა დიდი ზომის მეტეორიტული კრატერის იმპაქტიტურ ზონებში — მაღალი ტემპერატურისა და მაღალი წნევის პირობებში.

კაჟმიწის ჯგუფის მინერალებიდან განვიხილავთ მხოლოდ კვარცს, ტრიდიმიტს, ქრისტობალიტს და ოპალს.

კვარცი, SiO_2, Quarz

სახელწოდება. ვარაუდობენ, რომ მინერალის სახელი შეიძლება მოდიოდეს ძველი სლავიანური მემაღაროელებიდან, რომლებიც კვარცს იყენებდნენ სიმაგრის აღმნიშვნელ სიტყვად. ''კვარდი'' დასავლეთსლავიანურად მაგარს ნიშნავს, ''ტვრდი'' — ჩეხურად, ''ტვარდი'' — პოლონურად. კვარცის კრისტალებს განიხილავდნენ ყინულის განსაკუთრებულ ფორმად (ძველმა ბერძნებმა

კვარცს ''კრისტალი'' უწოდეს. ''კრიო'' ბერძნულად ყინულს ნიშნავს).

ქიმიზმი. Si=46.7%. კვარცი ითვლება ერთ-ერთ ყველაზე სუფთა ნაერთად, თუმცა მასში უმნიშვნელო რაოდენობით ყოველთვის მონაწილეობს: Al, Fe, Mg, Ca, Mn, Be, Ba მინარევები, წყლის, ნავთობის, CO_2 და CH_4 ჩანართები.

ნაირსახეობები: სისუფთავისა და გამჭვირვალობის ხარისხის, მინარევებისა და კრისტალური აგრეგატების მიხედვით განასხვავებენ კვარცის შემდეგ ნაირსახეობებს:

მ თ ი ს ბ რ ო ლ ი თეთრი, რძისებრ თეთრი, ან უფერო გამჭვირვალე კვარცია. ქმნის დიდი ზომის ცალკეულ კრისტალებსა და დრუზებს (ბროლს დიდი ხნის განმავლობაში გაქვავებულ ყინულად განიხილავდნენ (ტაბ 8.10).

ა მ ე თ ვ ი ს ტ ო (ბერძ.''ამეთისტოს''— არამსმელს, ფხიზელს ნიშნავს. ვარაუდობდნენ მინერალის სიმთვრალის საწინააღმდეგო თვისებას) არის კვარცის იისფერი სახესხვაობა (ძველ საბერძნეთში ამეთისტს უწოდებდნენ ყველა იისფერ და წითელი ფერის მინერალებს) (ტაბ.8.11). შეფერვას იწვევს Fe, Mn, Ti, Co მინარევები.

რ ა უ ხ ტ ო პ ა ზ ი ანუ კ ვ ა მ ლ ა კ ვ ა რ ც ი (გერმ. ''რაუხ''კვამლს ნიშნავს) რუხი ფერის, შებოლილი კვარცია(ტაბ.8.12). ხშირად გვხვდება კრისტალების სახით, გამჭვირვალეა. ფერები გამოწვეული შეიძლება იყოს რკინის უანგების, ტიტანის ან ცირკონის მექანიკური მინარევებით; არის მესამე კლასის ძვირფასი ქვა. 350° C ტემპერატურაზე გახურებისას ის მთლიანად კარგავს ფერს და ხდება სრულიად გამჭვირვალე.

მ ო რ ი ო ნ ი (ლათ. ,,მარმორიონ" მინერალის ძველი სახელწოდებაა) შავი — ფისისფერი კვარცი.

პ რ ა ზ ე მ ი ბერძ. ''პრაზემოს'' ღია მწვანეს ნიშნავს, ან სახელი შეიძლება შერქმეოდა ქალაქ პრაზას მიხედვით, სადაც ის პირველად იქნა ნანახი და აღწერილი).

არის მქრქალი მწვანე ფერის მკვრივი, ნახევრად გამჭვირვალე კვარცი (შეფერვა გამოწვეულია რქატყუარის, აქტინოლითის ან ქლორიტის უწვრილესი ნემსისებრი კრისტალების ჩანართებით).

ავანტიურინი. სახელი დაერქვა კვარცის ავანტურინული მინის მიხედვით, რომელსაც ამზადებდნენ ვენეციაში (''ვენტურა'' იტალიურად მინას ნიშნავს). არის რუხი, მოწითალო ან ოქროსებრ წითელი, მურა, ნაცრისფერი და სხვ. ფერის კვარცი (შეფერვას იწვევს ქრომიანი ქარსების, გოეთიტის, რკინიანი ქარსების ქერცლები და ჰემატიტის ჩანართები).

ციტრინი. სახელი დაერქვა ფრანგული სიტყვა ,,ციტრონის'' მიხედვით, რაც ლიმონს ნიშნავს. ფერი ლიმონისებრ-ყვითელი, ღია-ყვითელი, ოქროსებრ-ყვითელი, ფერით ხშირად მოგვაგონებს ტოპაზს. მისგან განსხვავდება დაბალი სიმაგრით.

კატის თვალი მომწვანო ფერის გამჭვირვალე კვარცია. შეფერვას იწვევს ბოჭკოვანი აზბესტის ან აქტინოლითის წვრილი ნემსისებრი ჩანართები (კაბაშონის ფორმის მიცემისას მიაგავს კატის თვალს).

ვეფხვის თვალი ყვითელი, ოქროსფერ-ყავისფერია. არის ბოჭკოვანი კვარცის ფსევდომორფოზა ბოჭკოვანი ამფიბოლის–კროკიდო-ლიტის (კროკიდოლიტი არის ტუტე რქატყუარის ცისფერი სახესხვაობა) მიმართ. შეფერვას იწვევს რკინის ჰიდროჟანგები.

შევარდენის თვალი არის მწვანე, მოლურჯო და მტრედისებრ ნაცრისფერი მკვრივი, ბოჭკოვანი ტექსტურის კვარცი. წარმოადგენს კვარცისა და კროკიდოლიტის შენაზარდს.

ქალცედონი (სახელი შესაძლებელია დარქმეოდა ბოსფორის რაიონში მდებარე ქალაქ ხალკედონის მიხედვით). არის თეთრი, რუხი, ზოგჯერ ყავისფერი. წარ-

მოადგენს კვარცის ფარულკრისტალურ ბოჭკოვან სახესხვაობას წყლის ან ოპალის უმნიშვნელო შემცველობით. არის მესამე კლასის ძვირფასი ქვა.

ქრიზოპრაზი ვაშლისებრ-მწვანე ან კაშკაშა მწვანე ქალცედონია (შეფერვას იწვევს ნიკელის 3%-მდე მინარევები).

სარდონიქსი არის ქალცედონის თეთრი და ყავისფერი პარალელურ-ზოლებრივი სახესხვაობა.

კაჟი ყვითელი, შავი, მწვანე, მოწითალო ფერის გაუმჭვირვალე ფარულკრისტალური კვარცია (ძირითადად შედგება ქალცედონისაგან).

ჰელიოტროპი (სინ.სისხლიანი იასპისი) — მწვანე ქალცედონია წითელი ლაქებით (შეფერვას იწვევს წითელი და მწვანე იასპისების ჩანართები).

აქატი კონცენტრულ-ზონალური აგებულების ქალცედონია (სახელი დაერქვა კუნძულ სიცილიის მდინარე აქატოს მიხედვით).

იასპისი(იაშმა) (გერმ. ,,ჯასპერ'', თურქ.—,,იაშიმ'') მკვრივი, ზოლებრივი, ნაწილობრივ გამჭვირვალე (ნაწილობრივ გაუმჭვირვალე) მიკროკრისტალური კაჟიანი ქანებია. ხასიათდება ფერთა ნაირგვარობით (წითელი, ყვითელი, ყავისფერი, მწვანე, ვარდისფერი, ნარინჯისფერი, იისფერი, შავი, უფერო (ფერები გამოწვეულია რკინის ჟანგების, პიროლუზიტის, აქტინოლიტის, ეპიდოტის, ბიოტიტისა და სხვათა ჩანართებით).

ონიქსი (ბერძ.,,ონიკს'' — ფრჩხილს, თათს ნიშნავს). აგატის მსგავსად არის ზოლებრივი ქალცედონი — თეთრი და შავი პარალელური ზოლების მორიგეობით. არის მესამე კლასის ძვირფასი ქვა.

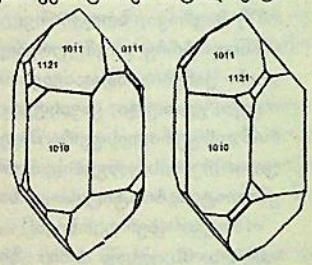
სარდიონი (სახელს თევზის ჯიშს უკავშირებენ) არის ქალცედონის სახესხვაობა წითელი და თეთრი ზოლების მორიგეობით.

კარნეოლი (ლათ.,,კარნუმ'' შინდს ნიშნავს) არის ქალცედონის კაშკაშა წითელი ან მოყვითლო-წითელი ფერის სახესხვაობა.

საფირინი მოლურჯო-შავი, რძისებრ-თეთრი ქალცედონია.

სინგონია, სიმეტრიის კლასი, სივრცობრივი ჯგუფი. ტრიგონული. ტრიგონული ტრაპეცოედრის კლასი. $L^3 3L^2$; 32.

კრისტალოგრაფია. კვარცი მიეკუთვნება იმ მინერალთა რიცხვს, რომელსაც ახასიათებს კრისტალთა კარგად განვითარებული ფორმები. კვარცის კრისტალებისათვის ყველაზე ხშირია (ჩვეულებრივია) რომბოედრებისა და პრიზმების კომბინაცია (სურ. 126). ტრიგონული კვარცისათვის დამახასიათებელია პრიზმული — წაგრძელებული იერის კრისტალები, იშვიათად ბიპირამიდული. მთავარი ფორმებია: (10$\bar{1}$1), (10$\bar{1}$0), (01$\bar{1}$1), იშვიათად ტრიგონული ბიპირამიდისა (11$\bar{2}$1) და დადებითი ტრაპეცოედრის წახნაგები. კვარცის კრისტალზე ტრაპეცოედრის წახნაგის მდებარეობის მიხედვით განასხვავებენ მარჯვენა და მარცხენა კვარცს. დადებითი რომბოედრის უპირატესი განვითარების შემთხვევაში პრიზმას შეიძლება ჰქონდეს ფსევდოკუბური იერი, ხოლო ორივე რომბოედრის თანაბრად განვითარების შემთხვევაში — ფსევდოჰექსაგონური. პრიზმის წახნაგებს ჩვეულებრივ ახასიათებს ჰორიზონტალური დაშტრ-



სურ. 126. კვარცის კრისტალები

იხვა. ქანებში არსებულ სიცარიელეებში კვარცი ხშირად გვხვდება მარცვლოვანი აგრეგატების სახით როგორც დამოუკიდებლად, ასევე სხვა მინერალებთან შეზრდილი კრისტალთა დრუზების სახით. კვარცის ფარულკრისტალური სახესხვაობა — ქალცედონი ქმნის ქერქებს, კონკრეციებს, სფეროლითებსა და თირკმლისებრი ფორმის წარმონაქმნებს.

მრჩობლები. ბუნებაში დაუმრჩობლავი კვარცის კრისტალები იშვიათია. კვარცისათვის დამახასიათებელია 20 სხვადასხვა კანონით დამრჩობლება, რომელთაგან ბუნებაში ფართო გავრცელებით ბრაზილიის, დოფინეს და იაპონური მრჩობლები სარგებლობს (სურ. 26).

ბუნებაში ხშირია კვარცის ფსევდომორფოზები პირიტის, ტურმალინის, ბარიტის, ქრიზოკოლას, აზურიტის, გოეთიტის და სხვათა მიმართ.

ტემპერატურის მიხედვით განასხვავებენ: დაბალ- და მაღალტემპერატურულ კვარცს.

1. დაბალტემპერატურული კვარცი (α) $T=573^0$ C.
2. მაღალტემპერატურული კვარცი (β):

ა) $T=573\text{-}870^0$ C.

ბ) $T=870\text{-}1470^0$ C (ტრიდიმიტი).

გ) $T=1470\text{-}1713^0$ C (ქრისტობალიტი).

1750^0 C ტემპერატურის ზევით იწყება ლღობა (თხევადი SiO_2).

კვარცის მაღალტემპერატურულ სახესხვაობებს დაბალტემპერატურულისაგან განსხვავებით ახასიათებს კრისტალთა ბიპირამიდული ფორმები — პრიზმის წახნაგების სუსტი განვითარებით ან მათ გარეშე.

ფიზიკური თვისებები:

ფერი თეთრი, უფერო და სხვ. (იხ.სახესხვაობები).

ხაზის ფერი. უფერო ან თეთრი.

ელვარება მინის (კრისტალებისათვის), მკრთალი ან ცვილისებრი (ფარულკრისტალური სახესხვაობებისათვის). ზოგიერთ კრისტალზე — ცხიმოვანი.

ტკეჩვადობა არ აქვს.

სიმაგრე 7.

ხვედრითი წონა 2.65 (კრისტალური სახესხვაობებისათვის), 2.60 (ფარულკრისტალური სახესხვაობებისათვის).

მონატეხი ნიჟარისებრი.

გამჭვირვალეა, არის პირო და პიეზოელექტრული თვისებების მატარებელი, მსხვრევადია.

დიაგნოსტიკური ნიშნები. კვარცი ადვილად გამოიცნობა პრიზმული იერის კრისტალებით, ნიჟარისებრი მონატეხით, დიდი სიმაგრით, ტკეჩვადობის უქონლობით, პრიზმის წახნაგზე განივი დაშტრიხვით, მჟავებში უხსნადობით (გარდა HF). ძალიან მიაგავს კორდიერიტს. ამ უკანასკნელისათვის დამახასიათებელია მოლურჯო ფერი, პინაკოიდის წახნაგზე განწევრება; მიაგავს ტოპაზს — მისგან განსხვავდება ნაკლები სიმაგრით და ტკეჩვადობის უქონლობით; მიაგავს კალციტს, რომლისაგანაც დიდი სიმაგრით, ტკეჩვადობის უქონლობით და HCl უხსნადობით განსხვავდება.

წარმოშობა. კვარცის ბუნებაში ფართო გავრცელება მიუთითებს მის პოლიგენეტურობაზე. კვარცი მონაწილეობს ძირითადი ქანმაშენი მინერალის რანგში თითქმის ყველა გენეზისის ჯგუფის ქანებში (მაგმური, დანალექი, მეტამორფული). კვარცი, როგორც მდგრადი მინერალი, დიდი რაოდენობით გროვდება ქვიშრობებში (კვარცისა და კვარციანი ქვიშაქვები). მაგმური წარმოშობის კვარცი გვხვდება უსწორმასწორო კრისტალების სახით. ქმნის დიდი ზომის კრისტალებს. მონაწილეობს გრანიტებში, გრანიტულ პეგმატიტებსა და დაციტებში მინდვრის შპატებთან ერთად. მეტამორფუ-

ლი წარმოშობის კვარცისათვის დამახასიათებელია ნემსისებრი და ბოჭკოვანი აგებულება — ქარსის ქერცლების, ჰემატიტისა და ამფიბოლების ჩანართებით. განვითარებულია მეტამორფულ ქანებში არსებულ ნაპრალებსა და სიცარიელეებში. ჰიდროთერმული წარმოშობის კვარცი ძირითადად არის ალპური ტიპის ძარღვების მთავარი ქანმაშენი მინერალი. ახასიათებს პრიზმული, წაგრძელებული იერის გიგანტური წონისა და ზომის კრისტალები.

ეკზოგენურ პირობებში კვარცი მდგრადი მინერალია ქიმიური გამოფიტვის აგენტების მიმართ, ამის გამო ის დიდი რაოდენობით გროვდება ალუვიურ ნალექებში — კვარცის ან კვარციანი ქვიშაქვების სახით (ეს უკანასკნელები წარმოიშობა კვარცის შემცველი მჟავე ქანების გამოფიტვით დაშლის ხარჯზე). კვარცი კონკრეციებისა და მარგულების სახით გვხვდება დანალექ ქანებშიც — ძირითადად მერგელებსა და კირქვებში (კაჟის კონკრეციები). მეტამორფიზმის ფაქტორების ზემოქმედებით გადადის კვარციტებში.

ბუნებრივი კრისტალების გარდა ცნობილია მაღალი წნევის პირობებში ხელოვნურად მიღებული კვარცის პოლიმორფული მოდიფიკაციები:
კოესიტი — სიმკვრივე 2.93 (მონოკლინური სინგონია);
სტიშოვიტი —სიმკვრივე 4.35 (ტეტრაგონული სინგონია).
ორივე მინერალი აღმოჩენილ იქნა არიზონას შტატში (აშშ) მეტეორიტული კრატერის იმპაქტიტებში.

საბადოები. საქართველოში კვარცის საბადოებია: რაჭაში (ბროლის ქედი), ყაზბეგის, კასპის (თეძამის საბადო), თეთრიწყაროს (სამშვილდეს საბადო, მაგმური კვარცი) რაიონებში. აგატის ცნობილი საბადოებია ახალციხის რაიონში (შურდოს საბადო). ამავე რაიონშია მსოფლიოში ცნობილი მილისებური აგატები (პამაჩის საბადო).

საზღვარგარეთის ქვეყნებიდან კვარცის საბადოები ცნობილია: უკრაინაში (ვოლინის საბადო), რუსეთში (ჩრდილო ურალი, იაკუტია, იმიერბაიკალეთი და სხვ), ბრაზილიაში (მინას ჟერაისი), იაპონიაში, ურუგვაიში, აშშ (არიზონას შტატი), ჩეხოსლოვაკიაში, შვეიცარიის ალპებში და სხვ. აგატების მომპოვებელ მთავარ ქვეყნად ითვლება სამხრეთ ბრაზილია და ჩრდილო ურუგვაი.

შეცვლა. გამოფიტვითი პროცესების მიმართ კვარცი ქიმიურად მდგრადი მინერალია. დიდი რაოდენობით გროვდება ქვიშაქვებში (არკოზული ქვიშაქვები), სადაც ის გრანიტული შედგენილობის ქანების გამოფიტვის პროდუქტს წარმოადგენს. ცნობილია კვარცის ფსევდომორფოზები მინდვრის შპატების, კალციტის, თაბაშირის, ცხოველური და მცენარეული ნაშთების მიმართ.

გამოყენება. კვარცის გამოყენების სფერო მრავალმხრივია. მის გამჭვირვალე და ნახევრად გამჭვირვალე სახესხვაობებს იყენებენ როგორც დეკორატიულ და ნახევრად ძვირფას ფერად სანახელაო ქვებს: მძივების, საეკლესიო რიტუალების საგნების, იარაღის სამკაულების, ოპტიკური ხელსაწყოების, ვერცხლისწყლის ლამპების, ცეცხლგამძლე და მჟავე გამძლე ქიმიური ჭურჭლების, სარკოფაგების დასამზადებლად; პიეზოელექტრული თვისებების მატარებელი სახესხვაობები გამოიყენება რადიოტექნიკაში, ოპტიკაში და ზუსტი ელექტრონული იმპულსების სიხშირეების გასაზომად. ფართო გამოყენება აქვს მეტალურგიაში, ფაიფურის წარმოებაში; კვარცის ქვიშები წარმოადგენს ძვირფას ნედლეულს მინის და კერამიკულ მრეწველობაში. კვარცის ქვიშაქვები და მეტამორფიზირებული სახესხვაობები (კვარციტები) ითვლება ძვირფას სამშენებლო მასალად.

ტრიდიმიტი, SiO_2. Trdymit

სახელწოდება. სახელი დაერქვა ბერძნული სიტყვის—''ტრიდიმოს'' მიხედვით, რაც სამეულს ნიშნავს (ხშირად გვხვდება სამეულების სახით).

ქიმიზმი. შეესატყვისება ფორმულას. უმნიშვნელო რაოდენობით შეიცავს Al , Ca და Na მინარევებს.

სინგონია, სიმეტრიის კლასი, სივრცობრივი ჯგუფი. დაბალტემპერატურული ტრიდიმიტი მონოკლინური (პრიზმის კლასი. 2/m. L^2PC) ან რომბულია (რომბული ტეტრაედრის კლასი. 222; $3L^2$); მაღალტემპერატურული ტრიდიმიტი—ჰექსაგონური. დიჰექსაგონური-ბიპირამიდის კლასი. 6/m2/m2/m ; L^66L^27PC.

კრისტალოგრაფია. განვითარებულია წვრილი კრისტალების სახით. ოთახის ტემპერატურაზე ქმნის ფსევდომორფოზას მაღალტემპერატურული ტრიდიმიტის მიმართ.

ფიზიკური თვისებები:

ფერი თეთრი, უფერო.

ხაზის ფერი თეთრი.

ელვარება მინის.

ტკეცვადობა არ აქვს.

სიმაგრე 6.5—7.

ხვედრითი წონა 2.26.

მონატეხი ნიჟარისებრი.

მსხვრევადია.

დიაგნოსტიკური ნიშნები. შეუიარაღებელი თვალით ტრიდიმიტის გამოცნობა შეუძლებელია. მიკროსკოპში ადვილად გამოიცნობა კრისტალთა ფორმებით და გარდატეხის მაჩვენებლებით.

