

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

ზოგადი ქიმია ინჟინრებისთვის

ლაბორატორიული მეცადინეობების კურსი

I კურსის „ნიადაგისა და წყლის რესურსების
ინჟინერიის“ სპეციალობის სტუდენტებისათვის

2014

სარჩევი

თავი 1. ფიზიკური და ქიმიური ცვლილებების დაკვირვება.....	4
სამუშაო 1.1. ცნობილი საყოფაცხოვრებო მოხმარების საგნების ქიმიური და ფიზიკური თვისებების ანალიზი.....	5
სამუშაო 1.1ა. ფიზიკური თვისებების ფიქსირება	6
სამუშაო 1.1ბ. ფიზიკური ცვლილებები.....	7
თავი 2. ქიმიური ცვლილებები	8
სამუშაო 2.2ა. პირდაპირ ალში გახურებით გამოწვეული ცვლილებები.....	13
სამუშაო 2.2ბ. სინჯარაში ნივთიერების გახურებით გამოწვეული ცვლილებები	14
სამუშაო 2.2გ. ნაერთების შერევით გამოწვეული ცვლილებები	16
თავი 3. გაზომვები და მათი ინტერპრეტირება.....	18
სამუშაო 3.1. შეასაბამისი ხელსაწყოს არჩევა სითხის მოცულობის გასაზომად	20
სამუშაო 3.2. გრაფიკების გამოყენება გაზომილი მნიშვნელობების ჩასაწერად.....	23
თავი 4. ქიმიური რეაგენტის იდენტიფიცირება	29
თავი 5. მჟავების და ფუძეების რეაქციების შესწავლა	37
სამუშაო 5.1. მჟავას დატიტვრა ნატრიუმის ჰიდროქსიდით მჟავა-ფუძე ინდიკატორის გამოყენებით	40
სამუშაო 5.2. მჟავას შემცველობის გამოკვლევა მოხმარების პროდუქტებში.....	46
სამუშაო 5.2ა. ძმარი	47
სამუშაო 5.2ბ. ასპირინის აბები.....	48
თავი 6. სპილენძის ოქსიდის ემპირიული ფორმულა	50
თავი 7. ქიმიური რეაქციები ატმოსფეროში.....	54
სამუშაო 7.1. მოსამზადებელი სამუშაოები	55
სამუშაო 7.1ა. აირის ნიმუშების შეგროვება.....	55
სამუშაო 7.1ბ. აზოტის ჟანგის (NO) მიღება	57
სამუშაო 7.1გ. აზოტის ჟანგის გადატანა აირის შესანახ ჭურჭელში.....	60
სამუშაო 7.2. ზოგიერთი წინასწარი ექსპერიმენტი	62
სამუშაო 7.3. შემდეგი კვლევა: რა რეაქცია მიმდინარეობს, როდესაც აზოტის ჟანგი ირევა ჰაერთან?	64
თავი 8. ატომური სპექტროსკოპია.....	68
სამუშაო 8.1. ალის ანალიზი	68
სამუშაო 8.2. სინათლის სხვადასხვა წყაროს სპექტროსკოპიული გამოკვლევა. სპექტროსკოპები	70
სამუშაო 8.3. დამბინძურებლის იდენტიფიცირება	71