წარმოშობა. ტრიდიმიტი გვხვდება საშუალო და მჟავე ეფუზიური ქანების (რიოლითი, ობსიდიანი, ანდეზიტი, ტრაქიტი) სიცარიელეებში ჩანაწინწკლების სახით. ასოცირდება ქრისტობალიტთან, ალუნიტთან, კასიტერიტ-

თან, კაოლინიტთან და სანიდინთან. შედის ოპალის შემადგენლობაში.

საბადოები. საქართველოში ტრიდიმიტი აღწერილია ყელის ვულკანური ზეგნის ანდეზიტებსა და ჯავახეთის ქედის დაციტებში. ნანახია ქვის მეტეორიტებსა და მთვარის ბაზალტებში.

ქრისტობალიტი, SiO_2 Chistobalit

სახელწოდება. სახელი დაერქვა ადგილის სან-ქტისტობალის მიხედვით, პაჩუკას ახლოს (მექსიკა).

ქიმიზმი. შეესატყვისება ფორმულას. უმნიშვნელო რაოდენობით შეიცავს Na და Al.

სინგონია, სიმეტრიის კლასი, სივრცობრივი ჯგუფი. დაბალტემპერატურული ქრისტობალიტი ტეტრაგონულია. ტეტრაგონული ტრაპეციოედრის კლასი. 422; $L^4 4L^2$. მაღალტემპერატურული ქრისტობალიტი კუბურია. ჰექსაოქტაედრის კლასი; $4L_6^3\ 6\ L^2\ 9PC$; $4/m\ \bar{3}\ 2/m$.

კრისტალოგრაფია. კრისტალების სახით იშვიათია. განვითარებულია მცირე ზომის ოქტაედრული კრისტალების სახით. გვხვდება სფერული აგრეგატების სახითაც. ქმნის მრჩობლებს (111) მიმართ.

ფიზიკური თვისებები:

ფერი თეთრი.

ხაზის ფერი თეთრი.

ელვარება მინის.

ტკეჩვადობა არ აქვს.

სიმაგრე 6.5.

ხვედრითი წონა 2.2.

დიაგნოსტიკური ნიშნები. 200^0 C გახურებით გადადის მაღალტემპერატურულ ქრისტობალიტში — ხდება თითქმის გამჭვირვალე.

წარმოშობა. შედის მჟავე ეფუზიური ვულკანური ქანების სიცარიელეებსა და პორებში. ასოცირდება ტრიდიმიტთან. არის ოპალის შემადგენელი მინერალი.

საბადოები. საქართველოში ქრისტობალიტი აღწერილია ყელის ვულკანური ზეგნის ანდეზიტებსა და ჯავახეთის ქედის დაციტებსა და ობსიდიანებში. საზღვარგარეთის ქვეყნებიდან ცნობილია გერმანიაში, აშშ, სან-ქრისტობალი (მექსიკა) და სხვ.

ოპალი, $SiO_2 \cdot nH_2O$. Opal

სახელწოდება. მინერალის სახელს უკავშირებენ სანსკრიტულ სიტყვა '' უპალას'', რაც ძვირფას ქვას ან, უბრალოდ, ქვას ნიშნავს.

ქიმიზმი. SiO_2=65-90%, H_2O=4-9%. ზოგჯერ წყლის შემცველობა 20%-მდე აღწევს. მინარევების სახით შეიცავს: Al^{3+}, Fe^{3+}, Ti^{4+}, Mn^{2+}, Zn^{2+} და სხვ.

ნაირსახეობები: ჰიალიტი — გამჭვირვალე, უფერო ოპალი სფერული ზედაპირით; კეთილშობილი ოპალი — ნახევრად გამჭვირვალე — გამჭვირვალემდე, ახასიათებს ცისარტყელას ფერთა თამაში და ოპალესცენცია; შავი ოპალი — ორგანული მასალით გამდიდრებული (4%); ხის ოპალი ანუ გაქვავებული ხე—წარმოიშობა ხის მერქნის ოპალით მთლიანად ჩანაცვლების გზით; ჩვეულებრივი ოპალი — რძისებრ თეთრი, ყვითელი, მწვანე, წითელი — შინაგანი არეკვლის გარეშე.

სინგონია, სიმეტრიის კლასი, სივრცობრივი ჯგუფი. რენტგენოამორფულია.

კრისტალოგრაფია. ოპალი ძირითადად გვხვდება ქერქების, თირკმლისებური მასების, ოოლითების, სტალაქტიტების, პიზოლითების და მიწისებრი აგრეგატების

სახით. ცნობილია ოპალის ფსევდომორფოზები ცხოველური და მცენარეული ნარჩენების მიმართ.

ფიზიკური თვისებები:

ფერი უფერო, რძისებრ თეთრი, მწვანე, ნარინჯისებრ წითელი, ცისფერი, რუხი-წითელი, ყვითელი, ყავისფერი, ზოგჯერ ახასიათებს ფერთა თამაში (ოპალესცენცია).

ხაზის ფერი თეთრი.

ელვარება მინისებრი, ცხიმისებრი, სადაფისებრი.

ტკეჩვადობა არ აქვს.

სიმაგრე 5.5—6.

ხვედრითი წონა 2.0—2.3 (ხვედრითი წონა მცირდება წყლის შემცველობის ზრდის შესაბამისად).

მონატეხი უსწორმასწორო, ნიჟარისებრი.

არის ძლიერ მსხვრევადი და დიელექტრიკი.

დიაგნოსტიკური ნიშნები. ოპალი ძალიან მიაგავს ქალცედონს, რომელშიაც ის ჩვეულებრივ გადადის გახურებით. ქალცედონისაგან განსხვავდება ფერთა მრავალფეროვნებით, ელვარებით, მსხვრევადობის მაღალი ხარისხით, ფერთა თამაშით და წყლის შემცველობით. ადვილად იხსნება KOH და HF-ში. სხვა მჟავებში არ იხსნება.

წარმოშობა. არის ტიპური ეკზოგენური წარმოშობის მინერალი. ჩნდება გამოფიტვის ზონაში კაოლინიტისა და სხვა სილიკატების დაშლის ხარჯზე. იშვიათია ჰიდროთერმული წარმოშობის ოპალი. ჩნდება ქანებში არსებულ სიცარიელეებში მასზე გეიზერებისა და სხვა ტიპის წყლების მოქმედებით. ხშირად ვითარდება ეფუზიური ქანების უეოდებში, სადაც ქმნის დანაზარდებს ქალცედონზე თხელი შრეებისა და ბრკეების სახით. ფართოდ არის გავრცელებული ჩამქრალ და თანამედროვე მოქმედ ვულკანურ მხარეებში. ოპალი დიდი რაოდენობით წარმოიშობა ბიოგენური გზით SiO_2-ის მომ-

ხმარებელი ორგანიზმების — დიატომეების, რადიოლარიების, სპონგიებისა და სხვათა ხარჯზე.

საბადოები. საქართველოში ოპალის (გაქვავებული ხის) საბადოა მდ. აჭარისწყლის სათავეებში (გოდერძის უღელტეხილი, არსიანის ქედი), ჭიათურაში, ახალციხეში (ქისათიბის დიატომიტების საბადო) და სხვ. საზღვარგარეთის ქვეყნებიდან კეთილშობილი ოპალის საბადოებია: რუსეთში (ვოლგისპირეთი, კალუგისა და კურსკის ოლქები), ავსტრალიაში, უნგრეთში, ჩეხეთში და სხვ.

გამოყენება. კეთილშობილი ოპალი არის ძვირფასი ქვა, რომელიც წარმატებით გამოიყენება სანახელაო და საიუველირო საქმეში. ოპალით მდიდარი ქანები (დიატომიტები, ტრიპელები და სხვ.) წარმოადგენს ძვირფას ნედლეულს ფილტრებისა და ცეცხლგამძლე აგურების დასამზადებლად; კვების, ქიმიურ და ნავთობის მრეწველობაში. წარმატებით გამოიყენება როგორც თერმო- და ხმის საიზოლაციო და სააბრაზივო მასალა. ხმარობენ ცემენტის მრეწველობაში როგორც ჰიდრავლიკურ დანამატს და სხვ.

მინდვრის შპატების (ფელდშპატები) ჯგუფი

ჯგუფის სახელი დაკავშირებულია მათში გაერთიანებული მინერალების ტკეჩვადობის სიბრტყის გასწვრივ ფირფიტებად ხლეჩვისა და გაპობის უნართან (ბერძ. ,,სპატე'' — ფირფიტა; გერმ. '' ფელდ" — მინდორი; ნახეს ველზე მყინვარულ ნალექებში).

მინდვრის შპატები წარმოადგენს ქანმაშენი მინერალების ერთ-ერთ ყველაზე მნიშვნელოვან და ბუნებაში ფართოდ გავრცელებულ მინერალთა ჯგუფს. ისინი მიწის ქერქის მთლიანი მასის დაახლოებით 50%-ს შეადგენს. ძირითადი ნაწილი წარმოადგენს მაგმური და მეტამორფული

ქანების მთავარ ქანმაშენ მინერალებს (60% და 30% შესაბამისად), მცირე ნაწილი (~10%-მდე) მოდის დანალექ ქანებზე. ფელდშპატიდებისაგან განსხვავებით ფელდშპატები კაჟმინით გაჯერებული მაგმის კრისტალიზაციის პროდუქტებს წარმოადგენს.

ქიმიური შედგენილობის თვალსაზრისით მინდვრის შპატები წარმოადგენს ტუტე და ტუტე მიწა ელემენტების — K,Na,Ca, იშვიათად, Ba და Sr კარკასული სტრუქტურის ალუმოსილიკატებს. მინდვრის შპატებში ფართოდ არის წარმოდგენილი როგორც იზოვალენტური (Na^{1+}= K^{1+}), ისე ჰეტეროვალენტური (Ca^{2+} = Na^{1+}) ტიპის იზომორფიზმის მოვლენები.

მინარევების სახით თითქმის ყოველთვის შეიცავს: Rb, Cs, Pb, Ti და სხვ. ამ ჯგუფის მინერალები მონოკლინურ და ტრიკლინურ სინგონიებში კრისტალდება, ხასიათდება დიდი სიმაგრით (6-6,5), დაბალი ხვედრითი წონით (2,5-2,7), ორი მიმართულებით სრული ტკეჩვადობით (010) და (001) მიმართ. ტკეჩვადობის ბზარებს შორის კუთხე მონოკლინური სინგონიის კრისტალებში შეადგენს 90^0, ტრიკლინური სინგონიის კრისტალებში—86^0. ახასიათებს მარტივი და პოლისინთეზური მრჩობლები: ალბიტის, მანებახის, ბავენოს, კარლსბადის და პერიკლინის კანონით.

მინდვრის შპატებისათვის დამახასიათებელია პრიზმული, ფირფიტოვანი, ფსევდომორფული იერის კრისტალები. დედამიწის ზედაპირზე ფიტვითი აგენტებისა და ჰიდროთერმული შეცვლის პირობებში მინდვრის შპატები ადვილად გადადის: მუსკოვიტში, კაოლინიტში, ცოიზიტში, ეპისოტში, ალბიტში, პრენიტში, ცეოლითებში და სხვ.

მინდვრის შპატები პრაქტიკულად საინტერესო მინერალებს მიეკუთვნება. ისინი წარმატებით გამოიყენება კერამიკული ნაკეთობების დასამზადებლად, შეფერილი სახესხვაობები (ამაზონიტი, მთვარის ქვა, ლაბრადორი) გამოი-

ყენება როგორც ნახევრად ძვირფასი სანახელავო ქვები სხვადასხვა მორთულობების დასამზადებლად და მოსაპირკეთებელ მასალად.

სტრუქტურულ და ქიმიურ შედგენილობათა თავისებურებების საფუძველზე მინდვრის შპატების ჯგუფში გამოყოფენ: კალიუმიან და კალიუმ-ნატრიუმიან, კალიუმ-ბარიუმიან და კალციუმიან - ნატრიუმიან რიგებს.

K და K–Na მინდვრის შპატების რიგი

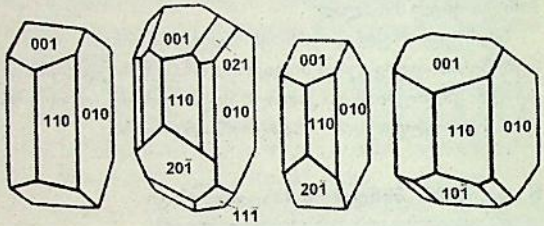
ორთოკლაზი, $K[AlSi_3O_8]$. Ortoklas

სახელწოდება. სახელი დაერქვა ტკეჩვადობის ბზარებს შორის 90^0-იანი კუთხის არსებობის გამო. ბერძ.''ორთოს'' სწორი, პირდაპირი, ''კლასის''—გახლეჩვა, გაპობა.

ქიმიზმი. K_2O=16.9%, Si_2O=64.7%. მინარევების სახით შეიცავს: Ca, Rb, Ti, Pb, Cs, ძალიან იშვიათად Fe. ორთოკლაზის შედგენილობაში თითქმის მუდმივად მონაწილეობს Na. ამ უკანასკნელის დიდი რაოდენობით არსებობის პირობებში ჩნდება ალბიტსა და ორთოკლაზს შორის შუალედური წევრი — ანორთოკლაზი (Na,K)[Si3AlO8]).

სინგონია, სიმეტრიის კლასი, სივრცობრივი ჯგუფი. მონოკლინური. პრიზმის კლასი L^2PC; 2/m.

კრისტალოგრაფია. ჩვეულებრივ გვხვდება კარგად განვითარებული პრიზმული და ფირფიტისებრი კრისტალების სახით (001), (110).; (სურ.127, ტაბ.8.13). ზოგჯერ ქმნის გიგანტური ზომისა და წონის კრისტალებს და დრუზებს. იშვიათია წვრილმარცვლოვანი, მასიური და ფარულკრისტალური აგრეგატების სახით. ახასიათებს მარტივი მრჩობლები: კარლსბადის (ძირითადად), მანებახის და ბავენოს კანონებით.



სურ. 127. ორთოკლაზის კრისტალები

ფიზიკური თვისებები:

ფერი თეთრი, ნაცრისფერი, უფერო, ღია რუხი, ვარდისფერი, მოწითალო-ყავისფერი, ხორცისებრ წითელი, იშვიათად მწვანე ან ყვითელი.

ხაზის ფერი თეთრი.

ელვარება მინისებრი.

ტკეჩვადობა (001) მიმართ სრული, (010) მიმართ კარგი, (110) მიმართ არასრული.

სიმაგრე 6.

ხვედრითი წონა 2.56—2.60.

მონატეხი უსწორმასწორო, საფეხურისებრი.

დიაგნოსტიკური ნიშნები. ადვილად გამოიცნობა ფერით, ეტალონური სიმაგრით, ორი მიმართულებით სრული ტკეჩვადობით, ტკეჩვადობის ბზარებს შორის 90^0 კუთხით, მჟავებში უხსნადობით. ძნელი გასარჩევია მიკროკლინისაგან — ზუსტი დიაგნოსტიკა მხოლოდ ოპტიკური მეთოდის გამოყენებით არის შესაძლებელი (მიკროსკოპის ქვეშ მიკროკლინი ადვილად გამოირჩევა ''მიკ-

როკლინური ბადის'' არსებობით და ტკეჩვადობის ბზარებს შორის სწორი კუთხის უქონლობით).

წარმოშობა. ორთოკლაზი არის მაგმური წარმოშობის მინერალი. არის საშუალო და მჟავე ქანებისა და მათი პეგმატიტების (გრანიტების, გრანოდიორიტების, გრანიტული და სიენიტეური პეგმატიტები) მთავარი ქანმაშენი მინერალი. ორთოკლაზი არის მაღალტემპერატურული კვარც-კასიტერიტული ჰიდროთერმული ძარღვებისა და ალპური ტიპის კვარცის ძარღვებისათვის დამახასიათებელი მინერალი. გვხვდება მაღალ- და საშუალოტემპერატურულ ჰიდროთერმული წარმოშობის მადნეულ საბადოებშიც, როგორც ძარღვის მინერალი. ორთოკლაზი მონაწილეობს დანალექ (არკოზული და გრაუაკული ქვიშაქვები) და მეტამორფულ (გნეისები) ქანებშიც. ის მეტამორფიზმის სილიმანიტური ზონის ტიპიური მინერალია, სადაც ქარსების ხარჯზე ვითარდება.

საბადოები. საქართველოში ორთოკლაზის საბადოები არ არის. საზღვარგარეთის ქვეყნებიდან ცნობილია: რუსეთში (კარელია, ბაიკალის მხარე და სხვ.), ყაზახეთში, უკრაინაში (ვოლინი), ნორვეგიაში, შვეციაში, კანადაში, იტალიაში, ჰოლანდიაში და სხვ.

შეცვლა. ორთოკლაზი გამოფიტვის აგენტების მიმართ შედარებით მდგრადი მინერალია. ჰიდროთერმული პროცესების ზემოქმედებით ის შეიძლება ჩაინაცვლოს მუსკოვიტით, თიხებით, ალბიტით და სხვ. ტროპიკულ ქვეყნებში განიცდის ლატერიტიზაციას.

გამოყენება. არის ძვირფასი ნედლეული კერამიკულ და მინის მრეწველობისათვის. წარმატებით გამოიყენება ხელოვნური კბილების დასამზადებლად და სხვ.

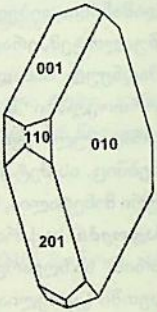
სანიდინი, $K[AlSi_3O_8]$. Sanidin

სახელწოდება. სახელი დაერქვა კრისტალების ფირფიტისებრი იერის გამო (ბერძ. ''სანის''-ფირფიტა, ''იდოს''–სახე.)

ქიმიზმი. მინარევების სახით თითქმის ყოველთვის შეიცავს Be (5%-მდე) და Na-ს. არის მაღალტემპერატურული ორთოკლაზი.

სინგონია, სიმეტრიის კლასი, სივრცობრივი ჯგუფი. მონოკლინური. პრიზმის კლასი. L^2PC; 2/m.

კრისტალოგრაფია. ძირითადად გვხვდება ფირფიტისებრი, იშვიათად კვადრატული კვეთის წაგრძელებული იერის კრისტალების სახით (სურ. 128), ახასიათებს მარცვლოვანი აგრეგატები და კარლსბადის კანონის მიხედვით დამრჩობლება.



სურ. 128. სანიდინის კრისტალი

ფიზიკური თვისებები:

ფერი უფერო (ძალიან მიაგავს მინას, წყლისებრ გამჭვირვალეა).

ხაზის ფერი თეთრი.

ელვარება მინისებრი, ტკეჩვადობის სიბრტყეზე — სადაფის.

ტკეჩვადობა (001) მიმართ სრული, (010) მიმართ კარგი.

სიმაგრე 6.

ხვედრითი წონა 2.56—2.62.

მონატეხი ნიჟარისებრი, საფეხურისებრ-უსწორმასწორო.

დიაგნოსტიკური ნიშნები. სანიდინის საიმედო დიაგნოსტიკა შესაძლებელია მხოლოდ რენტგენოსტრუქტურული და ოპტიკური მეთოდების გამოყენებით. ძალიან მიაგავს ორთოკლაზს, რომლისაგან განსხვავდება ოპტიკურ

ღერძებს შორის 30^0-მდე სიდიდის კუთხის არსებობით (ამ კუთხის სიდიდე ორთოკლაზში 60—80^0-მდე აღწევს).

წარმოშობა. სანიდინი არის კალიუმით გამდიდრებული, საღი შეუცვლელი ეფუზიური ქანების (სანიდინიტები, ტრაქიტები, რიოლითები) მთავარი ქანმაშენი მინერალი. ინტრუზიულ ქანებში ფენოკრისტალების სახით სანიდინი ცნობილი არ არის. იშვიათი მინერალია მეტამორფულ ქანებშიც.

საბადოები. საქართველოში სანიდინის საბადოები არ არის. საზღვარგარეთის ქვეყნებიდან ცნობილია: იტალიაში, (კ. პანტელერიას ტრაქიტები), გერმანიაში და სხვ.

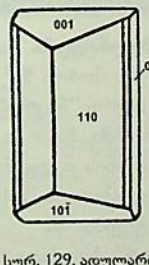
გამოყენება. არის ძვირფასი ნედლეული კერამიკული და მინის წარმოებისათვის.

ადულარი, $K[AlSi_3O_8]$. Adular

სახელწოდება. სახელი დაერქვა მთა ადულას (შვეიცარიისა და ავსტრიის ალპები) მიხედვით.

არის დაბალტემპერატურული ორთოკლაზი (900^0 C გახურებისას გადადის სანიდინში).

ნაირსახეობა: მთვარის ქვა — ღია ცისფერი, ვერცხლისებრ-სადაფისებრი ელვარების, ფერთა ოპალისცენციური თამაშის მქონე ადულარია. (ფერთა ციმციმი მთვარის შუქს გვაგონებს).



სურ. 129. ადულარის კრისტალი

სინგონია, სიმეტრიის კლასი, სივრცობრივი ჯგუფი. მონოკლინური. პრიზმის კლასი. L^2PC; 2/m.

კრისტალოგრაფია. ახასიათებს პრიზმული იერის ფსევდორომბული კვეთის კრისტალები (სურ. 129); ხშირად ქმნის დრუზებს.

ფიზიკური თვისებები:

ფერი უფერო, რძისებრ თეთრი, გამჭვირვალე.

ხაზის ფერი თეთრი.

ელვარება მინისებრი, სადაფისებრი.

ტკეჩვადობა (001) მიმართ სრული.

სიმაგრე 6—6.5.

ხვედრითი წონა 2.53—2.56.

მონატეხი ნიჟარისებრი, საფეხურისებრი.

გამჭვირვალეა.

წარმოშობა. არის ჰიდროთერმული წარმოშობის მინერალი. გვხვდება ჰიდროთერმულ საბადოებში, გრანიტულ პეგმატიტებსა და დაბალტემპერატურულ ალპური ტიპის ძარღვებში კვარცთან, ქლორიტებთან, ეპიდოტთან და აქტინოლიტთან ასოციაციაში. აღწერილია მეტამორფულ ქანებშიც (ფიქლები, გნეისები); გროვდება ქვიშრობებშიც.

საბადოები. საქართველოში ადულარის საბადოები არ არის. საზღვარგარეთის ქვეყნებიდან ცნობილია რუსეთში, ავსტრიაში, შვეიცარიაში, ინდოეთში, ახალ ზელანდიაში, მადაგასკარზე, ბრაზილიაში და სხვ.

გამოყენება. მთვარის ქვას იყენებენ სანახელავო ქვად.

მიკროკლინი, $K[AlSi_3O_8]$. Microklin

სახელწოდება. სახელი დაერქვა ტკეჩვადობის სიბრტყეებს შორის 90^0 კუთხიდან მცირეოდენი გადახრის გამო (ბერძ. ''მიკროს''—მცირე,''კლინოს''—დახრა).

ქიმიზმი. K_2O=16.9%, SiO_2=64.7%, Al_2O_3=18.4%. მიკროკლინის შედგენილობა ახლოსაა ორთოკლაზის შედგენილობასთან. მის სტრუქტურაში K-ს ყოველთვის ანაცვლებს Na.

ნაირსახეობა: ამაზონიტი—მწვანე ფერის მიკროკლინი, მზის ქვა — ნაპერწკალისებრ ოქროსფრად მოციმ-

ციმე მიკროკლინი (ციმციმი გამოწვეულია ჰემატიტის უწვრილესი ქერცლების კანონზომიერი შენაზარდებით).

სინგონია, სიმეტრიის კლასი, სივრცობრივი ჯგუფი. ტრიკლინური. პინაკოიდის კლასი. C_i^1.

კრისტალოგრაფია. გარეგნული იერით თითქმის არ განსხვავდება ორთოკლაზისაგან. გვხვდება მოკლე პრიზმული, სვეტისებრი იერის კრისტალებისა და მასიური, მარცვლოვანი და დენდრიტისებრი აგრეგატებისა და დრუზების სახით. გრანიტულ პეგმატიტებში ქმნის ორიგინალურ გრაფიკულ შენაზარდებს კვარცთან, რომელსაც მინერალოგიაში ''წერილი გრანიტის'' ან ''ებრაული ქვის'' სახელით იცნობენ. ქმნის პოლისინთეზურ და ბადისებრ მრჩობლებს — ძირითადად პერიკლინისა და ალბიტის კანონით; იშვიათად კარლსბადის, ბავენოსა და მანებახის კანონით.

ფიზიკური თვისებები:

ფერი თეთრი (ძირითადად), რუხი, მოყვითალო, ღია მწვანე, ვარდისფერი, წითელი, ყავისფერი.

ხაზის ფერი თეთრი.

ელვარება საღ მონატეხზე — მინისებრი, ტკეჩვადობის სიბრტყეზე — სადაფისებრი.

ტკეჩვადობა (001) მიმართ სრული, (010) მიმართ კარგი.

სიმაგრე 6—6.5.

ხვედრითი წონა 2.5—2.6.

მონატეხი ნიჟარისებრი, საფეხურისებრი.

დიაგნოსტიკური ნიშნები. მიაგავს ორთოკლაზს. მისგან განსხვავდება მხოლოდ ბადისებური მრჩობლებით, რომელთა დადგენა მხოლოდ მიკროსკოპის დახმარებით არის შესაძლებელი. ადვილად გამოიცნობა ფერით (ყველა ბაცი მწვანე და მწვანე მინდვრის შპატი მიკროკლინია), ტკეჩვადობით, სიმაგრით და დამახასიათებელი ''პერტიტული'' სტრუქტურით.

წარმოშობა. ორთოკლაზის მსგავსად მიკროკლინი არის გრანიტების, გრანიტული პეგმატიტების, სიენიტებისა და ჰიდროთერმული წარმოშობის ძარღვების ძირითადი ქანმაშენი მინერალი. გვხვდება მეტამორფულ (კრისტალური ფიქლები, გნეისები) და დანალექ (არკოზული ქვიშაქვები, კონგლომერატები და სხვ.) ქანებშიც.

საბადოები. საქართველოში ფართო გავრცელებით სარგებლობენ მიკროკლინიანი გრანიტები (რკვიის მიკროკლინიანი გრანიტები, ჭიათურის რაიონი), საზღვარგარეთის ქვეყნებიდან მიკროკლინის სამრეწველო მნიშვნელობის საბადოებია რუსეთში (ურალი, ილმენის მთების პეგმატიტები და სხვ.), ყაზახეთში, მადაგასკარზე (გამჭვირვალე ამაზონიტი), გერმანიაში, ნორვეგიაში, კანადაში, ბრაზილიაში, აშშ (ჩრდილო კაროლინის, დაკოტას, ვირჯინიის და მენის შტატები), პოლონეთში, კარელიაში (კარელიის პეგმატიტებში ნანახია მიკროკლინის 2000 -ტონიანი კრისტალი) და სხვ.

შეცვლა. მიკროკლინი ხშირად გადადის ალბიტში. ჰიდროთერმული პროცესების ზემოქმედებით — თიხებში.

გამოყენება. ძვირფასი ნედლეულია კერამიკული, მინისა და ფაიფურის მრეწველობისათვის. ამაზონიტსა და მზის ქვას ხმარობენ საიუველირო და დეკორატიულ ნაკეთობათა დასამზადებლად.

ანორთოკლაზი, $(Na,K)[AlSi_3O_8]$. Anorthoklas

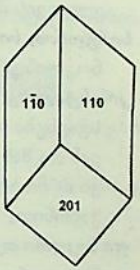
სახელწოდება. ბერძ. ''ანორთოკლაზი'' — არაორთოკლაზი (გარეგნულად ძალიან ჰგავს ორთოკლაზს).

ქიმიზმი. ანორთოკლაზი წარმოადგენს კალიუმისა და ნატრიუმის მინდვრის შპატებს შორის იზოვალენტური იზომორფიზმის მაგალითს K და Na იონური რადიუსების ზომების მნიშვნელოვანი განსხვავების მიუხედავად (K=1.33 Å, Na=0.98 Å). იზომორფიზმი ხორციელდება

მხოლოდ მაგმის სწრაფი კრისტალიზაციისას და მაღალი ტემპერატურის (900^0 C) პირობებში. ტემპერატურის 900^0 C ქვევით დაწევის შემთხვევაში ჰომოგენური კრისტალური ფაზა კალიუმიან და ნატრიუმიან მინდვრის შპატებად იშლება.

სინგონია, სიმეტრიის კლასი, სივრცობრივი ჯგუფი. ტრიკლინური. პინაკოიდის კლასი. C.I

კრისტალოგრაფია. ჩვეულებრივ განვითარებულია ფირფიტისებრი კრისტალების სახით (სურ. 130). ქმნის მარცვლოვან აგრეგატებს. ახასიათებს ალბიტური და პერიკლინური კანონით დამრჩობლება.



სურ. 130. ანორთოკლაზის კრისტალი

ფიზიკური თვისებები:

ფერი მოთეთრო, მოყვითალო, რუხი, მოწითალო.

ხაზის ფერი თეთრი.

ელვარება მინისებრი.

ტკეჩვადობა (110) მიმართ სრული.

სიმაგრე 6—6.5.

ხვედრითი წონა 2—2.65.

მონატეხი ნიჟარისებრი.

წარმოშობა. ანორთოკლაზი არის მაღალტემპერატურული მინდვრის შპატი. წარმოიშობა მაგმის სწრაფი კრისტალიზაციის დროს. არის ნატრიუმით მდიდარი ინტრუზიული და ეფუზიური მაგმური ქანების ძირითადი ქანმაშენი მინერალი. აკრძალულ მინერალად ითვლება მეტამორფულ ქანებში (კრისტალურ ფიქლებში).

საბადოები. ანორთოკლაზის საბადოები ცნობილია იტალიაში (პირველად იქნა დადგენილი პანტელერიას ანდეზიტურ ლავებში), საფრანგეთში, აშშ (იელოუსტონის პარკი), მონღოლეთში, ავსტრალიაში, შოტლანდიაში, ანტარქტიდაში, ნორვეგიაში და სხვ.

გამოყენება. არის ძვირფასი ნედლეული კერამიკული მრეწველობისათვის.

K– Ba მინდვრის შპატების რიგი

ცელზიანი, $Ba[Al_2Si_2O_8]$. Zelsian

სახელწოდება. სახელი დაერქვა შვედი ფიზიკოსის და ასტრონომის— ა. ცელსიას პატივსაცემად.

ქიმიზმი. BaO=35-45%. მინარევების სახით თითქმის ყოველთვის შეიცავს Ca, Na, Sr.

სინგონია, სიმეტრიის კლასი, სივრცობრივი ჯგუფი. მონოკლინური. პრიზმის კლასი. L^2PC; 2/m.

კრისტალოგრაფია. კრისტალთა ფორმებით დიდად ემსგავსება ორთოკლაზსა და ადულარს. ქმნის მარცვლოვან და მასიურ აგრეგატებს. დამახასიათებელია მარტივი მრჩობლები — მანებახის, ბავენოსა და კარლსბადის კანონით.

ფიზიკური თვისებები:

ფერი თეთრი, უფერო, წყლისებრ გამჭვირვალე, მოცისფრო, მომწვანო, მოყვითალო ელფერით, იშვიათად წითელი.

ხაზის ფერი თეთრი.

ელვარება მინისებრი, ტკეჩვადობის სიბრტყეზე — სადაფისებრი.

ტკეჩვადობა (001) მიმართ სრული, (010) მიმართ კარგი, (110) მიმართ არასრული.

სიმაგრე 6—6.5.

ხვედრითი წონა 3.2—3.45.

მონატეხი საფეხურისებრი, უსწორმასწორო.

დიაგნოსტიკური ნიშნები. დანარჩენი მინდვრის შპატებისაგან განსხვავდება შედარებით მაღალი ხვედრითი წონით, სადაფისებრი ელვარებით და პოლისინთეზური მრჩობლების უქონლობით.

წარმოშობა. ცელზიანი იშვიათი მინერალია. ზოგჯერ გვხვდება კონტაქტ-მეტასომატურ საბადოებში — რო-

დონიტთან და როდოქროზიტთან ერთად. ნანახია გნეისებში — კვარცთან და ბიოტიტთან ასოციაციაში.

საბადოები. საქართველოში ცელზიანის საბადოები არ არის. საზღვარგარეთის ქვეყნებიდან ცნობილია რუსეთში (ბაიკალისპირეთი, ურალი და სხვ.), უკრაინაში, ავსტრალიაში, ინგლისში (უელსი), შვეციაში, საქსონიაში, იაპონიაში, აფრიკაში (ნამიბია) და სხვ.

გამოყენება. პრაქტიკულად ფასეული მინერალი არ არის.

ჰიალოფანი, (K,Ba) $(Al,Si)_2$ $[Si_2O_8]$. Hyalophan

სახელწოდება. სახელი დაერქვა მინისებრი იერის გამო (ბერძ. ,,ჰიალოს'' — მინა, ,,ფაინეი'' — იერი).

ქიმიზმი. BaO=2-23%. ჰიალოფანი არის ორთოკლაზისა და ცელზიანის შუალედური წევრი, რომელიც თავისი გარეგნული და ფიზიკური თვისებებით ახლოს დგას ორთოკლაზთან.

სინგონია, სიმეტრიის კლასი, სივრცობრივი ჯგუფი. მონოკლინური. პრიზმის კლასი. L^2PC; 2/m.

კრისტალოგრაფია. კრისტალთა ფორმებით დიდ მსგავსებას იჩენს ორთოკლაზთან, ცელზიანთან და ადულართან.

ფიზიკური თვისებები:

ფერი. უფერო, წყლისებრ გამჭვირვალე, თეთრი, მოცისფრო, მოყვითალო, იშვიათად მოწითალო.

ხაზის ფერი თეთრი

ელვარება მინისებრი, ტკეჩვადობის სიბრტყეზე — სადაფისებრი.

ტკეჩვადობა (001) მიმართ სრული, (010) მიმართ კარგი, (110) მიმართ არასრული.

სიმაგრე 6—6.5.

ხვედრითი წონა 3—3.3.

მონატეხი ნიჟარისებრი, ხიწვისებრი.

მჟავებში არ იხსნება.

წარმოშობა. ჰიალოფანი ცელზიანის მსგავსად იშვიათი მინერალია. გვხვდება მანგანუმის საბადოებში, პეგმატიტებში. და ზოგჯერ მეტამორფულ ქანებში (გნეისები). ბარიუმით მდიდარი ჰიალოფანი დადგენილია კონტაქტ-მეტასომატურ საბადოებში კალციტთან, აპატიტთან, სკაპოლიტთან, დიოპსიდთან ასოციაციაში.

საბადოები. საქართველოში ჰიალოფანის საბადოები არ არის. საზღვარგარეთის ქვეყნებიდან ცნობილია რუსეთში (ირკუტსკის ოლქი და სხვ), კანადაში, ავსტრალიაში, შვეციაში, იუგოსლავიაში, შვეიცარიაში და სხვ.

გამოყენება. პრაქტიკული თვალსაზრისით საინტერესო მინერალი არ არის.

Ca–Na მინდვრის შპატების (პლაგიოკლაზები) რიგი

პლაგიოკლაზებს სახელი ირიბად პობადობის გამო დაერქვა (ბერძ. ''პლაგიოს'' — ირიბი, ''კლასის'' — პობა, ხლეჩვა). პლაგიოკლაზებში ტკეჩვადობის ბზარებს შორის კუთხე სხვა მინდვრის შპატებისაგან განსხვავებით 90^0 ნაკლებია და 85-86^0 უტოლდება.

მომატებული ტემპერატურის პირობებში პლაგიოკლაზები ქმნის მყარი ხსნარების უწყვეტ რიგს სუფთა ალბიტიდან ($Na[AlSi_3O_8]$) სუფთა ანორთიტამდე ($Ca[Al_2Si_2O_8]$). უმნიშვნელო რაოდენობით ყოველთვის შეიცავს ორთოკლაზის მოლეკულას.

პლაგიოკლაზების საკლასიფიკაციო სქემა შემოთავაზებულ იქნა ე. ფედოროვის მიერ. კლასიფიკაციას საფუძვლად დაედო პლაგიოკლაზებში ანორთიტული მოლეკულის (An) პროცენტული შემცველობა. ამ ნიშნით პლაგიოკლაზები დაყოფილია ცვალებადი შედგენილობის 100 ნომრის 6 მინერალად.

ალბიტი	An_0 - An_{10}
ოლიგოკლაზი	An_{10} - An_{30}
ანდეზინი	An_{30} - An_{50}
ლაბრადორი	An_{50} - An_{70}
ბიტოვნიტი	An_{70} - An_{90}
ანორთიტი	An_{90} - An_{100}

პლაგიოკლაზის ნომრის განსაზღვრა ხდება ანორთიტული მოლეკულის პროცენტული შემცველობის მიხედვით. მაგალითისათვის, 56 ნომრის პლაგიოკლაზის შედგენილობა პასუხობს ანორთიტის 56%-ისა და ალბიტის 44%-ის იზომორფულ ნარევს. ამ შედგენილობის პლაგიოკლაზი ლაბრადორის რიგს შეესაბამება. ანალოგიურად გამოითვლება სხვა დანარჩენი ნომრის პლაგიოკლაზების შედგენილობაც.

კაჟმიწის (SiO_2) შემცველობა ალბიტიდან ანორთიტის მიმართულებით მცირდება, სამაგიეროდ იზრდება ანორთიტის მოლეკულა და პირიქით. ამ თავისებურების მიხედვით პლაგიოკლაზებს ყოფენ: მჟავე (N=0-30), საშუალო (N=30-50) და ფუძე (N=50-100) რიგებად. პირველ მათგანს მიეკუთვნება ალბიტი და ოლიგოკლაზი, მეორეს — ანდეზინი, მესამეს — ლაბრადორი, ბიტოვნიტი და ანორთიტი.

პლაგიოკლაზები კრისტალდება ტრიკლინურ სინგონიაში. გვხვდება როგორც კარგად განვითარებული კრისტალების, ასევე ჩანაწინწკლებისა და მარცვლოვანი აგრეგატების სახით მაგმურ (ძირითადად ეფუზიურ) ქანებში. პეგმატიტურ ძარღვებში ხშირად ქმნის დრუზებს.

პლაგიოკლაზებში ფართოდ არის გავრცელებული პოლისინთეზური მრჩობლები ძირითადად ალბიტისა და იშვიათად პერიკლინის კანონით. ამ ტიპის მრჩობლები ძირი-

თადად დამახასიათებელია ეფუზიური მაგმური ქანებისათვის, მეტამორფულ ქანებში შედარებით იშვიათია.

საღი პლაგიოკლაზები ჩვეულებრივ თეთრია, უფეროა, თუმცა ჩანართების გამო ფერი იცვლება. მაგალითად, ანორთიტის ვარდისფერი და ლურჯი ფერები გამოწვეულია სილიმანიტის ან ლურჯი კორუნდის ჩანართებით; ბიტოვნიტის, ლაბრადორის და ოლიგოკლაზის კრისტალების შავი ფერი — რკინის მინერალების ჩანართებით.

პლაგიოკლაზები ხასიათდება მინის ელვარებით, სრული ტკეჩვადობით (001) და (010) მიმართ 86° კუთხით, მაღალი სიმაგრით (6—6.5) და დაბალი ხვედრითი წონით (2.6—2.75) (ხვედრითი წონა ალბიტიდან ანორთიტამდე იზრდება).

პლაგიოკლაზები მაგმური წარმოშობის მინერალებია. გვხვდება თითქმის ყველა ტიპის მაგმურ ქანებში (ულტრაფუძე ქანების გარდა); ასევე ითვლება ძალიან ბევრი მეტამორფული ქანის ქანმაშენ მინერალებად, სადაც მათ შედგენილობას განსაზღვრავს წარმოშობის თერმოდინამიკური პირობები და მეტამორფიზმის ხარისხი. ცნობილია სკარნებსა და გრეიზენებში. პლაგიოკლაზები მონაწილეობს ხონდრიტების აგებულებაში (კანადაში კლიაუოტერისა და მანიკოუგანის მეტეორიტულ კრატერში აღწერილია მასკელინიტი—პლაგიოკლაზური შედგენილობის მინა). ბიტოვნიტ-ანორთიტული შედგენილობის პლაგიოკლაზები დადგენილია მთვარის ქანების მრავალ ნიმუშში მაგნიუმისა და რკინის მინარევებით და ჭარბი კაჟმიწით.

ეკზოგენურ პირობებში პლაგიოკლაზები არამდგრადი მინერალებია და ადვილად ექვემდებარება გარდაქმნას. მთლიანად გადადის კაოლინიტში და სმექტიტებში.

პლაგიოკლაზები ფართოდ გამოიყენება კერამიკულ მრეწველობაში; ზოგიერთი მათგანი (ლაბრადორიტი, ბელომორიტი) მოსაპირკეთებელ ქვებად და სხვადასხვა ნაკეთობების დასამზადებლად.

ალბიტი, $Na[AlSi_3O_8]$. Albit

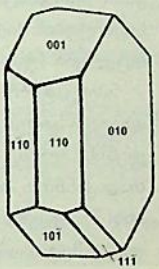
სახელწოდება. სახელი დაერქვა თეთრი ფერის გამო. (ლათ. ,ალბუს'' — თეთრი).

ქიმიზმი. An=0-10%. მინარევების სახით თითქმის ყოველთვის შეიცავს K^+-ს. წარმოადგენს იზომორფული ნარევის ბოლო წევრს.

ნაირსახეობები: შაქრისებრი ალბიტი — წვრილმარცვლოვანი აგრეგატების მქონე ალბიტია; კლეველანდიტი — თეთრი ან მოცისფრო ფირფიტისებრი ალბიტია.

სინგონია, სიმეტრიის კლასი, სივრცობრივი ჯგუფი. ტრიკლინური. პინაკოიდის კლასი. $C\bar{1}$.

კრისტალოგრაფია. კრისტალები, როგორც წესი, ფირფიტისებრი, ზოგჯერ პრიზმული იერის ხ ღერძების სწვრივად წაგრძელებული (სურ. 131). ხშირად ქმნის დრუზებს და ჯაგრისისებრ კრისტალებს. ახასიათებს მარტივი და პოლისინთეზური მრჩობლები.