სამუშაო 8.4. წყალბადის ემისიის სპექტრის კვლევა.....	72
თავი 9. კალა-ბისმუტის სისტემის ფაზური დიაგრამა.....	81
სამუშაო 9.1. სუფთა მეტალების გაცივების მრუდები.....	85
თავი 10. ოპტიკური დიფრაქციის ექსპერიმენტები	90
სამუშაო 10.1.....	92
სამუშაო 10.2. მესერის პერიოდის გაზომვა დიფრაქციის გამოყენებით.....	94
სამუშაო 10.3. დაკვირვება მარილის კრისტალებზე.....	96
თავი 11. სითბოს მიმოცვლა ქიმიურ პროცესებში.....	98
სამუშაო 11.1. სხვა სითბოს გადატანის გამოთვლა.....	101
სამუშაო 11.2. მჟავა-ფუძე რეაქცია	102
სამუშაო 11.3. მარილების გახსნა.....	104
თავი 12. ჟანგვა-აღდგენის რეაქციები	106
სამუშაო 12.1. ზოგიერთი მეტალის რეაქცია წყალთან	108
სამუშაო 12.2. ზოგიერთი მეტალის რეაქციები მარილმჟავასთან.....	111
სამუშაო 12.3. ზოგიერთი მეტალის რეაქციები მეტალთა კათიონების ხსნარებთან	112
თავი 13. ქიმიური კინეტიკა. წყალბადის ზეჟანგის დაშლის კინეტიკა.....	114
სამუშაო 13.1. ზოგიერთი წინასწარი ექსპერიმენტი.....	115
სამუშაო 13.2. წყალბადის ზეჟანგის კატალიზური დაშლის სიჩქარის გაზომვა	117
თავი 14. წონასწორობა	121
სამუშაო 14.1. მომზადება	123
სამუშაო 14.2. ორგანული მჟავების წონასწორობა გამხსნელის საზღვარზე.....	127
თავი 15. ელექტროქიმია, გალვანური ელემენტები, ელექტროქიმიური უჯრედები.....	130
15.1. გალვანური ელემენტები	130
სამუშაო 15.1.1. ზოგიერთი მეტალი-მეტალის იონი სისტემები.....	131
სამუშაო 15.1.1ა. სპილენძ-თუთიის სისტემა	132
სამუშაო 15.1.1ბ. სპილენძ-კალას სისტემა.....	137
სამუშაო 15.1.1გ. კალა-თუთიას სისტემა.....	138
სამუშაო 15.1.2. დამატებითი ელემენტების გამოკვლევა	138
სამუშაო 15.1.3. ელექტროდების აღდგენის პოტენციალები.....	140
15.2. ელექტროქიმიური უჯრედები.....	142
სამუშაო 15.2.1. ელექტროლიზის შესწავლა.....	143
სამუშაო 15.2.1ა. კალიუმის სულფატის (K_2SO_4) წყალხსნარის ელექტროლიზი	144
სამუშაო 15.2.1ბ. კალიუმის იოდიდის (KI) წყალხსნარის ელექტროლიზი	146

სამუშაო 15.2.1გ. სპილენძის (II) სულფატის (CuSO₄) წყალხსნარის ელექტროლიზი	147
სამუშაო 15.2.2. მოსპილენძების გამოკვლევა და პრობლემა	148

თავი 1. ფიზიკური და ქიმიური ცვლილებების დაკვირვება

ქიმიის განსაზღვრა ასეთია: „ქიმია არის ნივთიერების და მისი ცვლილებების შესწავლა“. ქიმიური და ფიზიკური თვისებების დაკვირვება და აღწერა ნივთიერების შესწავლის საფუძველია. ფიზიკური თვისებები გამოიყენება ნივთიერების ცალკეული ტიპების დახასიათებისა და იდენტიფიცირებისთვის. ქიმიური ცვლილებები ასევე გვეხმარება ნივთიერების ცალკეული ტიპის დახასიათებაში, მაგრამ, მნიშვნელოვანწილად, გამოიყენება ნივთიერებაზე ზემოქმედებისათვის ქიმიკოსის ცოდნისა და აზროვნების მიხედვით.

ექსპერიმენტის დროს თქვენ აღწერთ ზოგიერთი ცნობილი ნაერთის ფიზიკურ თვისებებს. შემდეგ თქვენ დააკვირდებით ამ ნაერთის ქიმიურ და ფიზიკურ თვისებებს და გულდასმით შეიტანთ მიღებულ მონაცემებს თქვენს სამუშაო რეულში. შემდეგ მოხდება ამ მონაცემების განხილვა და დადგინდება ფიზიკური და ქიმიური ცვლილებების ტენდენციები. თქვენ ასევე შეადგენთ კრიტერიუმების სიას იმის დასადგენად, არის ესა თუ ის მოვლენა ფიზიკური თუ ქიმიური თვისება. ამ კრიტერიუმების დადგენის შემდეგ თქვენ შეძლებთ ჩაატაროთ გარკვეული პროცედურები, და დაადგინოთ, ეთანადება თუ არა თითოეული შედეგი თქვენს კრიტერიუმებს.