სურ. 131. ალბიტის კრისტალი

ფიზიკური თვისებები:

ფერი. სუფთა ალბიტი თეთრია. მინისებრ გამჭვირვალე, მინარევების გამო მომწვანო, მოვარდისფრო, იშვიათად მოლურჯო.

ხაზის ფერი თეთრი.

ელვარება მინისებრი, ტკეჩვადობის სიბრტყეზე —სადაფისებრი.

ტკეჩვადობა (001) მიმართ სრული, (010) მიმართ — კარგი.

სიმაგრე 6—6.5.

ხვედრითი წონა 2.62.

მონატეხი საფეხურისებრი, უსწორმასწორო.

დიაგნოსტიკური ნიშნები. დანარჩენი მინდვრის შპატებისაგან განსხვავდება ალბიტის კანონის პოლისინთეზური მრჩობლების უპირატესი განვითარებით. HCl-ში უხსნადობით.

წარმოშობა. არის მაგმური წარმოშობის მინერალი. წარმოადგენს გრანიტებისა და გრანიტული პეგმატიტების ძირითად ქანმშენ მინერალს — ორთოკლაზთან, ტოპაზთან, ბერილთან, კვარცთან, ქლორიტებთან, ტალკთან ასოციაციაში. არის ასევე ტუტე გრანიტებისა და სიენიტების ძირითადი ქანმშენი მინერალი. ფართო გავრცელება აქვთ წყალქვეშა ამოფრქვევის პროდუქტებში — სპილიტებში. ალბიტი წარმოადგენს მეტამორფიზმის დაბალი საფეხურის ქანების (ქლორიტ-ალბიტიანი ფიქლების, ალბიტ-ეპიდოტ-ქლორიტიანი ფაციესის) ძირითად ქანმშენ მინერალს. სუფთა ალბიტი ძარღვების სახით შეიძლება შეგვხვდეს ზოგიერთ ფიქლებში და კონტაქტ-მეტასომატურ (სკარნები) ქანებში ციოზიტთან ასოციაციაში. ცნობილია აუტიგენური ალბიტიც — დოლომიტიზირებულ და ოოლითურ კირქვებში. წარმოადგენს ალპური ტიპის ძარღვების ძირითად შემადგენელ მინერალს.

საბადოები. საქართველოში ალბიტის საბადოები არ არის. საზღვარგარეთის ქვეყნებიდან ცნობილია: რუსეთში (ურალზე, ილმენის მთები), ავსტრიაში, შვეიცარიაში, საფრანგეთში და სხვ.

შეცვლა. ალბიტი ჩნდება 460^0 C და მის ზემოთ. 460^0 C ქვევით მისი შეცვლის პროდუქტია ანალციმი.

გამოყენება. ზოგჯერ იყენებენ კერამიკის წარმოებაში.

ოლიგოკლაზი, $(Na,Ca)[(Si,Al)AlSi_2O_8]$. Oligoklas.

სახელწოდება. სახელი დაერქვა ალბიტთან შედარებით ტკეჩვადობის დაბალი ხარისხის გამო (ბერძ. ''ოლიგოს'' — პატარა, მცირე, ''კლასის''— ბზარი, ნაპრალი).

ქიმიზმი. An=10-30%.

ნაირსახეობა: ბელომორიტი — ნაზი ცისფერი ირიზაციის ოლიგოკლაზი.

სინგონია, სიმეტრიის კლასი, სივრცობრივი ჯგუფი. ტრიკლინური. პინაკოიდის კლასი. C.1.

კრისტალოგრაფია. დამახასიათებელია მსხვილი, კარგად განვითარებული კრისტალები. გვხვდება ჩანაწინწკლების სახით. ჩვეულებრივ ქმნის პოლისინთეზურ მრჩობლებს.

ფიზიკური თვისებები:

ფერი თეთრი, მოყვითალო, თითქმის შავი (Fe მინარევების გამო), მოწითალო, მომწვანო; მოყვითალო; ტკეჩვადობის სიბრტყეზე დაიკვირვება ირიზაციის მოვლენები.

ხაზის ფერი თეთრი.

ელვარება მინისებრი, ტკეჩვადობის სიბრტყეზე — სადაფისებრი.

ტკეჩვადობა (001) მიმართ სრული.

სიმაგრე 6—6.5.

ხვედრითი წონა 2.6—2.66.

მონატეხი ნიჟარისებრი, უსწორმასწორო.

დიაგნოსტიკური ნიშნები. ადვილად გამოიცნობა ფერით და ტკეჩვადობის სიბრტყეზე პარალელური შტრიხების არსებობით, მჟავებში იხსნება ძნელად.

წარმოშობა. არის მაგმური წარმოშობის ძირითადი ქანმაშენი მინერალი გრანიტებში, გრანიტ-პეგმატიტებში, რიოლითებსა და სიენიტებში. გვხვდება მეტამორფიზმის საშუალო საფეხურის ქანებში. ნაპოვნია ხონდრიტებშიც. ხშირად ქმნის შენაზარდებს ურანის შემცველ მინერალებთან.

გამოყენება. იყენებენ კერამიკის წარმოებაში და სანახელაო ქვად (ბელომორიტი).

ანდეზინი, Andesin

სახელწოდება. სახელი დაერქვა მისი აღმოჩენის ადგილის — ანდების მიხედვით.

ქიმიზმი. An=30-50%. არის პლაგიოკლაზების იზომორფული ნარევის შუა წევრი.

სინგონია, სიმეტრიის კლასი, სივრცობრივი ჯგუფი. ტრიკლინური. პინაკოიდის კლასი. C.1.

კრისტალოგრაფიული დახასიათება. კრისტალების სახით იშვიათია; ჩვეულებრივ გვხვდება უსწორმასწორო მარცვლების სახით. ქმნის მრჩობლებს — ალბიტის, კარლსბადისა და პერიკლინური კანონით.

ფიზიკური თვისებები:

ფერი მოთეთრო, მოყვითალო, მომწვანო, რუხი.

ხაზის ფერი თეთრი.

ელვარება მინისებრი.

სიმაგრე 6—6.5.

ხვედრითი წონა 2.6—2.7.

მონატეხი უსწორმასწორო, ნიჟარისებრი.

წარმოშობა. ანდეზინი არის საშუალო შედგენილობის მაგმური ქანების (დიორიტ-ანდეზიტები) ძირითადი ქანმშენი მინერალი. გვხვდება მეტამორფიზმის საშუალო საფეხურის მეტამორფულ (გრანულიტური ფაციესი) და დანალექ (არკოზულ ქვიშაქვები) ქანებში.

საბადოები. საქართველოში ფართოდ არის გავრცელებული ანდეზინის შემცველი მაგმური და მეტამორფული ქანები; საზღვარგარეთის ქვეყნებიდან ცნობილი საბადოებია ჩეხოსლოვაკიაში, რუსეთში, გერმანიაში და სხვ.

გამოყენება. პრაქტიკულად საინტერესო მინერალი არ არის.

ლაბრადორი, Labrador

სახელწოდება. პირველად ნანახი იქნა ლაბრადორის ნახევარკუნძულთან (ჩრდილო ამერიკა) ახლოს მდებარე წმინდა პავლეს კუნძულზე, თუმცა სახელწოდება ლაბრადორის ნახევარკუნძულის მიხედვით დაერქვა.

ქიმიზმი. An=50-70%.

ნაირსახეობა: ლაბრადორიტი — მუქი მსხვილმარცვლოვანი, მონომინერალური ქანია, ტკეჩვადობის ბზარების გასწვრივ დამახასიათებელი მთლიანი ან ლოკალური კაშკაშა ირიზაციით.

სინგონია, სიმეტრიის კლასი, სივრცობრივი ჯგუფი. ტრიკლინური. პინაკოიდის კლასი. C.1.

კრისტალოგრაფია. ქმნის ფირფიტისებრ ფენოკრისტალებს და მკვრივ მსხვილკრისტალურ აგრეგატებს. პრიზმული იერის კრისტალების სახით იშვიათად ან საერთოდ არ გვხვდება. ახასიათებს პოლისინთეზური მრჩობლები.

ფიზიკური თვისებები:

ფერი თეთრი, ნაცრისფერი, შავი, ყავისფერი, ლურჯი.

ხაზის ფერი თეთრი.

ელვარება მინისებრი, სადაფის.

ტკეჩვადობა (001) და (010) მიმართ სრული.

სიმაგრე 6—6.5.

ხვედრითი წონა 2.7.

მონატეხი ნიჟარისებრი.

დიაგნოსტიკური ნიშნები. ადვილად გამოიცნობა ფერით, მუავებში ხსნადობით, ტკეჩვადობის სიბრტყეების გასწვრივ დამახასიათებელი ლურჯი ფერის ირიზაციით და პოლისინთეზური მრჩობლებით.

წარმოშობა. ლაბრადორი ფართოდ გავრცელებული მაგმური წარმოშობის მინერალია. არის ფუძე ქანების (გაბრო-ბაზალტის ჯგუფი) ძირითადი ქანმაშენი მინერალი.

გვხვდება ზოგიერთ მეტამორფულ ქანებში და არკოზულ ქვიშაქვებში.

საბადოები. საქართველოში ფართო გავრცელებით სარგებლობს ლაბრადორის შემცველი ქანები (გაბრო, ბაზალტი, დოლერიტი და სხვა). სამრეწველო მნიშვნელობის საბადოებია უკრაინაში (ჟიტომირის საბადო), გერმანიაში, რუსეთში (კარელია), ჩრდოლო ამერიკაში (ლაბრადორის ნახევარკუნძული), კანადაში, კუნძულ. მადაგასკარზე, ავსტრალიაში, მექსიკაში და სხვა.

გამოყენება. გამოიყენება მოსაპირკეთებელ ქვად. ლაბრადორის შემცველი მაგმური ქანები წარმოადგენს ძვირფას სამშენებლო მასალას.

ბიტოვნიტი, (Ca, Na)[(Al, Si)Al Si_2O_8]. Bitovnit

სახელწოდება. სახელი დაერქვა მისი პირველი აღმოჩენის ადგილის — ბიტაუნის (ამჟამად ოტავა) მიხედვით.

ქიმიზმი. An=70-90%.

სინგონია, სიმეტრიის კლასი,სივრცობრივი ჯგუფი. ტრიკლინური. პინაკოიდის კლასი C. 1.

კრისტალოგრაფია. ძირითადად გვხვდება უსწორმასწორო მარცვლებისა და მასიური აგრეგატების სახით. იშვიათად ქმნის ფენოკრისტალებს.

ფიზიკური თვისებები:

ფერი თეთრი, მომწვანო, შავი, მოლურჯო, რუხი-ნაცრისფერი.

ხაზის ფერი თეთრი.

ელვარება მინისებრი სადაფის.

სიმაგრე 6—6.5.

ხვედრითი წონა 2.7.

მონატეხი ნიჟარისებრი, უსწორმასწორო.

წარმოშობა. ბიტოვნიტი არის ფუძე ქანების (გაბრო-ბაზალტის ჯგუფი) მთავარი ქანმაშენი მინერალი. ფენოკრისტალების სახით გვხვდება ბაზალტებში. აღწერილია ქვიურ მეტეორიტებშიც.

საბადოები. ცნობილია ნორვეგიაში, კანადაში, საფრანგეთში, გერმანიაში და სხვ.

გამოყენება. პრაქტიკულად საინტერესო მინერალი არ არის.

ანორთიტი, $Ca[Al_2Si_2O_8]$. Anortit.

სახელწოდება. სახელი დაერქვა ტრიკლინურ სინგონიაში დაკრისტალების გამო (ბერძ. ''ანორთოს'' — ირიბი, არასწორი).

ქიმიზმი. An=90-100%. არის პლაგიოკლაზების იზომორფული რიგის კიდურა წევრი. მინარევების სახით შეიცავს: K^+, Mg^{2+}, Fe^{2+}.

ნაირსახეობა. ანორთოზიტი — ანორთიტით აგებული მონომინერალური ქანი.

სინგონია, სიმეტრიის კლასი, სივრცობრივი ჯგუფი. ტრიკლინური. პინაკოიდის კლასი. C.1.

კრისტალოგრაფია. ძირითადად განვითარებულია ფენოკრისტალების, ზოგჯერ მოკლესვეტისებრი პრიზმული და (010) მიმართ წაგრძელებული კრისტალების სახით. ქმნის მასიურ და უსწორმასწორო ფორმის მარცვლოვან აგრეგატებს.

ფიზიკური თვისებები:

ფერი თეთრი, ზოგჯერ მოწითალო, მოყვითალო ან მოვარდისფრო, მოწითალო.

ხაზის ფერი თეთრი.

ელვარება მინისებრი, სადაფისებრი.

ტკეცვადობა (001) მიმართ სრული, (010) მიმართ არასრული.

სიმაგრე 6.

ხვედრითი წონა 2,76.

წარმოშობა. არის ფერადი კომპონენტებით გამდიდრებული ფუძე ინტრუზიული და ეფუზიური ქანების ძირითადი ქანმაშენი მინერალი. ნაპოვნია პიროკლასტური ქანების სიცარიელეებსა და ზოგიერთ მეტეორიტებში.

საბადოები. საქართველოში ანორთიტის საბადოები არ არის. საზღვარგარეთის ქვეყნებიდან ცნობილია რუსეთში (სამხრეთ ურალი), იტალია, მადაგასკარზე, ინდოეთში, იაპონიაში და სხვა.

შეცვლა. ჰიდროთერმული შეცვლის პირობებში ანორთიტი და საერთოდ Ca-ით მდიდარი პლაგიოკლაზები განიცდის სოსიურიტიზაციას (სოსურიტი არის ცოიზიტის, ეპიდოტის, კვარცის, ალბიტის, სერიციტის, სკაპოლიტის ნარევი). ანორთიტის შეცვლის პროდუქტებია: ეპიდოტი. ცოიზიტი, კალციტი, ცეოლითები.

გამოყენება. პრაქტიკულად ფასეული მინერალი არ არის.

შეცვლა. ჰიდროთერმული ხსნარების ზემოქმედებით ადვილად გადადის ცეოლითებში, კარბონატებში, კაოლინიტში, ქარსებში და სხვ.

გამოყენება. პრაქტიკულად ფასეულ მინერალს არ წარმოადგენს.

ფელდშპატოიდების ჯგუფი

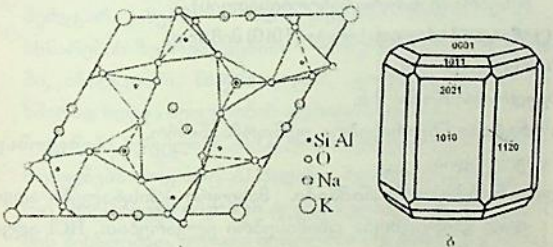
ფელდშპატოიდები წარმოადგენს Na და K (იშვიათად Ca) უწყლო $[AlSiO_4]$ სტრუქტურული ტიპის ალუმოსილიკატებს. ფელდშპატოიდები წარმოიშობა კაჟმინით გაუჯერებელი და ტუტეებით გამდიდრებული მაგმის კრისტალიზაციისას — აქროლადი კომპონენტების (SO_2, CO_2 და სხვ.) მომატებული აქტიურობის პირობებში.

შედგენილობის მიხედვით ფელდშპატოიდები იყოფა: Na, K (ნეფელინი) K (ლეიციტი), Na (სოდალიტი) და Na,Ca (კანკრინიტი, ლაზურიტი) რიგებად.

ნეფელინი, (Na, K) [Al Si O_4]. Nephelin

სახელწოდება. ნეფელინი მჟავებში ჩაძირვისას კარგავს მოხაზულობის მკაფიოობას და ხდება ღრუბლის მსგავსი (ბერძ. ''ნეფელე"—ღრუბელი).

ქიმიზმი. K_2O=11%, Na_2O=17%, Al_2O_3=34,6% მინარევების სახით შეიცავს: Rb, Ca, Be. ნეფელინის სტრუქტურას განიხილავენ, როგორც მაღალტემპერატურული ტრიდიმიტის დამახინჯებულ სტრუქტურას, რომელშიც სილიციუმის ატომების ნახევარი ჩანაცვლებულია ალუმინით, ხოლო სტრუქტურის ელექტრონეიტრალობის აღდგენა ხდება სტრუქტურის სიცარიელეებში შემავალი ნატრიუმის ეკვივალენტური რაოდენობის იონებით (სურ.132ა).



სურ. 132 . ნეფელინის სტრუქტურა (ა) კრისტალი (ბ)

ნაირსახეობა: ელეოლითი — ხორცისებრ-მოწითალო, მასიური, ცხიმისებრი ელვარების მსხვილკრისტალური გაუმჭვირვალე ნეფელინი.

სინგონია, სიმეტრიის კლასი, სივრცობრივი ჯგუფი. ჰექსაგონური. ჰექსაგონური პირამიდის კლასი. L^6 6.

კრისტალოგრაფია. კრისტალების სახით იშვიათია. დამახასიათებელია წვრილი, მოკლესვეტოვანი, პრიზმული იერის კრისტალები ექვსკუთხოვანი განივი კვეთებით — (10$\bar{1}$0), (11$\bar{2}$0), (0001) წახნაგების უპირატესი განვითარებით (სურ. 132ბ). გვხვდება ჩანაწინწკლების, უსწორო მარცვლებისა და მკვრივი მასიური აგრეგატების სახით. ხშირად განვითარებულია ქანებში არსებულ სიცარიელეებში. ზოგჯერ შეიცავს კალიშპატის პოიკილიტურ ჩანაზარდებს.

ფიზიკური თვისებები:

ფერი თეთრი, რუხი, ხორცისებრ მოწითალო, მოყვითალო, მომწვანო, ყავისფერი.

ხაზის ფერი თეთრი.

ელვარება მინისებრი (გამჭვირვალე სახეობისათვის), ცხიმისებრი (მასიური სახეობისათვის).

ტკეჩვადობა ძალიან სუსტი (10$\bar{1}$0) მიმართ.

სიმაგრე 5,5—6.

ხვედრითი წონა 2.6.

მონატეხი ნიჟარისებრი, უსწორმასწორო.

მსხვრევადია.

დიაგნოსტიკური ნიშნები. მასიური კრისტალები ადვილად გამოიცნობა ცხიმისებრი ელვარებით, HCl ადვილად ხსნადობით. მიაგავს კვარცს, რომლისაგანაც დაბალი სიმაგრით განსხვავდება.

წარმოშობა. არის მაგმური წარმოშობის მინერალი. წარმოადგენს კაჟმიწით გაღარიბებული და ტუტეებით გამდიდრებული ინტრუზიული და ეფუზიური ქანების (სიენიტები, ნეფელინიანი სიენიტები და მათი პეგმატიტები) მთავარ ქანმაშენ მინერალს. ჩნდება საშუალო და მჟავე მაგმებისა და Ca მდიდარი დანალექი ქანების (კირქვე-

ბის) კონტაქტის ზონაში. ფართო გავრცელება აქვთ ტუტე გრანიტულ პეგმატიტებში. ნეფელინის თანამგზავრი მინერალებია: ეგირინი, აპატიტი, მინდვრის შპატები, ბიოტიტი, ცირკონი, ილმენიტი და სხვ. არასოდეს გვხვდება კვარცთან.

საბადოები. საქართველოში ნეფელინის საბადოები არ არის. საზღვარგარეთის ქვეყნებიდან ნეფელინის მსოფლიო მნიშვნელობის საბადოა რუსეთში (კოლის ნახევარკუნძულისა და ილმენის მთების ნეფელინიანი სიენიტები — აპატიტთან ასოციაციაში), იტალიაში (ნანახი იქნა ვეზუვის ლავებში), გერმანიაში, აშშ (არიზონას შტატი), ნორვეგიაში, გრენლანდიაში და სხვ.

შეცვლა. ზედაპირულ პირობებში ნეფელინი გადადის თეთრ, ფხვიერ Al ჰიდრატებისა და ცეოლითებისაგან შემდგარ ქანებში — შპრეუშტეინში. ჰიდროთერმული ხსნარების ზემოქმედებით — კანკრინიტში, სოდალიტში, ანალციმში, ნატროლიტში, ტომსონიტში და სხვ. ხშირად ხდება ნეფელინის ალბიტიზაციაც.

გამოყენება. ნეფელინი Al_2O_3 დიდი შემცველობის გამო გამოიყენება როგორც Al მადანი. შეიძლება გამოყენებული იქნეს ასევე იშვიათი ტუტე მეტალებისა და გალიუმის მისაღებად. სუფთა ნეფელინი (Fe გარეშე) გამოიყენება როგორც მინდვრის შპატების შემცვლელი მინის წარმოებაში. წარმატებით იყენებენ ტყავის, საფეიქრო, ხის დამამუშავებელ და რეზინის წარმოებაში, სოდების მისაღებად და სხვ.

ლეიციტი, $K[AlSi_2O_6]$. Leizit

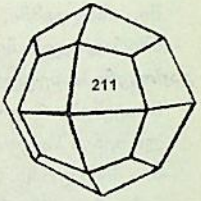
სახელწოდება. სახელი დაერქვა თეთრი ფერის გამო (ბერძ. ''ლეიკოს'' — ნათელი, თეთრი).

ქიმიზმი. ლეიციტის შედგენილობა ახლოსაა მის ფორმულასთან. K_2O=21,5%, Al_2O_3=23,5%, SiO_2=55,0%; K-ს შეიძლება იზომორფულად ჩაენაცვლოს Na მცირე რაოდენობით.

ნაირსახეობა: ფსევდოლეიციტი არის ნეფელინის + ორთოკლაზის + ანალციმის ნარევის ფსევდომორფოზა ლეიციტის მიმართ.

სინგონია, სიმეტრიის კლასი, სივრცობრივი ჯგუფი. კუბური (605^0 C ან მის ზევით) ჰექსაოქტაედრის კლასი. $3L^4\,4L_6^3\,6\,L^2\,9PC$; $4/m\bar{3}2m$; ტეტრაგონული (605^0 C ქვევით) ტეტრაგონული დიპირამიდის კლასი. $L^4\,PC$; $4/m$.

კრისტალოგრაფია. ჩვეულებრივ გვხვდება ტეტრაგონტრიოქტაედრული და კარგად განვითარებულ იზომეტრული ტრაპეციოიდული იერის კრისტალების სახით (სურ. 133). იშვიათად — მარცვლოვანი აგრეგატების სახით. დაბალი ტემპერატურის პირობებში ლეიციტი ქმნის ფსევდომორფოზებს მაღალტემპერატურული მოდიფიკაციის მიმართ, ახასიათებს მრჩობლებიც (110) მიმართ.



სურ. 133. ლეიციტის კრისტალი

ფიზიკური თვისებები:

ფერი თეთრი, უფერო, მონაცრისფრო, მოყვითალო ან მოწითალო.

ხაზის ფერი თეთრი.

ელვარება საღ მონატეხზე მინისებრი, წახნაგებზე — მკრთალი.

ტკეჩვადობა (100) მიმართ ძალიან სუსტი.
სიმაგრე 5—6.
ხვედრითი წონა 2.47.
მონატეხი ნიჟარისებრი.
მსხვრევადია.

დიაგნოსტიკური ნიშნები. ადვილად გამოიცნობა ინტენსიური შეფერილობის უქონლობით, ვულკანური ქანების სიცარიელეებში კარგად დანახნაგებული ფენოკრისტალების არსებობით, მინერალთა ასოციაციით (კვარცის გარეშე), HCl-ში ხსნადობით. კრისტალთა ფორმებით წააგავს ანალციმს. ეს უკანასკნელი ქანში არსებულ სიცარიელეებსა და ნაპრალებში ქმნის კარგად დაწახნაგებულ ფენოკრისტალებს, მაშინ, როდესაც ლეიციტი ქანის წვრილმარცვლოვან ძირითად მასაში ჩანანინწკლების სახით მონაწილეობს.

წარმოშობა. ლეიციტი არის იშვიათი მინერალი. ტიპური მინერალია კაჟმიწით გაღარიბებულ და K გამდიდრებულ ეფუზიური ქანებისათვის (ლეიციტიანი ბაზალტები, ლეიციტოფირები, ვულკანური ფერფლი და სხვ.). იშვიათად ან საერთოდ არ გვხვდება ინტრუზიულ ქანებში.

საბადოები. საქართველოში ლეიციტის საბადოები არ არის. საზღვარგარეთის ქვეყნებიდან ცნობილია: რუსეთში (ბაიკალისპირეთი), იტალიაში (ვეზუვი, მონტე-სომა), ავსტრალიაში, ზაირის რესპუბლიკაში, აშშ (ვაიომინგის შტატი) და სხვ.

შეცვლა. ლეიციტი ხშირად იცვლება ფსევდოლეიციტით, კაჟმიწით მდიდარ გარემოში ადვილად გადადის ორთოკლაზში, სერიციტში და სხვ.

გამოყენება. ლეიციტიანი ქანები არის ძვირფასი ნედლეული მეტალური ალუმინისა და K სასუქების მისაღებად.

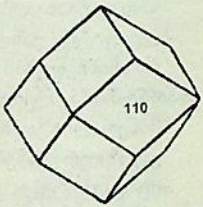
სოდალიტი (სინ. ნატრიუმის ქვა), $Na_8[AlSiO_4]_6Cl_2$ Sodalit

სახელწოდება. სახელი დაერქვა ნატრიუმის შემცველობის გამო (იტალ. ''სოდა'' პირველად Na_2CO_3-ს აღნიშნავდა, შემდეგ — ნატრიუმს).

ქიმიზმი. Na_2O=25,6%, Al_2O_3=31,6% SiO_2=37,2%. მინარევების სახით შეიცავს: K, F, $[CO_3]^{2-}$, $[OH]^-$. ადგილი აქვს K და Na შორის უმნიშვნელო იზომორფულ ჩანაცვლების მოვლენებს.

სინგონია, სიმეტრიის კლასი, სივრცობრივი ჯგუფი. კუბური. ჰექსატეტრაედრის კლასი. $3L_4^2\ 4L^3 6P\ ;\ 4\bar{3}m$.

კრისტალოგრაფია. იშვიათად გვხვდება რომბოდოდეკაედრული კრისტალების სახით (სურ 134). ძირითადად განვითარებულია მასიური და მარცვლოვანი მასების სახით. ქმნის ჩანაწინწკლებს ეფუზიურ ქანებში და ფსევდომორფოზებს ნეფელინის მიმართ. დამახასიათებელია მრჩობლები (111)-ის მიმართ.



სურ. 134 .სოდალიტის კრისტალი

ფიზიკური თვისებები:

ფერი. უფერო, ლურჯი, მომწვანო, ვარდისფერი, მოწითალო ყავისფერი, ცისფერი.

ხაზის ფერი თეთრი.

ელვარება მინისებრი, სალ მონატეხზე — ცხიმისებრი.

ტკეჩვადობა (011) მიმართ არასრული.

სიმაგრე 5.6—6.

ხვედრითი წონა 2.1—2.6.

მონატეხი ნიჟარისებრი.

დიაგნოსტიკური ნიშნები. ადვილად გამოიცნობა ლურჯი-ცისფერი ფერით, გამჭვირვალობის მაღალი ხარისხით, მჟავეებში ადვილად ხსნადობით. სოდალიტი მია-

გავს აზურიტს. ეს უკანასკნელი სოდალიტისაგან დაბალი სიმაგრით და მჟავების მოქმედებისას გაზის ბუშტულების ინტენსიური გამოყოფით განსხვავდება.

წარმოშობა. სოდალიტი არის ტუტე ეფუზიური ქანების დამახასიათებელი მინერალი, იშვიათად გვხვდება მათ ინტრუზიულ წარმომადგენლებში. ჩანაწინწკლების სახით მონაწილეობს ტუტე ნეფელინიან სიენიტებში, ფონოლითებსა და ნეფელინიან სიენიტ-პეგმატიტებში — ნეფელინთან, ეგირინთან, კანკრინიტთან, მიკროკლინთან, სფენთან ასოციაციაში. გვხვდება სოდალიტშემცველ ტრაქიტებშიც. ჩნდება მეტასომატიზმის გზით ნეფელინის ხარჯზე.

საბადოები. სოდალიტის საბადოები ცნობილია რუსეთში (კოლის ნახევარკუნძული, ურალი), უკრაინაში, ნორვეგიაში, ინდოეთში, კანადაში, ბრაზილიაში და სხვ.

გამოყენება. შეიძლება გამოყენებულ იქნეს როგორც დეკორატიული და მოსაპირკეთებელი ქვა.

კანკრინიტი, $Na_6Ca_2[AlSiO_4]_6[CO_3]_2$ Cancrinit

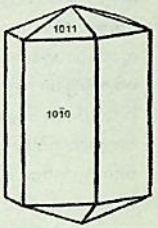
სახელწოდება. სახელი დაერქვა რუსეთის ფინანსთა მინისტრის— ე. კანკრინის პატივსაცემად.

ქიმიზმი. Na_2O=15-195%, Al_2O_3=29%, K_2O=1-5%. კანკრინიტის შედგენილობა ახლოსაა მის ფორმულასთან. მინარევების სახით მონაწილეობს: K, Cl, Be; დადგენილია $[SO_4]^{2-}$ და $[CO_3]^{2-}$ შორის იზომორფული ჩანაცვლების მოვლენებიც.

ნაირსახეობა: ვიშნევიტი $[SO_4]$ — დამატებითი ანიონის შემცველი მოლურჯო-ცისფერი სულფატ-კანკრინიტი. (სახელი დაერქვა მისი პირველი აღმოჩენის ადგილის, ვიშნევის მთების მიხედვით).

სინგონია, სიმეტრიის კლასი, სივრცობრივი ჯგუფი. ჰექსაგონური. ჰექსაგონური პირამიდის კლასი. L^6 6.

კრისტალოგრაფია. იშვიათად ქმნის ჰექსაგონური ფორმის პრიზმული იერის კრისტალებს (სურ. 135). როგორც წესი, წარმოდგენილია სფეროლითების მკვრივი და კრისტალურ-მარცვლოვანი მასიური აგრეგატების სახით. ხშირად ქმნის ფსევდომორფოზებს ნეფელინის მიმართ.



სურ. 135. კანკრინიტის კრისტალი

ფიზიკური თვისებები:

ფერი ყვითელი, ვარდისფერი, მომწვანო, მოყვითალო (ჰემატიტის ჩანართების გამო), მოცისფრო— ლურჯ ფერებამდე.

ხაზის ფერი თეთრი.

ელვარება ტკეცვადობის სიბრტყეზე — მინისებრი, მონატეხზე— ცხიმოვანი.

ტკეცვადობა (10$\bar{1}$0) მიმართ სუსტი.

სიმაგრე 5—6.

ხვედრითი წონა 2.4—2.5.

მონატეხი საფეხურისებრი, უსწორმასწორო, ნიჟარისებრი. მსხვრევადია.

დიაგნოსტიკური ნიშნები. ადვილად გამოიცნობა ნეფელინთან პარაგენეზისით. ძალიან მიაგავს ნეფელინს, რომლისაგან განსხვავდება მოლურჯო-ცისფერი შეფერილობით (ვიშნევიტი) და სრული ტკეცვადობით. მისი მსგავსი ფელდშპატებისაგან — თბილ განზავებულ HCl-ში შიშინით ხსნადობით, CO_2-ის გამოყოფით და SiO_2 - ის ლაბისებრი მასის წარმოქმნით.

წარმოშობა. კანკრინიტი წარმოადგენს კაჟმიწით გაუჯერებელი მაგმური ტუტე ქანებისა და მათი პეგმატიტე-

ბის ძირითად ქანმაშენ მინერალს. ჩნდება ნეფელინის მეტასომატური გარდაქმნის ხარჯზე მასზე სულფატური და კარბონატული ხსნარების ზემოქმედებით. კანკრინიტის თანამგზავრი მინერალებია: ნეფელინი, სოდალიტი, ცეოლითები, ცირკონი და სხვა.

საბადოები. კანკრინიტის საბადოები საქართველოში არ არის. დიდი საბადოები ცნობილია რუსეთში (ურალი, იაკუტია და სხვა), შვეციაში, ნორვეგიაში, კანადაში, აშშ (მენის შტატი), რუმინეთში და სხვ.

შეცვლა. ჰიდროთერმული ხსნარების ზემოქმედებით ადვილად გადადის ცეოლითებში, კარბონატებში, კაოლინიტში, ქარსებში და სხვ.

გამოყენება. პრაქტიკულად ფასეულ მინერალს არ წარმოადგენს.

ლაზურიტი, $(Na, Ca)_8 [Al\ SiO_4]_6 [SO_4, S, Cl_2]$. Lazurit

სახელწოდება. სახელი დაერქვა ლაჟვარდისებრ ლურჯი შეფერილობის გამო (სპარს. ''აზულ''—ცა, ლურჯი; ლათ. ''ლაზურიუს'' — ლურჯი ქვა).

ქიმიზმი. Na_2O=17%, Al_2O_3=27%, SiO_2=32%. ლაზურიტის სტრუქტურაში შესაძლებელია Na იზომორფული ჩანაცვლება Rb, Se, Sr, Be.

ნაირსახეობა: ლაპის-ლაზური — არის ლაზურიტის კალციტთან, პიროქსენებთან და სხვა ალუმოსილიკატებთან ნარევი, რომელიც ჩვეულებრივ შეიცავს პირიტის ჩანაწინწკლებს.

სინგონია, სიმეტრიის კლასი, სივრცობრივი ჯგუფი. კუბური. ჰექსატეტრაედრის კლასი. $3L_4^2\ 4\ L^3\ 6P.\ 4\ \bar{3}m.$

კრისტალოგრაფიული დახასიათება. ხშირად გვხვდება წაგრძელებული და ბრტყელი კრისტალების სახით. ქმნის ჩანაწინწკლებს და წვრილმარცვლოვან მასიურ აგრეგატებს (ტაბ. 8.14).

ფიზიკური თვისებები:

ფერი ცისფერი, მუქი ლურჯი, ლაჟვარდისებრ ლურჯი, იისფერი, მომწვანო-ლურჯი.

ხაზის ფერი ბაცი ცისფერი, თეთრი.

ელვარება მინისებრი.

ტკეცვადობა (110) და (001) მიმართ.

სიმაგრე 5.5—6.

ხვედრითი წონა 2.3—2.4.

მონატეხი ნიჟარისებრი.

დიაგნოსტიკური ნიშნები. ადვილად გამოიცნობა ფერებით, პირიტთან ასოციაციით. სუსტად იხსნება მარილის მჟავაში — გოგირდწყალბადის (H_2S) გამოყოფით (სუნი იგრძნობა).

წარმოშობა. არის მაგმური წარმოშობის მინერალი. ძირითადად გვხვდება კონტაქტ-მეტასომატური მეტამორფიზმის ქანებში (სკარნები) — ფლოგოპიტთან, დიოპსიდთან, კალციტთან და პირიტთან ასოციაციაში. ნანახია აუტიგენური ლაზურიტი ტალკთან და ქლორიტებთან ასოციაციაში. ნაპოვნია ვეზუვის ტუტე ლავებშიც.

საბადოები. საქართველოში ლაზურიტის საბადოები არ არის. საზღვარგარეთის ქვეყნებიდან ცნობილია: რუსეთში (ირკუტსკის ოლქი — ბაიკალის ტბის რაიონში), პამირში; ლაზურიტის მსოფლიო მნიშვნელობის საბადოა: ავღანეთში (ბადახშის საბადო), საფრანგეთში, აშშ (ვაიომინგის შტატი — აუტიგენური ლაზურიტი).

შეცვლა. სხვა ფელშპატოიდებთან შედარებით ლაზურიტი უფრო მდგრადი მინერალია. დიდი ხნის განმავლობაში ძლებს ქვიშრობებში.

გამოყენება. ლაპის-ლაზური ძვირად ფასობს, როგორც დეკორატიული ქვა. ლაზურიტისაგან ამზადებდნენ ცისფერ საღებავებს (ულტრამარინი), ბეჭდებს, ქანდაკებებს, ამულეტებს. ხმარობენ ძვირფასი ნივთების შესამკობად, ავეჯის მოსართავად და სხვ.

სკაპოლიტის ჯგუფი

სკაპოლიტი

სახელწოდება. სახელი დაერქვა კრისტალების სვეტისებრი ფორმის გამო (ბერძ.''სკაპოს'' — სვეტი, ''ლითოს'' — ქვა).

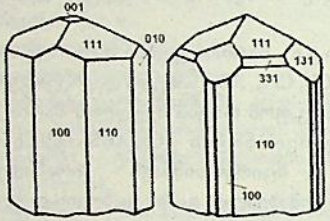
ქიმიზმი. სკაპოლიტი წარმოადგენს მარიალიტისა — $Na_4[Al\,Si_3\,O_8]_3\,Cl_2$, CO_3, SO_4 (სახელი დაერქვა გერმანელი მინერალოგის, გ.ფონ რატის მეუღლის მარია როზის პატივსაცემად) და მეიონიტის — $Ca_4[Al_2\,Si_2\,O_8]_3\,Cl_2$, CO_3, SO_4 (ბერძ. ''მეიონ'' — მცირეს ნიშნავს — პირამიდების შედარებით ნაკლებ სიმახვილის გამო; ვეზუვის ლავებში მასთან ნაპოვნია ვეზუვიანის კრისტალები) უწყვეტ იზომორფულ ნარევს. როგორც ვარაუდობენ, შედგენილობით სკაპოლიტი ახლოს დგას პლაგიოკლაზებთან; მათგან მხოლოდ Cl^{1-}, $(SO)_4^{2-}$ და $(CO_3)^{2-}$ ანიონების უმნიშვნელო შემცველობით განსხვავდება. მცირე რაოდენობით მონაწილეობს ასევე Na და Ca დამატებითი კათიონებიც, რომლებიც მთლიანად დამატებითი უარყოფითი მუხტის ნეიტრალიზაციას ხმარდება.

ნაირსახეობა. გლაუკოლიტი — ლურჯი, ღია ცისფერი სკაპოლიტი.

სინგონია, სიმეტრიის კლასი, სივრცობრივი ჯგუფი. ტეტრაგონული. ტეტრაგონული ბიპირამიდის კლასი. L^4PC; 4/m.

კრისტალოგრაფია. ძირითადად ახასიათებს ტეტრაგონული — პრიზმული იერის კრისტალები — წაგრძელებული ვერტიკალური ღერძის მიმართულებით. ქმნის კვადრატული კვეთის სვეტისებურ კრისტალებს, შესანიშნავად განვითარებული პრიზმებისა და (010) და დიპირამიდების (011) კომბინაციით (სურ. 136, ტაბ.8.15). ქმნის დრუზებს, მარცვლოვან, მასიურ, სხივოსნურ და

ბოჭკოვან აგრეგატებს. სკაპოლიტის კრისტალი ზომით ზოგჯერ რამდენიმე სმ-მდე და წონით რამდენიმე კგ აღნევს. ცნობილია სკაპოლიტის ფსევდომორფოზები პლაგიოკლაზებისა და ნეფელინის მიმართ.



სურ. 136. სკაპოლიტის კრისტალები

ფიზიკური თვისებები:

ფერი ჩვეულებრივ თეთრი, არის მომწვანო, ვარდისფერი, მოწითალო, ნაცრისფერი, იისფერი და ყვითელი. ზოგჯერ ლურჯი; იშვიათად წითელი და უფერო.

ხაზის ფერი თეთრი.

ელვარება მინისებრი, ტკეჩვადობის სიბრტყეზე — სადაფისებრი.

ტკეჩვადობა (100) მიმართ სრული, (110) მიმართ სუსტი.

სიმაგრე 5—6.

ხვედრითი წონა 2.6 (მარიალიტი), 2.75 (მეონიტი).

მონატეხი ნიჟარისებრი, უსწორმასწორო.

ძლიერ მსხვრევადია.

დიაგნოსტიკური ნიშნები. სკაპოლიტი მისი მსგავსი მინდვრის შპატებისაგან ადვილად გამოირჩევა კრისტალთა ფორმებით, ოთხი მიმართულების ტკეჩვადობით. სკაპოლიტის Ca-ით მდიდარი ნაირსახეობები მჟავეებში იშლება, ხოლო ღარიბი — იხსნება. ზოგიერთ სკაპოლითს ულტრაიისფერ სხივებში ახასიათებს ფლუორესცენცია ნარინჯისფერიდან ყვითელ ფერებამდე.

წარმოშობა. არის პნევმატოლითური წარმოშობის მინერალი. ჩვეულებრივ გვხვდება კონტაქტ - მეტასომატურ ქანებში დიობსიდთან, ფლოგოპიტთან, აპატიტთან, ტრემოლიტთან, გრანატებთან ასოციაციაში. დამახასიათებელი მინერალია რკინიანი და შეელიტიანი სკარნული საბადოებისათვის. მთავარი ქანმაშენი მინერალია მეტამორფულ ქანებში — გნეისებში, ფიქლებსა და ამფიბოლიტებში, სადაც ის ჩვეულებრივ ანაცვლებს პლაგიოკლაზებს. შესანიშნავად განვითარებულ კრისტალებს ქმნის ვულკანური ქანების სიცარიელეებში.

საბადოები. საქართველოში სკაპოლიტის საბადოები არ არის. საზღვარგარეთის ქვეყნებიდან ცნობილია: რუსეთში (ბაიკალისპირეთში, სლიუდიანკა), აზერბაიჯანში (დაშქესანი), იტალიაში, შვეციაში, მადაგასკარზე, აშშ (მასაჩუსეტის, ნიუ-იორკის შტატები), კანადაში და სხვ.

შეცვლა. სკაპოლიტის გამოფიტვის ხარჯზე ჩნდება თიხები. ჰიდროთერმული ხსნარების ზემოქმედებით გადადის ცეოლითებში, ეპიდოტში, ალბიტში, გრანატში, ვეზუვიანში და სხვ.

გამოყენება. სკაპოლიტის იისფერი და ყვითელი გამჭვირვალე კრისტალები გამოიყენება ძვირფას ქვებად.

ცეოლითების ჯგუფი

ჯგუფს სახელი დაერქვა მასში შემავალი მინერალების გახურებით გაფუების უნარის შეძენის გამო. პროცესი მიმდინარეობს წყლის გამოყოფით და დუღილის ეფექტით. ამის გამო მათ სხვაგვარად ''მდუღარე ქვებსაც'' უწოდებენ (ბერძ.''ცეო''—დუღილი, ''ლითოს''—ქვა).