უსაფრთხოების ძირითადი პროცედურები ქიმიურ რეაქტივებთან მუშაობისას.

უნდა გამოიყენოთ დამცავი სათვალე, ხელთათმანები და წინსაფარი. ნარჩენები მოათავსეთ სპეციალურ კონტეინერში.

უნდა გახსოვდეთ შემდეგი:

- დასუნეთ ნივთიერებები დაქროლვით, არასოდეს უსუნოთ სარეაქციო ნარევის მისი გახურების ან რეაქციის მიმდინარეობის დროს.
- არასოდეს გასინჯოთ ქიმიური ნაერთის გემო
- გამოიყენეთ ქიმიური ნაერთის მხოლოდ დადგენილი რაოდენობა

- გამოიყენეთ მინის სარეველა ნაერთის მოსარევეად ან შეურიეთ სინჯარის შენჯღრევით.
- ფრთხილად იყავით ნებისმიერ გახურებულ ნაერთთან. ცხელი და ცივი მინა ერთნაირად გამოიყურება!
- არასოდეს დადოთ სინჯარა გაუფრთხილებლად თქვენს წინ.
- არასოდეს შეურიოთ ქიმიური ნაერთები დაუდევრად „ჭუჭყიანი“ ფითხის კონტეინერში შეტანით ან ნაერთის კონტეინერში დაბრუნებისას.

სამუშაო 1.1. ცნობილი საყოფაცხოვრებო მოხმარების საგნების ქიმიური და ფიზიკური თვისებების ანალიზი

მასალები: საათის მინა, გამახურებელი ქურა, ბუნზენის სანთურა, მაშა, მიკროფითხი.

ქიმიური რეაქტივები და ინფორმაცია უსაფრთხოების შესახებ

ქიმიური ნაერთი	პოტენციური საფრთხე	სიფრთხილის ზომები
წყალი/ყინული H_2O (l) ან (s)	არ არის მნიშვნელოვანი საფრთხე	ჩაიცვით ხელთათმანები, გაიკეთეთ დამცავი სათვალე ლაბორატორიაში მუშაობისას
ეპსომის მარილი (მაგნიუმის სულფატის ჰეპტაჰიდრატი $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ (მყ))	საშიშია, თუ გადაყლაპავთ. შეიძლება გამოიწვიოს გაღიზინება, ერიდეთ მტვრის გაბნევას, მოარიდეთ მარილი თვალებს და კანს.	ჩაიცვით ხელთათმანები, გაიკეთეთ დამცავი სათვალე, იმუშავეთ რესპირატორით
სოდა (ნატრიუმის ბიკარბონატი)	შეიძლება გამოიწვიოს თვალების, კანის ან	ჩაიცვით ხელთათმანები, გაიკეთეთ დამცავი

ქიმიური ნაერთი	პოტენციური საფრთხე	სიფრთხილის ზომები
NaHCO ₃ (მყ)	სასუნთქი მილის გაღიზიანება	სათვალე, იმუშავეთ რესპირატორით
წყალსადინარი მილის გამწმენდი (ნატრიუმის ჰიდროქსიდის ხსნარი)	კოროზიულია, იწვევს თვალების, კანის, სასუნთქი და საყლაპავი მილების წვას.	ჩაიცვით ხელთათმანები, გაიკეთეთ დამცავი სათვალე, იმუშავეთ რესპირატორით
მშრალი ყინული CO ₂ (მყ)	მაღალი კონცენტრაციების შესუნთქვამ შეიძლება გამოიწვიოს გაგუდვა; კონტაქტმა შეიძლება გამოიწვიოს მოყინულობა.	ჩაიცვით ხელთათმანები, გაიკეთეთ დამცავი სათვალე, იმუშავეთ რესპირატორით