ცეოლითები მიეკუთვნება კარკასულ ალუმოსილიკატებს, რომელთა მსხვილუჯრედიანი კარკასები შედგება $[Si,Al]O_2$ ტეტრაედრებისგან. ისე, როგორც მინდვრის შპა-

ტების ჯგუფში, კარკასის უჯრედებში განლაგებული Ca^{2+}, K^{+}, Na^{+}, Ba^{2}+, Sr^{2+} მსხვილი კათიონებით ხდება კარკასის უარყოფითი მუხტის კომპენსირება. ცეოლითებში ძირითადად ხორციელდება ჰეტეროვალენტური იზომორფიზმი — სქემით: Ca^{2} Al^{3+}= Na^{+} Si^{4+}, იშვიათად იზოვალენტური— Ca^{2+}=Sr^{2+}.

ცეოლითები ბუნებაში ფართოდ გავრცელებულ მინერალთა ჯგუფს მიეკუთვნება, მათში დაახლოებით 50-მდე მინერალია გაერთიანებული. ცეოლითები შეიცავს მოლეკულურ წყალს (ე.წ. ''ცეოლითური წყალი''), რომლის გამოძევება მინერალიდან, კონსტიტუციური და კრისტალიზაციური წყლებისაგან განსხვავებით, მინერალის სტრუქტურის დაშლის საშიშროებას არ წარმოადგენს. წყლის გამოძევება ხდება თანდათანობით ტემპერატურის მატების შესაბამისად. ცეოლითური წყლის დაკარგვა შეიძლება მოხდეს ცხელი კლიმატის პირობებშიც. დეჰიდრატირებული— პრაქტიკულად გაუწყლოებული ცეოლითები კვლავ იძენს წყლის, გოგირდწყალბადის, იოდის, ამიაკის, სხვადასხვა სახის სპირტების, ორგანული და სხვა ნაერთების შთანთქმის უნარს. ცეოლითებში წყლის შემცველობა დიდად არის დამოკიდებული მასში არსებული არხებისა და ამგები კათიონების ზომებზე. დიდი ზომის კათიონების შემთხვევაში, სივრცე წყლის მოლეკულების დიფუზიისათვის ნაკლები რჩება.

ცეოლითების დიდი ნაწილი, განსაკუთრებით დაბალ- და მაღალკაჟმიწიანი— Na, Ca, Mg –შემცველი სახესხვაობები კრისტალდება დაბალ კატეგორიაში, მცირე ნაწილი — ტრიგონულ და კუბურ სინგონიებში (ძირითადად საშუალოკაჟმიწიანი ცეოლითები). ახასიათებს ფორმათა მრავალფეროვნება. მათი უმრავლესობისათვის დამახასიათებელია კარგად განვითარებული კრისტალები. გვხვდება ასევე

მასიური, ქერცლოვანი, წვრილ- და მსხვილმარცვლოვანი აგრეგატების სახით.

ცეოლითების კრისტალთა იერი მნიშვნელოვნად არის დამოკიდებული კაჟმიწის შემცველობაზე. მაგალითად, დაბალკაჟმიწიანი ცეოლითებისათვის დამახასიათებელია სვეტისებრი, რადიალურ-სხივოსნური, წვრილი ნემსისებრი და ბოჭკოვანი აგრეგატები. გვხვდება ჟეოდებისა და სფეროლითების სახით. საშუალო კაჟმიწიანი ცეოლითების უმრავლესობა ხასიათდება იზომეტრული იერის კრისტალებით, იშვიათად ქმნის სვეტისებრ და პრიზმული იერის წაგრძელებულ კრისტალებს. მაღალკაჟმიწიანი ცეოლითები გამოირჩევა კრისტალთა გაბრტყელებული (ფირფიტოვანი) ფორმებით.

ცეოლითების უმრავლესობა თეთრია ან უფერო და გამჭვირვალე. მინარევების გამო იფერება მოყვითალო, მომწვანო, მოვარდისფრო, მონითალო, ყავისფერ და სხვა ფერებად: ახასიათებს მინის, ზოგჯერ სადაფის, ელვარება; სიმაგრე ცვალებადობს 3.5—5.5 ფარგლებში. ხვედრითი წონა—2-დან 2.4-მდე. შესამჩნევად განსხვავებულია ცეოლითებში ტკეჩვადობის ხარისხი და მიმართულება. მაგალითად, ანალციმს ტკეჩვადობა პრაქტიკულად არ აქვს, მაშინ, როდესაც შაბაზიტში ეს თვისება რამდენიმე მიმართულებით ვლინდება.

ცეოლითები პოლიგენური წარმოშობის მინერალებია. ფართო გავრცელებით სარგებლობს აქტიურ და ჩამქრალ ვულკანურ მხარეებში, სადაც ისინი სამრეწველო მნიშვნელობის დანაგროვებს ქმნის და წარმოადგენს მინდვრის შპატების, ფელდშპატოიდების, ფერადი მინერალებისა და ვულკანური მინის ჰიდროთერმული შეცვლის პროდუქტებს — კვარცთან, კალციტთან, არაგონიტთან, დოლომიტთან ასოციაციაში. ავსებს ნორმალური რიგის ბაზალტებსა და მათ მსგავს ქანებში არსებულ პორებსა და ნაპრა-

ლებს. მაგალითად ჯავახეთის (სამხრეთი საქართველო) ზეგნის ვულკანური ქანების (ბაზალტები, დოლერიტები) პორებსა და სიცარიელეებში აღწერილია ცეოლითების (ტომსონიტი, შაბაზიტი) შესანიშნავად განვითარებული ეული კრისტალები და დრუზები — კალციტთან, პრენიტთან, პუმპელიტთან და თიხის მინერალებთან ასოციაციაში. კირტუტიანი სერიის მაგმურ ქანებში ცეოლითები ჩნდება მინდვრის შპატების (ძირითადად პლაგიოკლაზების) ჰიდროთერმული გარდაქმნის გზით, ხოლო ტუტე ქანებში — ნეფელინის ხარჯზე. ცეოლითები ხშირად მონაწილეობს მადნეული ძარღვების აგებულებაში. დანალექ და ტუფოგენ-დანალექ ქანებში ჩნდება ვულკანური ტუფებისა და ვულკანური მინის დიაგენეტური შეცვლის ხარჯზე. ცეოლითები მონაწილეობს კონტაქტ-მეტასომატური ტიპის ქანების (სკარნები) აგებულებაშიც. წარმოადგენს ძირითად ქანმაშენ მინერალს დაბალი წნევისა და დაბალი ტემპერატურის პირობებში ფორმირებული მეტამორფული ქანებისათვის (ცეოლითური ფაციესები).

ეკზოგენურ პირობებში დაიკვირვება გარკვეული კანონზომიერება, კერძოდ, მინერალწარმოქმნის ადრეულ სტადიაზე პირველად გამოიყოფა კაჟმიწით მდიდარი და წყლით გაღარიბებული ცეოლითები, შემდგომ ეტაპზე — წყლით გამდიდრებული და კაჟმიწით გაღარიბებული სახესხვაობები.

ეკზოგენურ პირობებში ცეოლითები არ არის მდგრადი მინერალები. მომატებული ტემპერატურისა და წყლის დაბალი წნევის პირობებში გადადის პრენიტში, ცოიზიტში, Ca-Na სილიკატებსა და ალუმოსილიკატებში. ტემპერატურის დაცემის შემთხვევაში — ქლორიტებში, მონტმორილონიტში, კალციტში, გიბსიტში, კვარცში და სხვ.

ღრუბლის მსგავსი გაუწყლოებული კარკასები განაპირობებს შთანთქმის მაღალ უნარს, რის გამოც ცეოლითები

ფართოდ გამოიყენება, როგორც ბუნებრივი მოლეკულური საცრები, სასმელი და გამდინარე წყლების გამწმენდად; ქიმიურ მრეწველობაში კატალიზატორებად, აგრონომიაში — ნიადაგის სინესტის შესანარჩუნებლად, რადიოაქტიური ნივთიერების შთანთქმისათვის; უკანასკნელ პერიოდში ცეოლითები წარმატებით გამოიყენება მეცხოველეობაში და მეფრინველეობაში — როგორც საკვებზე დანამატი, რაც ხელს უწყობს ფრინველთა და ცხოველთა პროდუქტიულობის ზრდას და არეგულირებს ორგანიზმში ნივთიერებათა ცვლის პროცესებს.

კაჟმიწის შემცველობის მიხედვით ცეოლითებს ყოფენ:

ა) დაბალკაჟმიწიან (ნატროლითი, ტომსონიტი);

ბ) საშუალოკაჟმიწიან (ანალციმი, ლომონტიტი, შაბაზიტი);

გ) მაღალკაჟმიწიან (სტილბიტი, ჰეილანდიტი, მორდენიტი) რიგებად.

დაბალკაჟმიწიანი ცეოლითების რიგი

ნატროლიტი, $Na_2[Al_2Si_3O_{10}]\,2H_2O$. Natrolith

სახელწოდება. სახელი დაკავშირებულია მის შედგენილობასთან (ლათ.''ნატრიუმ''—ნატრიუმი, ბერძ. 'ლითოს"—ქვა).

ქიმიზმი. მინერალის შედგენილობა ახლოსაა მის ფორმულასთან. Na_2O=26,8%, SiO_2=47,4%, H_2O=9,5%5. ადგილი აქვს ნატრიუმის კალიუმით და კალციუმით იზომორფული ჩანაცვლების მოვლენას.

ნაირსახეობა. შპრეუშტეინი — ნეფელინის შეცვლის პროდუქტია. შედგება ნატროლიტისა და Al-ის ჰიდროჟანგებისაგან.

სინგონია, სიმეტრიის კლასი, სივრცობრივი ჯგუფი. რომბული. რომბული პირამიდის კლასი. L^2 2P; nm2.

კრისტალოგრაფია. ახასიათებს სვეტისებრი, წვრილი, ნემსისებრი და პრიზმული იერის კრისტალები. ჩვეულებ-

რივ გვხვდება რადიალურ-სხივოსნური, ბოჭკოვანი, მკვრივი მარცვლოვანი და მასიური აგრეგატების სახით. ქმნის დრუზებს, ქერქებს, სფეროლითებს. ახასიათებს მრჩობლები (110), (100) მიმართ.

ფიზიკური თვისებები:

ფერი თეთრი, უფერო, მოყვითალო, ყავისფერი, მოწითალო, მორუხო, შავი.

ხაზის ფერი თეთრი.

ელვარება მინისებრი, ბოჭკოვანი მასებისათვის — აბრეშუმისებრი.

ტკეჩვადობა (110) მიმართ სრული.

სიმაგრე 5—5.6.

ხვედრითი წონა 2—2.5.

მონატეხი ხიწვისებრი, უსწორმასწორო.

დიაგნოსტიკური ნიშნები. ადვილად გამოიცნობა სფეროლითური და სხივოსნური, წვრილი ნემსისებური კრისტალებით, სიმაგრით და სრული ტკეჩვადობით. მიაგავს სკოლეციტს და ტომსონიტს. მათგან განსხვავება მხოლოდ რენტგენოსტრუქტურული და ოპტიკური კვლევის სპეციალური მეთოდების გამოყენებით შეიძლება. იხსნება HCl-ში ლაბისმსგავსი კაჟმიწის მასის წარმოქმნით.

წარმოშობა. ნატროლიტი ძირითადად განვითარებულია ფუძე ეფუზიური ქანების (ბაზალტები, დოლერიტები, დიაბაზები და სხვ.) მინდალინებში სხვა ცეოლითებთან და კალციტთან ასოციაციაში. გვხვდება ტუტე ქანებში (ნეფელინიანი სიენიტები და სხვ.) და მათ პეგმატიტებში, კონტაქტ-მეტასომატურ ქანებში, ჰიდროთერმული ტიპის ძარღვებში; ნატროლიტი ხშირად არის ფელდშპატების (პლაგიოკლაზები) და ფელდშპატოიდების (ნეფელინი, სოდალიტი და სხვ.) ჰიდროთერმული შეცვლის პროდუქტი.

საბადოები. ნატროლიტიანი ქანები გავრცელებულია დასავლეთ საქართველოში (კურსების ტეშენიტები); საზღვარგარეთის ქვეყნებიდან ცნობილი საბადოებია: რუსეთში (ჩრდილო კავკასია, ურალი, კოლის ნახევარკუნძული), კოლუმბიაში, ჩეხოსლოვაკიაში, ნორვეგიაში, გერმანიაში, იტალიაში, შოტლანდიაში, კანადაში და სხვ.

ტომსონიტი, $NaCa_2[Al_5Si_5O_{20}]\,6H_2O$. Thomsonit

სახელწოდება. სახელი დაერქვა შოტლანდიელი ქიმიკოსისა და მინერალოგის— ტ. ტომსონის პატივსაცემად.

ქიმიზმი. აბსოლუტურად სუფთა ტომსონიტი იშვიათად გვხვდება.

სინგონია, სიმეტრიის კლასი, სივრცობრივი ჯგუფი. რომბული. რომბული ბიპირამიდის კლასი. $3L^23PC$; 2/m 2/m2/m.

კრისტალოგრაფია. ქმნის პრიზმული იერის კრისტალებს. ჩვეულებრივ გვხვდება მარაოსებრი, ბოჭკოვანი, რადიალურ-სხივოსნური, ბურთულისებრი აგრეგატებისა და იშვიათად მკვრივი მასების სახით.

ფიზიკური თვისებები:

ფერი ჩვეულებრივ თეთრი, ნაცრისფერი, მოწითალო და მოყვითალო ელფერით.

ხაზის ფერი თეთრი.

ელვარება მინისებრი.

ტკეჩვადობა (010) მიმართ სრული, (100) მიმართ საშუალო.

სიმაგრე 5—5.5.

ხვედრითი წონა 2.3—2.4.

მონატეხი ხინვისებრი, საფეხურისებრი.

მსხვრევადია, HCl იხსნება კაჟმიწის გელის წარმოქმნით.

წარმოშობა. წარმოიშობა ვულკანური ქანების გაცივების სულ ბოლო სტადიაზე. განვითარებულია ფუძე და სა-

შუალო შედგენილობის ქანების (ბაზალტები, დოლერიტები, პიკრიტები, ტეშენიტები, ფონოლითები, ნეფელინიანი სიენიტები და სხვ.) სიცარიელეებსა და მინდალინებში.

საბადოები. საქართველოში ტომსონიტის შემცველი ქანებია კურსების ტეშენიტების საბადოზე (ტყიბულის რ-ნი), ცხრაწყაროს უღელტეხილის მიდამოებში (ბორჯომის რაიონი). საზღვარგარეთის ქვეყნებიდან ცნობილი საბადოებია: იტალიაში, გერმანიაში, ჩინეთში, შოტლანდიაში, აშშ (ნიუ-ჯერსის, კალიფორნიის შტატები), კანადაში და სხვ.

საშუალოკაჟმიწიანი ცეოლითების რიგი

ანალციმი, $Na[AlSi_2O_6]\ H_2O$. Analcim

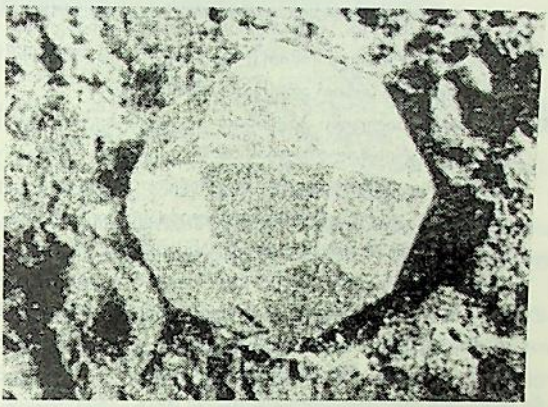
სახელწოდება. სახელი დაერქვა გახურებით ან ხახუნით სუსტად დაელექტროვების გამო (ბერძ.''ანალკის '' — სუსტი, დაუძლურებული).

ქიმიზმი. Na_2O=14,1%, Al_2O_3=23,22%, SiO_2=54,5%. სტრუქტურაში ადგილი აქვს ნატრიუმის კალციუმით და კალიუმით ნაწილობრივ ჩანაცვლების მოვლენებს. მინარევების სახით თითქმის ყოველთვის შეიცავს Mg, Ba.

ნაირსახეობა. კუბოიტი — მომწვანო-რუხი ანალციმი.

სინგონია, სიმეტრიის კლასი, სივრცობრივი ჯგუფი. კუბური. ჰექსაოქტაედრის კლასი. $3L^44L_6^36L^29PC$; $4/m\ \bar{3}2/m$.

კრისტალოგრაფია. ჩვეულებრივ ქმნის ტრაპეცოედრის — იშვიათად კუბის ფორმის კრისტალებს (სურ.137). წარმოდგენილია მარცვლოვანი და მასიური აგრეგატების, ქერქების, დრუზების, ეული კრისტალებისა და ჟეოდების სახით ქანში არსებულ სიცარიელეებში.



სურ. 137. ანალციმის კრისტალი

ფიზიკური თვისებები:

ფერი თეთრი, უფერო, გამჭვირვალე, მოწითალო ვარდისფერი, მომწვანო, მოწითალო ხორცისფერი, იშვიათად ნარინჯისფერი.

ხაზის ფერი თეთრი.

ელვარება მინისებრი.

ტკეჩვადობა პრაქტიკულად არ გააჩნია.

სიმაგრე 5—5.5.

ხვედრითი წონა 2.3.

მონატეხი უსწორმასწორო.

მსხვრევადია.

დიაგნოსტიკური ნიშნები. ადვილად გამოიცნობა კრისტალთა ფორმებით, დიდი სიმაგრით. HCl იშლება შლამისებრი მასის წარმოქმნით. გახურებისას გამოყოფს წყალს; მიაგავს ლეიციტს — მისგან განსხვავება შეიძლება მინერალოგიური კვლევის სპეციალური მეთოდე-

ბის გამოყენებით, შედარებით დაბალი სიმაგრით და ქანში არსებობის ფორმით (ლეიციტი ქანში მხოლოდ ჩანაწინწკლების სახით არის განვითარებული).

წარმოშობა. ანალციმი კაჟმიწით გაუჯერებელი მაგმური მდნარის კრისტალიზაციის ბოლო ეტაპის ერთ-ერთი მინერალია. წარმოადგენს ნატრიუმით მდიდარი ტუტე ქანების — ტეშენიტების, ნეფელინიანი სიენიტების და მათი პეგმატიტების ძირითად ქანმაშენ მინერალს. არის ერთ-ერთი მთავარი მინერალი ზოგიერთ ამოფრქვეულ ქანებში (ეგირინ-ანლციმიან-ნეფელინიანი ბაზალტები); ავსებს ქანებში არსებულ სიცარიელეებსა და ნაპრალებს, ხშირად ქმნის დრუზებს. ფართო გავრცელებით სარგებლობს აქტიურ ვულკანურ მხარეებში, როგორც ვულკანური ქანების ვიტრიფიკაციის პროდუქტი.

ანალციმი, როგორც აუტიგენური მინერალი, მონაწილეობს ზოგიერთი დანალექი ქანების აგებულებაში, სადაც ის შეიძლება გაჩნდეს ვულკანურ ფერფლსა და თიხური მინერალებზე Na გამდიდრებული ტუტუ ხსნარების ზემოქმედებით.

საბადოები. დანალექი წარმოშობის ანალციმი საქართველოში ცნობილია ქუთაისის რაიონში (ანალციმიანი ქვიშაქვები). საზღვარგარეთის ქვეყნებიდან — რუსეთში, აზერბაიჯანში, შვეიცარიაში, ავსტრალიაში, შოტლანდიაში, გერმანიაში, ჩეხეთში, კანადაში, იტალიაში (სიცილია) და სხვ.

შეცვლა. ჰიპოგენურ პირობებში წნევის მატების შემთხვევაში გადადის ჟადეიტში, წნევის შემცირების შემთხვევაში — ალბიტში.

გამოყენება. არის ძვირფასი ნედლეული მეტალური ალუმინის მისაღებად.

ლომონტიტი, $Ca[Al_2Si_4O_{12}]\ 4H_2O$ Lomontit.

სახელწოდება. სახელი დაერქვა მისი პირველი აღმომჩენის, ფრანგი მინერალოგის — ფ. ლომონტას პატივსაცემად.

ქიმიზმი. $CaO=12\%$, $Al_2O_3=22\%$, $SiO_2=51,1\%$, $H_2O=15\%$, მინარევების სახით შეიცავს K, Na,Mg, Fe.

ნაირსახეობა. ლეონგარდიტი — თეთრი ფერის ნაწილობრივ დეჰიდრატირებული ლომონტიტი.

სინგონია, სიმეტრიის კლასი, სივრცობრივი ჯგუფი. მონოკლინური. დიედრული ღერძიანი. L^2; 2, ან დიედრული უღერძო. P; m.

კრისტალოგრაფია. ჩვეულებრივ გვხვდება წვრილი პრიზმული იერის კრისტალების სახით. განვითარებულია ქერქების, სხივოსნური, ბოჭკოვანი აგრეგატების, სფეროლითების და მკვრივი წვრილმარცვლოვანი მიწისებრი მასების სახით. ქმნის დრუზებსა და მინდალინებს. ახასიათებს მრჩობლები (100) მიმართ.

ფიზიკური თვისებები:

ფერი თეთრი, რძისებრ თეთრი, უფერო, ვარდისფერი, მოყვითალო, მომწვანო, ბაცი წითელი.