სამუშაო 1.1ა. ფიზიკური თვისებების ფიქსირება

ფიზიკური თვისებების დადგენა შეიძლება ნივთიერების იდენტირობის ცვლილებების გარეშე და ხშირად შეიცავს თქვენს შეგრძნებებს, როგორცაა, მაგალითად, ფერი, სუნი, სტრუქტურა და მდგომარეობა.

რადგან თქვენ გამოიწვევთ ფიზიკურ ან ქიმიურ ცვლილებებს ცალკეულ ნივთიერებებში, მნიშვნელოვანია საწყისი ნივთიერებების ფიზიკური თვისებების დეტალური აღწერა, რათა დადგინდეს ცვლილების სახე.

პროცედურა

1. გადაწყვიტეთ, თუ რომელი ფიზიკური თვისებების დაკვირვება იქნება შესაძლებელი და რომელი იქნება სასარგებლო თითოეული ნივთიერების დასახასიათებლად.

2. შეადგინეთ ცხრილი თქვენს რვეულში, სადაც შეიტანთ ამ ფიზიკურ თვისებებს ზემოთ ჩამოთვლილი ქიმიური ნაერთებისათვის.

სამუშაო 1.1ბ. ფიზიკური ცვლილებები

შემდეგი პროცედურის თითოეულ საფეხურზე ჩაიწერეთ დაკვირვებები იმ ნივთიერებათა ფიზიკურ თვისებებზე, რომლებთანაც მუშაობთ, ექსპერიმენტის დაწყებამდე ან მის შემდეგ.

ნივთიერებები: წყალი, მშრალი ყინული, შაქარი, უნივერსალური ინდიკატორი.

პროცედურა

1. ქურის საშუალებით აადუღეთ წყალი პატარა ჭიქაში, ზემოდან დაადეთ საათის მინა. ჩაიწერეთ დაკვირვებები.
2. გამორთეთ ქურა, ფრთხილად აიღეთ საათის მინა და ცხელ წყალს დაუმატეთ ცოტა ყინული. ჩაიწერეთ დაკვირვებები.
3. დაადეთ მშრალი ყინულის ნაჭერი საათის მინაზე ჭიქის თავზე, რომელშიც თბილი წყალია. ჩაიწერეთ დაკვირვებები.
4. მოათავსეთ გამოხდილი წყლის დაახლოებით 1მლ სინჯარაში, ფითხის გამოყენებით დაუმატეთ ცოტაოდენი შაქარი, შეანჯღრიეთ. ჩაიწერეთ დაკვირვებები.
5. მოათავსეთ გამოხდილი წყლის დაახლოებით 1მლ პატარა სინჯარაში, დაუმატეთ უნივერსალური ინდიკატორის 2 წვეთი. განაზავეთ 2 მლ გამოხდილი წყლით. ჩაიწერეთ დაკვირვებები. შეინახეთ სინჯარა და ხსნარი შესადარებლად.

თავი 2. ქიმიური ცვლილებები

ნივთიერებები: შაქარი, ძმარი, სოდა, წყალსადინარი მილის გამწმენდი, ეპსომის მარილები.