ხაზის ფერი თეთრი.

ელვარება მინისებრი, ტკეჩვადობის გასწვრივ—სადაფისებრი.

ტკეჩვადობა (110) და (010) მიმართ სრული.

სიმაგრე 3.5—4.

ხვედრითი წონა 2.2—2.3.

მონატეხი საფეხურისებრი, უსწორმასწორო.

ძალიან მსხვრევადია.

დიაგნოსტიკური ნიშნები. ადვილად იშლება ფხვნილად მცირეოდენი შეხებითაც კი. უფრო ზუსტი დიაგნოსტიკისათვის გამოიყენება ქიმიური და ოპტიკური კვლევის სპეციალური მეთოდები. იხსნება HCl -ში ლაბისებური ნალექის წარმოქმნით.

წარმოშობა. ჩნდება ზოგიერთი სულფატური საბადოების გამოფიტვის ზონაში. ძირითადად გვხვდება ეფუზიურ ქანებში (დიაბაზები, ბაზალტები, ანდეზიტები და სხვ.) არსებულ სიცარიელეებსა და პორებში — დესმინთან, ეპიდოტთან, პრენიტთან ასოციაციაში. ლომონტიტი არის ტიპური ჰიდროთერმული მინერალი. ნანახია არკოზულ ქვიშაქვებში ცემენტის როლში, როგორც აუტიგენური მინერალი. ფართო გავრცელება აქვს ტუფოგენურ ქანებში, სადაც ის პლაგიოკლაზებისა და ვულკანური მინის გარდაქმნის პროდუქტს წარმოადგენს.

საბადოები. საქართველოში ლომონტიტის გამოსავლები ცნობილია თბილისის მიდამოებში. საზღვარგარეთის ქვეყნებიდან ცნობილია: რუსეთში, კანადაში, გერმანიაში, ახალ ზელანდიაში, საფრანგეთში, აშშ (ზემო ტბების მიდამოებში), შოტლანდიაში, აზერბაიჯანში და სხვ.

შეცვლა. ჰაერზე ლომონტიტი ადვილად კარგავს კრისტალიზაციური წყლის 1/8 ნაწილს, იშლება და გადადის თეთრი ფერის ფხვიერ მასაში — ლეონგარდიტში.

შაბაზიტი, $(Ca,Na_2)\,[Si_4\,Al_2O_{12}]\,6H_2O$. Chabazit.

სახელწოდება. (ბერძ. ''ხაბაზიოს''—ქვა). ეს არის იმ ''უცნობი ქვის'' სახელი, რომელსაც უმღეროდა და ხოტბას ასხამდა ბერძენი პოეტი ორფეოსი.

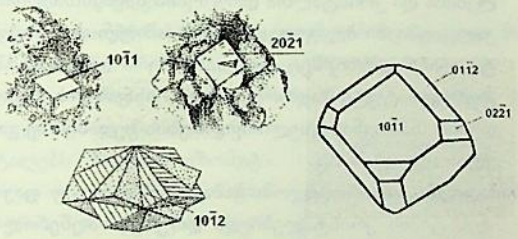
ქიმიზმი. არის მეტად ცვალებადი ქიმიური შედგენილობის მქონე მინერალი. ადგილი აქვს Ca-ის Na და K-ით ჩანაცვლების მოვლენას. მინარევების სახით შეიცავს K (6%) და Sr (6%).

ნაირსახეობა. ფაკოლიტი — შაბაზიტის გაბრტყელებული ლინზის ფორმის კრისტალები (ბერძ. ''ფაკოს'' — ლინზა).

სინგონია, სიმეტრიის კლასი, სივრცობრივი ჯგუფი. ტრიგონული. დიტრიგონული სკალენოედრის კლასი. $L_6^3\ 3L^2\ 3\ PC;\ \bar{3}2m$.

კრისტალოგრაფია. ჩვეულებრივ ქმნის მარტივ რომბოედრებს. რომბოედრის წახნაგებს შორის 90^0 კუთხის არსებობის, ან მასთან მიახლოების შემთხვევაში — რომბოედრები გამოიყურება როგორც კუბები. ხშირად ქმნის დრუზებს. გვხვდება სეკრეციების, ქერქებისა და მკვრივი წვრილმარცვლოვანი აგრეგატების სახით. ახასიათებს ჩაზრდის მრჩობლები — კრისტალის ზედაპირზე ამოშველრილი სამწახნაგოვანი კუთხეებით (სურ. 138).

ფიზიკური თვისებები:



სურ. 138 .შაბაზიტის კრისტალები

ფერი თეთრი, უფერო, წყლისებრ გამჭვირვალე; იშვიათად მოწითალო, მოყვითალო ელფერით.

ხაზის ფერი თეთრი.

ელვარება მინისებრი.

ტკეჩვადობა (1010) არასრული.

სიმაგრე 4.

ხვედრითი წონა 2.1—2.2.

მონატეხი ნიჟარისებრი.

მსხვრევადია, მჟავებში იხსნება.

დიაგნოსტიკური ნიშნები. ყველა დანარჩენი ცეოლითებისაგან ადვილად გამოიცნობა კრისტალთა ფორმებით და რომბოედრის მიმართ სრული ტკეჩვადობით. მიაგავს კალციტს. მისგან განსხვავდება ტკეჩვადობის შედარებით დაბალი ხარისხით და მომატებული სიმაგრით. შაბაზიტის კრისტალზე HCl მოქმედებისას კალციტისაგან განსხვავებით გაზის ბუშტულები არ გამოიყოფა.

წარმოშობა. ზოგიერთი სხვა დანარჩენი ცეოლითების მსგავსად ხშირად გვხვდება ფუძე ეფუზიურ ქანებში (ბაზალტები, დოლერიტები) არსებულ გაზურ სიცარიელეებსა და ნაპრალებში — ცალკეული (ეული) კრისტალებისა და კრისტალთა დრუზების სახით. წარმოიშობა კალციუმიანი პლაგიოკლაზების (ანორთიტი, ბიტოვნიტი, ლაბრადორი) შეცვლის ხარჯზე — დაბალტემპერატურული ტუტე ჰიდროთერმული ხსნარების ზემოქმედებით. ნაპოვნია ცხელი წყაროების ზედაპირზე გამოსვლის ადგილებშიც.

საბადოები. საქართველოში შაბაზიტის ეული — ფაკოლიტის ტიპის კრისტალები და დრუზები აღწერილ იქნა ახალქალაქის, დმანისის, გომარეთის პლატოს დოლერიტებში — ტომსონიტთან, კალციტთან, არაგონიტთან, თიხებთან, პუმპელიიტთან და ორგანულ ნივთიერებასთან ასოციაციაში. საზღვარგარეთის ქვეყნებიდან ცნობილია: ჩეხეთში, ირლანდიაში, ახალ ზელანდიაში, იტალიაში, ისლანდიაში, კანადაში, საფრანგეთში, აშშ (ნიუ-ჯერსის შტატი) და სხვ.

მაღალკაჟმიწიანი ცეოლითების რიგი

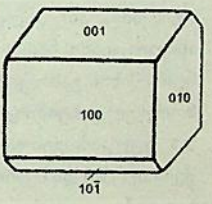
ჰეილანდიტი, $(Ca,Na)_{2-3}Al_3(Al,Si)_2[Si_{13}O_{36}]\cdot 12H_2O$. Heulandit

სახელწოდება. სახელი დაერქვა მინერალების კოლექციონერის, ინგლისელი გ. ჰეილანდის პატივსაცემად.

ქიმიზმი. მინარევების სახით თითქმის ყოველთვის შეიცავს: Sr, Ba, Fe. ზოგჯერ კალციუმის მნიშვნელოვანი ნაწილი ჩანაცვლებულია სტრონციუმით და ბარიუმით. ჰეილანდიტი სტრუქტურით და შედგენილობით ახლოს დგას კლინოპტილოლიტთან, თუმცა მისგან ტუტე მეტალებისა და კაჟმიწის შედარებით მაღალი შემცველობით განსხვავდება.

სინგონია, სიმეტრიის კლასი, სივრცობრივი ჯგუფი. მონოკლინური. პრიზმის კლასი. L^2PC; 2/m.

კრისტალოგრაფია. ქმნის ქარსისებრ, ფირფიტისებრ და სვეტისებრი ფორმის კრისტალებს. ზოგჯერ იზომეტრულ ფსევდოტეტრაგონური იერის კრისტალებს (სურ. 139). ჩვეულებრივ დამახასიათებელია მკვრივი მიკროკრისტალური, ტალღისებრი, სფეროსებრი ან მარცვლოვანი აგრეგატები; ქმნის დრუზებს სკარნებში.



სურ. 139. ჰეილანდიტის კრისტალი

ფიზიკური თვისებები:

ფერი თეთრი, უფერო, გამჭვირვალე, ყვითელი, აგურისებრ წითელი, ყავისფერი, ვარდისფერი.

ხაზის ფერი თეთრი.

ელვარება მინისებრი, ტკეცვადობის სიბრტყეზე — სადაფისებრი.

ტკეცვადობა (010) მიმართ სრული, ერთი მიმართულებით.

სიმაგრე 3,5—4

ხვედრითი წონა 2—2,2.

მონატეხი ნიჟარისებრი, უსწორმასწორო, საფეხურისებრი. მსხვრევადი და გამჭვირვალეა.

დიაგნოსტიკური ნიშნები. ადვილად გამოიცნობა ქარსისებრი, ფურცლოვანი იერის კრისტალებით, სადაფისებრი ელვარებით, ერთი მიმართულებით სრული ტკეცვადობით; იხსნება HCl-ში ლაბისებური კაჟმიწის წარმოქმნით.

წარმოშობა. ჰეილანდიტი არის ენდოგენური წარმოშობის მინერალი. ჩნდება მაგმის კრისტალიზაციის სულ ბოლო ეტაპზე — ფუძე ქანების (ბაზალტების) მიაროლითურ სიცარიელეებში სხვა ცეოლითებთან (განსაკუთრებით სტილბიტთან), კალციტთან, არაგონიტთან, კვარცთან ასოციაციაში. წარმოადგენს საშუალო და მჟავე ვულკანური მინის გამოფიტვის პროდუქტებს. გვხვდება მეტამორფულ ქანებში (ქარსიანი ფიქლები), ვულკანოგენურ და ვულკანოგენურ-დანალექ ქანებსა (ტუფოგენური ქვიშაქვები) და სკარნებში.

საბადოები. საქართველოში ჰეილანდიტის საბადოები ცნობილია კასპის რაიონში (ძეგვი, თეძამი), ახალციხეში; საზღვარგარეთის ქვეყნებიდან: რუსეთში, ისლანდიაში, გერმანიაში, აშშ (ნიუ-ჯერსის შტატი), კანადაში, ნორვეგიაში, ავსტრიაში (ტიროლის საბადო), ავსტრალიაში, იაპონიაში და სხვ.

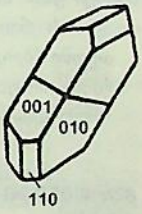
დესმინი(სინ.სტილბიტი), $(Na,Ca_2)[Al_5Si_{13}O_{36}]14H_2O$. *Stilbit*

სახელწოდება. სახელი დაერქვა ძნის მსგავსი კრისტალებისა და აგრეგატების გამო (ბერძ. ''დესმე'' — შეკვრა); სტილბიტს — ელვარების გამო (ბერძ. ''სტილბო''– ვბრწყინავ).

ქიმიზმი. დესმინის სტრუქტურაში ხშირად Ca-ის ნაწილი ანაცვლებს Na და K-ს. მინარევების სახით თითქმის ყოველთვის შეიცავს K, Mg.

სინგონია, სიმეტრიის კლასი, სივრცობრივი ჯგუფი. მონოკლინური. პრიზმის კლასი. L^2PC; 2/m.

კრისტალოგრაფია. გვხვდება სვეტისებრი (სურ.140), ფირფიტისებრი და ქერცლისებრი ფორმის კრისტალების სახით. განვითარებულია ძნისმსგავსი, სხივოსნური, მკვრივი და მასიური აგრეგატების სახით, ახასიათებს ჯვრის ფორმის მრჩობლები (001)-ის მიმართ.



სურ. 140.
დესმინის კრისტალი

ფიზიკური თვისებები:

ფერი თეთრი, მოყვითალო. ნარინჯისფერი, ვარდისფერი, ყავისფერი, წითელი.

ხაზის ფერი თეთრი.

ელვარება მინისებრი, ტკეჩვადობის სიბრტყეზე — სადაფისებრი.

ტკეჩვადობა (010) მიმართ ფრიად სრული, (100) მიმართ სრული.

სიმაგრე 3.5—4.

ხვედრითი წონა 2.2.

მონატეხი უსწორმასწორო, ხიწვისებრი.

მსხვრევადია, HCl-ში იხსნება, გამჭვირვალეა.

დიაგნოსტიკური ნიშნები: ადვილად გამოიცნობა ძნის მსგავსი კრისტალებით, სრული ტკეჩვადობით, სადა-

ფის ელვარებით, HCl-ში ხსნადობით — ფხვნილისებრი კაჟმინის გამოყოფით — გელის წარმოქმნის გარეშე.

წარმოშობა. ჩნდება მაგმის კრისტალიზაციის სულ ბოლო ეტაპზე. ავსებს ეფუზიურ მაგმურ ქანებში (ბაზალტები, დოლერიტები, ანდეზიტები) არსებულ სიცარიელეებსა და ნაპრალებს — ჰეილანდიტთან, კალციტთან და არაგონიტთან ასოციაციაში. ზოგჯერ გვხვდება სიენიტური შედგენილობის მაგმურ ქანებისა და მეტამორფული ქანების ნაპრალებში, იშვიათად ჰიდროთერმულ მადნეულ ძარღვებში.

საბადოები. საქართველოში დესმინი დადგენილია ბორჯომის რაიონში. საზღვარგარეთის ქვეყნებიდან: რუსეთში (ბაიკალისპირეთში, აღმოსავლეთ ციმბირში და სხვ.), შოტლანდიაში, გერმანიაში, კანადაში, შვეიცარიაში, ისლანდიაში, აშშ (ნიუ-ჯერსის შტატი) და სხვ.

მორდენიტი (სინ.პტილოლიტი), $(Na_2Ca_2)[Al_2Si_{10}O_{24}]\ 7H_2O$. Mordenit

სახელწოდება. სახელი დაერქვა მისი აღმოჩენის ადგილის — მორდენას (კინგის ოლქი, კანადა) მიხედვით.

ქიმიზმი. მინარევების სახით შეიცავს: Fe, Mg, Ti, K და სხვ.

ნაირსახეობა: ა შ ტ ო ნ ი ტ ი — Sr-ის შემცველი მორდენიტი.

სინგონია, სიმეტრიის კლასი, სივრცობრივი ჯგუფი. რომბული.

კრისტალოგრაფია. წაგრძელებული კრისტალების სახით იშვიათია. ჩვეულებრივ განვითარებულია სფეროლითების, ნემსისებრი, წერილბოჭკოვანი აგრეგატებისა და მკვრივი მასების სახით. ქმნის ფსევდომორფოზებს აპოფილიტის მიმართ.

ფიზიკური თვისებები:

ფერი თეთრი, მუქი რუხი, მომწვანო, ყავისფერი, მოწითალო.

ხაზის ფერი თეთრი.

ელვარება მინისებრი.

ტკეჩვადობა (100) მიმართ ფრიად სრული, (101)-ის მიმართ — სრული.

სიმგრე 4.5—5.

ხვედრითი წონა 2.1—2.5.

მონატეხი ნიჟარისებრი.

დიაგნოსტიკური ნიშნები: ადვილად გამოიცნობა კრისტალთა ფორმებით. ფარულკრისტალურ მკვრივ აგრეგატებსა და სფეროლითებში მორდენიტის გამოცნობისათვის საჭიროა ლაბორატორიული კვლევის სპეციალური მეთოდების გამოყენება.

წარმოშობა. მორდენიტი ბამბის მსგავსი საფენების სახით განვითარებულია პილოულავების სფეროლითებს შორის — ჰეილანდიტთან, სტილბიტთან და აპოფილიტთან ასოციაციაში. გვხვდება შეცვლილ ტუფებში და ძარღვების სახით ბენტონიტურ თიხებში. ცნობილია აუტიგენური მორდენიტიც.

საბადოები: საქართველოში მორდენიტის საბადოები არ არის. საზღვარგარეთის ქვეყნებიდან ცნობილი საბადოებია: რუსეთში, აშშ (ნევადის შტატი), კანადაში, ისლანდიაში, იაპონიაში და სხვ.

ლიტერატურა

1. ბეტეხტინი, მინერალოგია. თბილისი, 1957 წ.
2. ზუხბაია ბ., ფოფორაძე ნ. ძვირფასი და სანახელავო ქვები. თბილისი, 1998 წ.
3. ნოზაძე ვ. ვეფხისტყაოსნის ფერთა მეტყველება, 1970.
4. სხირტლაძე ნ. პეტროგრაფია მინერალოგიის საფუძვლებით. თბილისი, 1971.
5. ქოიავა ვ. ლითოლოგია. თბილისი, თსუ, 1988.
6. Белов Н. В. и др. Очерки по теоретической минералогии. „Наука", М, 1982.
7. Берри Л. Г, Мейсон Б.Г., Дитрих Р. В. Минералогия. М. , „Мир", 1987.
8. Булах А. Т. Минералогия с основами кристаллографии. М. „Недра" 1989.
9. Годовик А.А. Минералогия. М. Недра, 1983.
10. Дир У. А. Хауи Р. А. и др. Породообразующие минералы .М., „Мир" Т.1,2 1965; III—V, 1966.
11. Илсинский Г.А. Определение плотности минералов. Л., 1975.
12. Импактиты.ю Изд-во Московского университета. 1981.
13. Кинг Э. Космическая геология. М.„Мир". 1979
14. Костов И. Кристаллография. М. 1965.
15. Костов И. Минералогия. М. „ Мир". 1971.
16. Лазаренко Е. К. Курс Минералогии. М. Высшая школа, 1971.
17. Мелош Г. Образование ударных кратеров: Геологический процесс. М. „Мир". 1994.
18. Миловский А.В. Кононов О. В. Минералогия. М. МГУ, 1982.
19. Минералогическая энциклопедия /Под ред. К. Фрей/ Л. „Недра", 1985.