პროცედურა

1. აანთეთ ბუნზენის სანთურა. ფითხით აიღეთ ცოტაოდენი შაქარი და დაიჭირეთ ბუნზენის სანთურის ალში. ჩაიწერეთ დაკვირვებები. გაწმინდეთ ფითხი ალში (გაახურეთ, სანამ ნაშთი არ დაიწვება).
2. მოათავსეთ 0.1მ ძმარმჟავის (ძმარი) დაახლოებით 1მლ სინჯარაში, დაუმატეთ ცოტაოდენი ნატრიუმის ბიკარბონატი (სოდა). ჩაიწერეთ დაკვირვებები
3. სინჯარაში დაუმატეთ 0.1 ძმარმჟავის (ძმრის) დაახლოებით 1მლ და დაუმატეთ უნივერსალური ინდიკატორის ერთი ან ორი წვეთი. მეორე სინჯარაში მოათავსეთ 0.1მ ნატრიუმის ჰიდროქსიდის (წყალსადინარი მილის გამწმენდი) დაახლოებით 1მლ და უნივერსალური ინდიკატორის 1 ან 2 წვეთი. დარწმუნდით, რომ ორივე ხსნარის მოცულობები ერთნაირია. ჩაასხით პირველი სინჯარის შემცველობა (ძმარმჟავა) მეორე სინჯარაში. ჩაიწერეთ დაკვირვებები.
4. სინჯარაში ჩაასხით გამოხდილი წყლის დაახლოებით 1მლ. დაუმატეთ პატარა ჩამჩით მაგნიუმის სულფატის ჰიდრატი (ეპსომის მარილი) და შეანჯღრიეთ გახსნამდე. დაუმატეთ 20მლ 0.1მლ ნატრიუმის ჰიდროქსიდი. ჩაიწერეთ დაკვირვებები.

დისკუსია, სამუშაო 1

უპასუხეთ შემდეგ კითხვებს და პასუხები შეიტანეთ თქვენს ნოთებუკში. ამ კითხვებზე პასუხის შემდეგ თქვენ შეძლებთ განსაზღვროთ ფიზიკური და ქიმიური ცვლილებები და შეიმუშაოთ კრიტერიუმები ამ ცვლილებებს შორის განსხვავების დასადგენად.

ა) განიხილეთ ადუღებული წყალი (ფიზიკური ცვლილება). რას წარმოადგენს წარმოქმნილი ბუშტუკები? არის ეს ახალი ნივთიერება? თუ ეს ასეა, რით დაამტკიცებთ ამას?

ბ) განიხილეთ ნატრიუმის ბიკარბონატის დამატება ძმარმჟავაზე (სოდის და ძმრის შერევით). ამ შემთხვევაში ასევე წარმოიქმნება აირის ბუშტუკები. რა არის ეს ბუშტუკები? არის ეს ნივთიერება განსხვავებული საწყისი ნივთიერებისგან? თუ ეს ასეა, რით დაამტკიცებთ?

გ) განიხილეთ შაქრის გახსნა წყალში და მაგნიუმის სულფატის გახსნა წყალში. წარმოიქმნება რაიმე ახალი ნივთიერება? რა ხდება, როდესაც გახსნილ მაგნიუმის სულფატს უმატებენ ნატრიუმის ჰიდროქსიდს? იწვევს თუ არა ნატრიუმის ჰიდროქსიდის დამატება ახალი ნივთიერების წარმოქმნას? თუ ეს ასეა, დაასაბუთეთ.

დ) როდესაც ანზავებენ უნივერსალურ ინდიკატორს, მისი შეფერილობა ოდნავ იცვლება. როდესაც ძმარმჟავას უნივერსალურ ინდიკატორთან ერთად უმატებენ ნატრიუმის ჰიდროქსიდს უნივერსალურ ინდიკატორთან ერთად, ასევე ადგილი აქვს ფერის ცვლილებას: რა განსხვავებაა ფერის ამ ცვლილებას შორის? რომელი შერევა ასაბუთებს, რომ წარმოიქმნება ახალი ნივთიერება?

ე) რას ხედავთ, როდესაც წვავთ შაქარს? რას წაგავს საბოლოო ნივთიერება? არის ის ისევ შაქარი? რა ამტკიცებს ამას?

ვ) ზემოთ მოყვანილ კითხვებზე პასუხების საფუძველზე რა არის ძირეული განსხვავება ფიზიკურ და ქიმიურ ცვლილებებს შორის?

ზ) ა-დ კითხვებზე პასუხებიდან რომელია იმის მანიშნებელი, რომ ადგილი ჰქონდა ქიმიურ ცვლილებებს?

კრიტერიუმები ქიმიური ცვლილებების დასადგენად.

ამ ნაწილის თითოეულ საფეხურზე შეიტანეთ დეტალური დაკვირვებები თქვენს ნოუტბუქში. ასევე შეაფასეთ და ჩაიწერეთ, ადგილი აქვს თუ არა თითოეულ საფეხურზე ქიმიურ ან ფიზიკურ ცვლილებას. დაასაბუთეთ თქვენი არჩევანი სამუშაო 1-ს, კითხვა ვ-თი.

მასალები: ბუნზენის სანთურა, მაშა, მიკროფითხი, სინჯარა (20×150მმ, ჰირექსი), ერთი ხვრელის ზომის 2 საცობი მინის 5 სმ-იანი ჩართული მილით, პატარა სინჯარები (13×100მმ), საცობი პატარა სინჯარის დასახურად, ჭილიპყურა (მცირე ზომის ჯოხი როგორც შემცვლელი), მრგვალი დგარი, pH-ს ქაღალდი, სინჯარის საკიდი.

ქიმიური რეაქტივები და ინფორმაცია უსაფრთხოების შესახებ

ქიმიური ნაერთი	პოტენციური საფრთხე	სიფრთხილის ზომები
გოგირდი, S	გადაყლაპვისას საშიშია. შეიძლება გამოიწვიოს გაღიზიანება. ერიდეთ მტვრის ან ორთქლის გაბნევას.	ხელთათმანები, დამცავი სათვალე, იმუშავეთ რესპირატორით.
ქვიშა, სილიციუმის დიოქსიდი, SiO ₂	შეიძლება გამოიწვიოს თვალის მექანიკური გაღიზიანება, ასევე სასუნთქი და საყლაპავი მილების წვა.	ხელთათმანები, დამცავი სათვალე, იმუშავეთ რესპირატორით.
მაგნიუმი, Mg	აალებადი მყარი ნაერთია, რეაგირებს წყალთან, იწვევს თვალის და კანის გაღიზიანებას, აღიზიანებს სასუნთქ	ხელთათმანები, დამცავი სათვალე, იმუშავეთ რესპირატორით.

ქიმიური ნაერთი	პოტენციური საფრთხე	სიფრთხილის ზომები
	მილს.	
კალიუმის ქლორატი, $KClO_3$	გახურებამ, დარტყმამ, ხახუნმა ან კონტაქტმა სხვა მასალებთან შეიძლება გამოიწვიოს ცეცხლი ან აფეთქება. საშიშია გადაყლაპვისას. ერიდეთ მტვრის ან ორთქლის გაფრქვევას. გამოიყენეთ ვენტილაცია. ერიდეთ კონტაქტს თვალთან, კანთან ან ტანსაცმელთან.	ხელთათმანები, დამცავი სათვალე, იმუშავეთ რესპირატორით.
ამონიუმის კარბონატი, $(NH_4)_2CO_3$	იწვევს თვალის და კანის გალიზიანებას, ასევე აღიზიანებს საყლაპავ და სასუნთქ მილებს.	ხელთათმანები, დამცავი სათვალე, იმუშავეთ რესპირატორით.
სპილენძის (II) სულფატის პენტაჰიდრატი, $CuSO_4 \cdot 5H_2O$	საშიშია გადაყლაპვისას, აღიზიანებს საყლაპავ და სასუნთქ მილებს შემდგომი წვით, თვალებს და კანს.	ხელთათმანები, დამცავი სათვალე, იმუშავეთ რესპირატორით.
6 მ ამიაკი, NH_3 (წყ) ან NH_4OH	კოროზიულია; აღიზიანებს თვალებს, კანს, საყლაპავ და სასუნთქ მილებს; ტოქსიკურია; იწვევს ცრემლდენას; საშიშია	ხელთათმანები, დამცავი სათვალე, იმუშავეთ რესპირატორით.