20. Минералогические методы исследования. Справочник. М. „Недра", 1985.
21. Сазонова Л.В. Коротаева и др. Параметры образования расплавленных импактитов. Геохимия № 6. 1992.
22. Смольянинов Н.А. Практическое руководство по минералогии. М. Недра, 1972.
23. Станкеев Е. А. Генетическая минералогия. М., 1986.
24. Успенская М. Е. Пособие к практическим занятиям по минералогии. М. МГУ, 1994.
25. Фельдман В.И. Астроблемы_звездные раны Земли . Соросовский образовательный журнало 1999. № 9.
26. Ферсман А.Е. Избранные труды Т – I- IV М. 1975.
27. Фрондел Дж Минералогия луны М „Мир". 1978
28. Херлбат К, Клейн К. Минералогия по системе Дэна М. ,Недра, 1982
29. Штрюбель Г., Циммер З. Х. Минералогический словарь. М. „Недра", 1987.
30. Kostov I. Cristal chemistry and classification of the silicate minerals. Bulgarian Academy of Scienens . Geochemistry, Mineralogy and petrology . 1. Sofia, 1975, pp. 5—41
31. Lake B.E. Nomenclature of amphiboles. Amer. Miner., 1978, v. 63, N 11— 12, pp.. 1023-1052
32. Povarennykh A.S. Cristal chemical classifikation of minerals. Plenum Press New— York, London, vol. 1,2, 1972

მინერალთა საძიებელი

Აგალმატოლიტი 516
ადულარი 567
ავანტიურინი 550
ავარუიტი 200
ავგიტი 477
აზურიტი 360
აკმიტი 479
ალანიტი 456
ალბიტი 577
ალებასტრი 379
ალმანდინი 433
ალმასი 213
ალოფანი 512
ალუნდა 279
ალუნიტი 374
ამაზონიტი 568
ამალგამა 189
ამეთვისტო 549
ანაბერგიტი 399
ანალციმი 604
ანატაზი 287
ანგლეზიტი 370
ანდალუზიტი 442
ანდეზინი 580
ანდრადიტი 434
ანთიმონიტი 259
ანთოზინიტი 328
ანორთოკლაზი 570
ანორთიტი 583
ანორთოზიტი 583
ანტიგორიტი 505
ანტოფილიტი 490
ანტრაკონიტი 337
ანჰიდრიდი 372
აპატიტი 401
არაგონიტი 350
არსენოპირიტი 247
არფვედსონიტი 497
ასკანიტი 532
აურიპიგმენტი 261
აქატი 551
აქვამარინი 458
აქროიტი 464
აქტინოლიტი 491
აქტინოლიტ-აზბესტი 491
აშტონიტი 614
აღმოსავლეთის ამეთვისტო 277
აღმოსავლეთის ზურმუხტი 277
აღმოსავლეთის ტოპაზი 277

ბაზალტური რქატყუარა 495
ბაზალტური ავგიტი 477
ბაიკალიტი 473
ბალასი 213

ბარიტი 365
ბაროანგლეზიტი 370
ბასტიტი 505
ბეიდელიტი 534
ბელანიტი 434
ბელომორიტი 579
ბემიტი 312
ბენტონიტი 532
ბერილი 458
ბიოტიტი 524
ბისმუტი 204
ბიტოვნიტი 582
ბიშოფიტი 326
ბორნიტი 254
ბორტი 213
ბრეგერიტი 296
ბრეინერიტი 342
ბრონზიტი 470
ბრუკიტი 287
ბრუნკიტი 231
ბრუსიტი 307

გალენიტი 228
გარნიერიტი 505
გიაცინტი 430
გიბსიტი 308
გიდენიტი 481
გლაუკოდოტი 247
გლაუკონიტი 530
გლაუკოფანი 498
გლაუკოლიტი 595
გოგირდი 206
გოეთიტი 314
გორტონოლიტი 427
გრანატები 433
გრაფიტი 210
გრაფტიტი 210
გროსულარი 434
გუმბრინი 532

დარიშხანი 203
დემანტოიდი 434
დესმინი 613
დიალაგი 477
დიასპორი 310
დიკიტი 508
დიოპსიდი 473
დისტენი 440
დოლომიტი 356
დრავიტი 464
დიქროიტი 461

ეგირინი 479
ეგირინ-ავგიტი 477
ევლიტი 470
ელბაიტი 464
ელეოლითი 585
ელექტრუმი 185
ენსტატიტი 470
ეპიდოტი 453
ერიტრინი 398

ვანადინიტი 405
ვეზუვიანი 450
ვერლიტი 464
ვერმიკულიტი 528
ვერცხლი 189
ვეფხვის თვალი 550
ვივიანიტი 396
ვიოლანი 474
ვირიდინი 442
ვიურტციტი 231
ვიშნევიტი 591
ვოლასტონიტი 484
ვოლფრამიტი 386
ვორობიოვიტი 459
ვულფენიტი 389

ზეირიგიტი 384
ზუმფარა 277
ზურმუხტი 459

თაბაშირი 379

იაროზიტი 376
იასპისი(იაშმა) 551
იდიოკრაზი 450
ილმენიტი 283
იმოგოლითი 512
ინდიგოლიტი 464
იოლიტი 461
ისლანდური შპატი 336
იტროფლუორიტი 328

კალიფორნიტი 451
კალციტი 336
კამასიტი 201
კანკრინიტი 591
კაოლინიტი 508
კაჟი 551
კარბონადო 213
კარნალიტი 324
კარნეოლი 552
კასიტერიტი 289
კატის თვალი 550
კეთილშობილი შპინელი 299
კეთილშობილი ოპალი 559
კერსუტიტი 495
კვამლა კვარცი 549
კვარცი 548
კიანიტი 440
კიუსტელიტი 189
კლევეიტი 296
კლეველანდიტი 577
კლეიოფანი 231
კლინოქლორი 539
კლიფტონიტი 210
კობალტინი 249
კოესიტი 555
კოველინი 266
კორდიერიტი 461
კორუნდი 276
კრისტოფიტი 231
კროკიდოლიტი 500

კუბოიტი 604
კუნციტი 481
კუპრიტი 273
კუპროაურიდი 185

ლაბრადორი 581
ლავროვიტი 474
ლაზურიტი 593
ლალი 277
ლაპის–ლაზური 593
ლევიგიტი 374
ლეიკოსაფირი 277
ლეიკოქსენი 287
ლეიციტი 588
ლეონგარდიტი 607
ლეპიდოლიტი 526
ლეპიდომელანი 524
ლიმონიტი 316
ლომონტიტი 607
ლოუდსტოუნი 304

მაგნეზიტი 342
მაგნეტიტი 303
მათეთრებელი თიხა 532
მალაკონი 430
მალაქიტი 358
მარიალიტი 595
მარკაზიტი 244
მარტიტი 231
მეიონიტი 595
მელნიკოვიტ-პირიტი 241
მეტაცინაბარიტი 234
მზის ქვა 568
მთვარის ქვა 567
მთის ბროლი 549
მიკროკლინი 568
მინის თავი 280, 316
მოლიბდენიტი 264
მოლიბდოშეელიტი 384
მონაციტი 394
მონტმორილონიტი 532
მორდენიტი 614
მორიონი 549
მუსკოვიტი 519
მუშკეტოვიტი 280

ნაკრიტი 508
ნატროალუნიტი 374
ნატროლიტი 601
ნასტურანი 296
ნეფელინი 585
ნეფრიტი 491
ნიგრინი 287
ნიკელინი 239
ნონტრონიტი 532

ოლიგოკლაზი 579
ოლივინი 427
ონიქსი 337,551
ოპალი 559
ორთიტი 456

ოპტიკური კალციტი 336
ორთოკლაზი 563
ორლეცი 486
ოფიტი 505
ოქრო 184
ოქრა 280

პენინი 539
პერიდოტიტი 427
პეროვსკიტი 283
პიკოტიტი 299
პირიტი 240
პირილუზიტი 293
პირომორფიტი 404
პიროპი 433
პიროტინი 237
პიროფილიტი 516
პლატინა 196
პლეონასტი 299
პლესიტი 201
პოლიქსენი 196
პორპეციტი 185
პრაზემი 549
პროქლორიტი 541
პრშიბრამიტი 231
პტილოლიტი 614

ჟადა 491
ჟარგონი 430

რატოვკიტი 328
რაუბტოპაზი 549
რეალგარი 256
რიბეკიტი 500
რიპიდოლიტი 541
რკინის არაჟანი 280
რკინის ვარდი 280
რკინის ელვარება 280
რკინის ქვა 280
როდონიტი 486
როდოქროზიტი 346
როდუსიტი 500
რუბელიტი 464
რუტილი 287
რქატყუარა 494

საგენიტი 287
სანიდინი 566
სარდიონი 551
სარდონიქსი 551
საფირონი(კორუნდის) 277
საფირონი(კვარცის) 552
სელენიტი 379
სერიციტი 519
სერპენტინი 505
სერპოფიტი 505
სიდერიტი 344
სილვინი 322
სილიმანიტი 444
სინგური 234
სკაპოლიტი 595
სმიტსონიტი 348
სოდალიტი 590
სოსურიტი 455

სპეკულიარიტი 280
სპესარტინი 433
სპილენძი 192
სპილენძის ლურჯა 360
სპოდუმენი 481
სტავროლიტი 448
სტარლიტი 431
სტეატიტი 514
სტიბნიტი 259
სტილბიტი 613
სტიუარტიტი 213
სტიშოვიტი 555
სტიუვერიტი 287
სტრონციანიტი 352
სფალერიტი 231
სფენი 437

ტალკი 514
ტალნაქიტი 251
ტანზანიტი 455
ტარასპიტი 346
ტენიტი 201
ტიტან-ავგიტი 477
ტიტანიტი 437
ტიტანო-მაგნეტიტი 304
ტიურინგიტი 543
ტომსონიტი 603
ტოპაზი 445
ტრემოლიტი 493
ტრემოლიტ-აზბესტი 493
ტრიდიმიტი 557
ტულიტი 455

ტურმალინი 464
ტურმალინის მზე 464

უვაროვიტი 434
ურალიტი 495
ურანინიტი 296
უვიტი 464

ფაიალიტი 427
ფაკოლიტი 608
ფატერიტი 337
ფაულერიტი 486
ფერბერიტი 386
ფერიტი 199
ფერისილიტი 470
ფიბროლიტი 444
ფირუზი 407
ფიცრული შპატი 484
ფლოგოპიტი 522
ფლორიდინი 532
ფლუორიტი 327
ფორსტერიტი 427
ფოსფორიტი 401
ფუქსიტი 519

ქალკოზინი 226
ქალკოპირიტი 251
ქალცედონი 550
ქაღალდის კალციტი 337
ქვამარილი 320
ქრიზოკოლა 535
ქრიზოლიტი 427

ქრიზოტილ-აზბესტი 505
ქრიზოპრაზი 551
ქრისტობალიტი 558
ქრომიტი 301
ქრომოდიოპსიდი 474
ქრომომაგნეტიტი 304

შაბაზიტი 608
შამოზიტი 542
შეელიტი 384
შევარდენის თვალი 550
შერლი 464
შპინელი 299
შპრეუშტეინი 601
შუნგიტი 210

ჩვეულებრივი ავგიტი 477
ჩვეულებრივი რქატყუარა 495
ჩილეიტი 189

ცელესტინი 368
ცელზიანი 572
ცეილონიტი 299
ცერუსიტი 354
ცერფლუორიტი 328
ციპრინი 451
ცირკონი 430
ციტრინი 550
ცოიზიტი 455

ჰალიტი 320
ჰალუაზიტი 510
ჰედენბერგიტი 476
ჰეილანდიტი 611
ჰელიოდორი 458
ჰელიოტროპი 551
ჰემატიტი 280
ჰიალიტი 559
ჰიალოფანი 573
ჰიასტოლიტი 442
ჰიუბნერიტი 386
ჰიპერსტენი 472

შინაარსი

წინათქმა 5

ნაწილი I. თეორიული საფუძვლები 6

1. მინერალოგიის საგანი და ისტორია 6

მინერალის განსაზღვრა 6

მინერალოგიის ისტორია 9

მინერალოგიის პრაქტიკული მნიშვნელობა 19

მინერალოგიის კავშირი სხვა დარგის მეცნიერებებთან 21

მინერალის სახელწოდება 22

კვლევის ძირითადი მიმართულებები მინერალოგიაში 23

2. კრისტალოქიმია 29

კრისტალური სტრუქტურა და ქიმიური შედგენილობა . 29

ქიმიური ბმის ძალები მინერალებში 30

ატომთა და იონთა რადიუსის ზომები მინერალებში 34

კოორდინაციული რიცხვის პრინციპი 36

ატომებისა და იონების უმჭიდროესი წყობის პრინციპი 38

სტრუქტურის ტიპები 40

მინერალთა ქიმიური შედგენილობა და ფორმულები 45

იზომორფიზმი 51

იზომორფიზმის გენეტური ფაქტორები 54

პოლიმორფიზმი 56

პოლიმორფიზმის გენეტური ფაქტორები 57

ენანტიოტროპული და მონოტროპული გარდაქმნები 59

მორფოტროპია 60

წყლის როლი მინერალებში 61

3. რეალური კრისტალები და აგრეგატები 64
აგრეგატთა მორფოლოგია 66
კრისტალთა შენაზარდები 73
მრჩობლის კანონის მაგალითები სინგონიების მიხედვით. 77
ცრუ კრისტალები—ფსევდომორფოზები 82
პარამორფოზები 85
პოლიტიპია 85
ტიპომორფიზმი 86
მინერალ-თერმომეტრები 88
მინერალური ინდივიდი, სახეობა და ნაირსახეობა 89
ჩანართები მინერალებში 90

4. მინერალთა ფიზიკური თვისებები 93
სიმაგრე 94
მსხვრევადობა 97
ჭედადობა 97
დრეკადობა 97
მონატეხი 97
ფერი 99
ხაზის ფერი (შტრიხი) 103
ელვარება 104
გამჭვირვალობა 106
ლღობადობა 107
ხსნადობა 107
ჟანგვა და აღდგენა 109
ტკეჩვადობა 111
გემო 112
ცხიმოვნება 113
სუნი 113
ხვედრითი წონა (სიმკვრივე) 113
ელექტროგამტარობა 116
რადიოაქტიურობა 118
მაგნიტურობა 120
ლუმინესცენცია 122

5. მინერალოგიური კვლევის მეთოდები 125
საველე ეტაპი 125
ლაბორატორიული ეტაპი 127

ნაწილი II. მინერალთა გენეზისი 134

6. მინერალთა წარმოშობის გეოლოგიური პროცესები ... 134

ენდოგენური (ჰიპოგენური) მინერალწარმომშობი პროცესები 134
მეტამორფული მინერალწარმომშობი პროცესები 152
ეკზოგენური მინერალწარმომშობი პროცესები 162

ნაწილი III. მინერალთა სისტემატიკა და აღწერა 178

7. კლასიფიკაციის საფუძვლები 178

8. I კლასი. ხალასი ელემენტები 182
ოქროს ჯგუფი 184
პლატინის ჯგუფი 195
რკინის ჯგუფი 199
დარიშხანის ჯგუფი 202
გოგირდის ჯგუფი 205
ნახშირბადის ჯგუფი 209

9. II კლასი. სულფიდები 220
კოორდინაციული სტრუქტურის სულფიდები და არსენიდები 226
კუნძულისებრი სტრუქტურის სულფიდები 256
ძეწკვისებრი სტრუქტურის სულფიდები 259
შრეებრივი სტრუქტურის სულფიდები 261

10. III კლასი. ჟანგეულები და ჰიდროჟანგეულები 269
ჟანგეულები 273
ჰემატიტის ჯგუფი 276
რუტილის ჯგუფი 286
შპინელის ჯგუფი 298
ჰიდროჟანგეულები 306

11. IV კლასი. ჰალოგენიდები 318

12. V კლასი. კარბონატები 331
კალციტის ჯგუფი 335
არაგონიტის ჯგუფი.....349
დოლომიტის ჯგუფი 355
მონოკლინური კარბონატები $[OH]^-$ ჯგუფით.....358

13. VI კლასი. სულფატები 363
უწყლო სულფატები.....365
წყლიანი სულფატები.....378

14 .VII კლასი. ვოლფრამატები და მოლიბდატები 382

15. VIII კლასი. ფოსფატები, არსენატები და ვანადატები 391
უწყლო მარტივი ფოსფატები.....394
წყლიანი მარტივი ფოსფატები და არსენატები.....396
ჰიდროქსილ ან ჰალოგენ-იონების შემცველი უწყლო ფოსფატები და ვანადატები 400
ჰიდროქსილ-იონების შემცველი წყლიანი ფოსფატები.....407

16. IXკლასი. სილიკატები 409
ანიონური რადიკალის სტრუქტურული ტიპები 410
სილიკატები სასრული ანიონური მოტივით 411
სილიკატები უსასრულო ანიონური მოტივით.....413
I ქვეკლასი. სილიკატები იზოლირებული ტეტრაედრებით (ორთოსილიკატები).....426
ოლივინის ჯგუფი 427
ცირკონის ჯგუფი.....430
გრანატების ჯგუფი 433
ტიტანიტის ჯგუფი.....437
ალუმინის სილიკატების ჯგუფი.....440

II ქვეკლასი. სილიკატები ორფა ტეტრაედრებით (დიორთოსილიკატები) 450
ვეზუვიანის ჯგუფი 450
ეპიდოტის ჯგუფი 453
III ქვეკლასი. რგოლური სილიკატები 458
IV ქვეკლასი. ძეწკვისებრი სილიკატები 467
პიროქსენების ჯგუფი 468
რომბული პიროქსენები (ორთოპიროქსენები) 470
მონოკლინური პიროქსენები (კლინოპიროქსენები) . 473
ტრიკლინური პიროქსენები (პიროქსენოიდები) 483
ამფიბოლების ჯგუფი 488
რომბული ამფიბოლები 488
მონოკლინური ამფიბოლები 490
ნატრიუმიანი ამფიბოლები 497
V ქვეკლასი. შრეებრივი სილიკატები 501
სილიკატები ორშრიანი პაკეტებით—დამატებითი ანიონებით 505
სერპენტინის ჯგუფი 505
კაოლინიტის ჯგუფი 508
წყლიანი ამორფული შრეებრივი სილიკატები 512
ალოფანის ჯგუფი 512
უწყლო სილიკატები და ალუმოსილიკატები სამშრიანი პაკეტებით—დამატებითი ანიონებით 514
ტალკ-პიროფილიტის ჯგუფი 514
ქარსების ჯგუფი 518
წყლიანი სილიკატები და ალუმოსილიკატები სამშრიანი პაკეტებით 527
ჰიდროქარსების ჯგუფი 527
მონტმორილონიტის ჯგუფი 532
სილიკატები და ალუმოსილიკატები მრავალშრიანი პაკეტებით—დამატებითი ანიონებით 537
ქლორიტების ჯგუფი 537

ორთოქლორიტების რიგი.....539
ლეპტოქლორიტების რიგი.....542
VI ქვეკლასი. კარკასული სილიკატები.....545
კაჟმიწის ჯგუფი.....546
მინდვრის შპატების (ფელდშპატები) ჯგუფი.....561
K და K–Na მინდვრის შპატების რიგი.....563
K– Ba მინდვრის შპატების რიგი.....572
Ca–Na მინდვრის შპატების
(პლაგიოკლაზები) რიგი.....574
ფელდშპატოიდების ჯგუფი.....584
სკაპოლიტის ჯგუფი.....595
ცეოლითების ჯგუფი.....597
დაბალკაჟმიწიანი ცეოლითების რიგი.....601
საშუალოკაჟმიწიანი ცეოლითების რიგი.....604
მაღალკაჟმიწიანი ცეოლითების რიგი.....611

ლიტერატურა.....616

მინერალთა საძიებელი.....618

შინაარსი.....625

ტაბულები

ხალასი ელემენტები



1.1 სპილენძი



1.2 გოგირდი

ტაბულა 2

სულფიდები



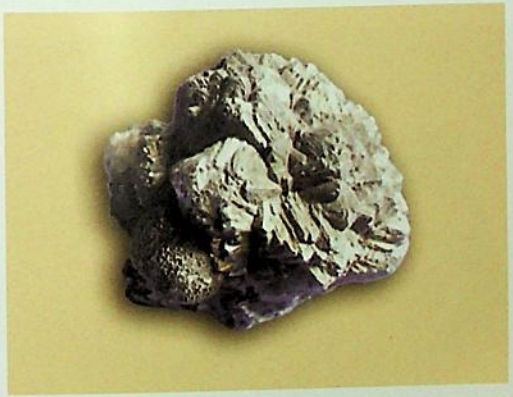
2.1. სფალერიტი *



2.2 პირიტი



2.3. პირიტი კვარცთან



2.4. მარკაზიტი

ტაბულა 2



2.5. რეალგარი და აურიპიგმენტი



2.6. აურიპიგმენტი

ცხრილი 3

ჟანგეულები და ჰიდროჟანგეულები



3.1. ჰემატიტი



3.2 პიროლუზიტი

ტაბულა 3



3.3. მაგნეტიტი

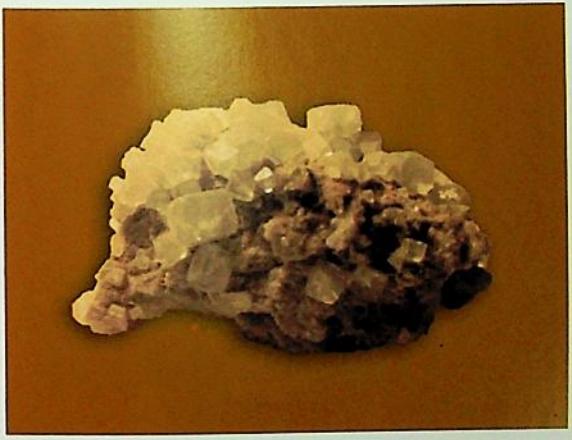


3.4. ლიმონიტი

ჰალოგენიდები



4.1. ჰალიტი



4.2. ფლუორიტი *

ტაბულა 5

კარბონატები



5.1 კალციტი *



5.2. კალციტის მრჩობლი



5.3. კალციტი კვარცის შენაზარდით *



5.4.კალციტის დრუზა

ტაბულა 5



5.5. არაგონიტი

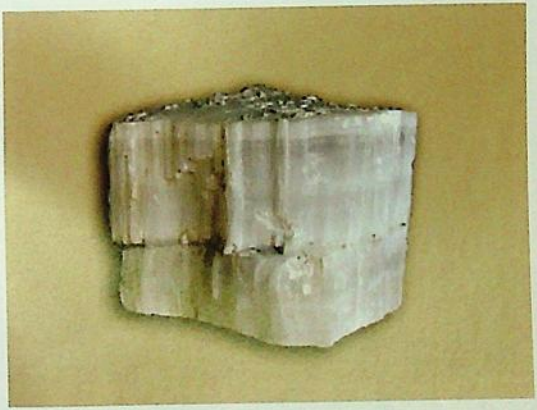


5.6. მალაქიტი

სულფატები



6.1. ბარიტი



6.2. სელენიტი

ტაბულა 6



6.3. თაბაშირის მრჩობლი



6.4. თაბაშირის „ვარდი“

ფოსფატები



7.1.ფოსფორიტი



7.2. აპატიტი

ტაბულა 8

სილიკატები



8.1. გრანატი



8.2. გრანატი კალციტთან ერთად *



8.3. სტავროლიტი



8.4. ეპიდოტი კალციტთან

ტაბულა 8



8.5. ბერილი



8.6. ტურმალინის მზე



8.7. ავგიტი



8.8. როდონიტი



8.9. ლეპიდოლიტი



8.10. მთის ბროლი *



8.11. ამეთვისტო



8.12. რაუხტოპაზი



8.13. ორთოკლაზი



8.14. ლაზურიტი



8.15. სკაპოლიტი

შენიშვნა: მინერალები გამოყენებულია გეოლოგ
ბ. გოგოლაძის კოლექციიდან

მინერალოგია
MINERALOGY

გამომცემლობის რედაქტორი მარინე ვარამაშვილი
გარეკანის დიზაინი თინათინ ჩირინაშვილი
კომპ. უზრუნველყოფა ნათია დვალი