ქიმიური ნაერთი	პოტენციური საფრთხე	სიფრთხილის ზომები
	გადაყლაპვისას.	
6მ მარილმჟავა HCl (წყ)	კოროზიულია; აღიზიანებს თვალებს, კანს, საყლაპავ და სასუნთქ მილებს შესაძლო წვით.	ხელთათმანები, დამცავი სათვალე, იმუშავეთ რესპირატორით.
0.1 მ რკინის (III) ქლორიდი FeCl ₃ (წყ)	კოროზიულია; აღიზიანებს თვალებს, კანს, საყლაპავ და სასუნთქ მილებს შესაძლო წვით.	ხელთათმანები, დამცავი სათვალე, იმუშავეთ რესპირატორით.
0.1 მ კალიუმის თიოციანატი KSCN (წყ)	საშიშია გადაყლაპვისას, იწვევს გაღიზიანებას; ერიდეთ ორთქლის ან მტვრის გაფრქვევას; გამოიყენეთ ვენტილაცია; მოარიდეთ თვალები, კანი და ტანსაცმელი.	ხელთათმანები, დამცავი სათვალე, იმუშავეთ რესპირატორით.

სამუშაო 2.2ა. პირდაპირ ალში გახურებით გამოწვეული ცვლილებები

ამ სამუშაოში სხვადასხვა ნაერთი ხურდება პირდაპირ ბუნზენის სანთურას ალში. ჩაიწერეთ დაკვირვებები გახურებამდე, გახურების დროს და მის შემდეგ. ჩაიწერეთ დეტალების საკმარისი რაოდენობა იმის დასადგენად, თუ რა ტიპის ცვლილებებია – ფიზიკური თუ ქიმიური, თუ საერთოდ არის რაიმე ცვლილება?

პროცედურა

გაფრთხილება. იმუშავეთ ამწოვ კარადაში. ზოგიერთი კვამლი ტოქსიკურია. არ დასუნოთ არც ერთი წარმოქმნილი აირი. ზოგიერთი მასალა იწვის კაშკაშა ალით. არ შეხედოთ სინათლეს პირდაპირ.

ნაერთები:

გოგირდი (S), ქვიშა (სილიციუმის დიოქსიდი SiO_2), მაგნიუმის ნაჭერი (Mg).

1. ჩართეთ ბუნზენის სანთურა.
2. გრანულირებული ნაერთების მცირე რაოდენობა აიღეთ თქვენი ფითხით და მოათავსეთ ბუნზენის სანთურას ალში.
3. მეტალებისათვის გამოიყენეთ მაშა, რათა დაიჭიროთ ~0.5 სმ-იანი ზოლი ალში.

ნარჩენების განთავსება

- ქვიშა: მოათავსეთ ქვიშა რეციკლირების ჭურჭელში.
- მაგნიუმის ოქსიდი (მაგნიუმის წვის პროდუქტი): მოათავსეთ ნაგავში.

სამუშაო 2.2ბ. სინჯარაში ნივთიერების გახურებით გამოწვეული ცვლილებები

ამ სამუშაოში თქვენ გაახურებთ სხვადასხვა ნივთიერებას სინჯარაში და შეაგროვებთ ნებისმიერ წარმოქმნილ აირს. შემდეგ თქვენ დაახასიათებთ აირებს pH-ის ქაღალდით და მღვივარი ჭილიბყურით. pH-ის ქაღალდი შეიცავს უნივერსალურ ინდიკატორს, რომელიც გამოიყენეთ სამუშაო 1-ში. თუ აირი აწითლებს pH-ის ქაღალდს, ე.ი. აირი წყალთან შეერთებისას წარმოქმნის მჟავა ნაერთს (როგორცაა ძმარმჟავა). თუ pH-ის ქაღალდი გალურჯდა, აირი წყალში წარმოქმნის ფუძეს (როგორც ნატრიუმის ჰიდროქსიდია). მღვივარი ჭილიბყურა გამოიყენება იმის დასადგენად, არის თუ არა აირი აალეზადი. თუ ჭილიბყურა კიდევ უფრო კაშკაშად გაღვივდება, აირი, საალებათოდ, ჟანგბადია. თუ გაიგონებთ ტკაცანს, ის, ალბათ, წყალბადია. არაალეზადი აირი, როგორცაა ნახშირბადის დიოქსიდი, ჩააქრობს ჭილიბყურას.

ჩაიწერეთ დაკვირვებები გახურების დაწყებამდე, გახურების დროს და დასრულების შემდეგ. ჩაიწერეთ დეტალების საკმარისი რაოდენობა, რათა დაადგინოთ თუ რომელ ცვლილებას აქვს ადგილი – ფიზიკურს თუ ქიმიურს, თუ საერთოდ არის რაიმე ცვლილება?

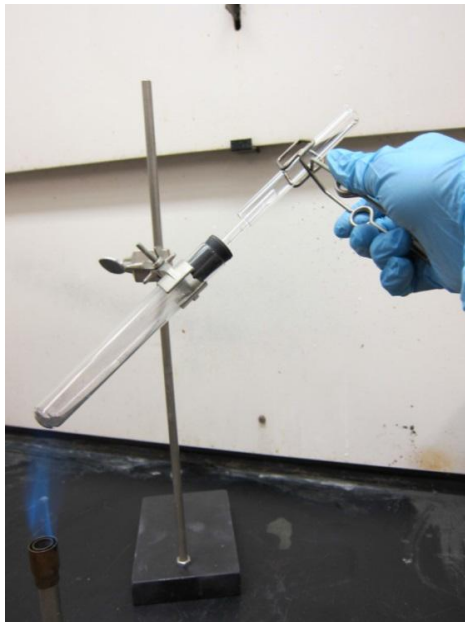
პროცედურა

იმუშავეთ ამწოვ კარადაში. ზოგიერთი წარმოქმნილი აირი მომწამლავია.

ნაერთები:

კალიუმის ქლორიდი ($KClO_3$); ამონიუმის კარბონატი $[(NH_4)CO_3]$, სპილენძის (II) სულფატის პენტაჰიდრატი ($CuSO_4 \cdot 5H_2O$).

1. მოათავსეთ ამ სამი ნაერთიდან ერთ-ერთის ოთხი ალეზა საშუალო სინჯარაში, რომელიც აღჭურვილია ერთხვრელიანი საცობით მასში შეყვანილი მინის მილით. დაამაგრეთ სინჯარა შტატივზე, როგორც ეს ნახ. 1-ზეა ნაჩვენები.



ნახ.1. ნიტოერების სინჯარაში გახურება.

2. დასაწყისში მყარი სხეული ფრთხილად გაახურეთ, შემდეგ კი ძლიერად – ბუნზენის სანთურათი. თუ საჭიროა, ალი ფრთხილად მიმართეთ პირდაპირ. დარწმუნდით, რომ სინჯარა მოშორებულია სხვა სტუდენტებს. ჩაიწერეთ დაკვირვებები. გაიმეორეთ პროცედურა ორი დანარჩენი ნაერთისათვის. სპილენძის (II) სულფატის პენტაჰიდრატის გახურების შემდეგ შეინახეთ მიღებული მყარი პროდუქტი 2C სამუშაოში გამოყენების მიზნით.
3. გახურების დაწყების შემდეგ დაასველეთ pH-ის ქაღალდი გამოხდილი წყლით და დაიჭირეთ ის აირის ნაკადში მათით. ჩაიწერეთ დაკვირვებები (გააკეთეთ ეს სწრაფად, რათა შეძლოთ აირის ნიმუშების შეგროვება).
4. pH-ის განსაზღვრის შემდეგ შეაგროვეთ ნებისმიერი წარმოქმნილი აირი. ამისათვის გამოიყენეთ სინჯარის დამჭერი, რათა დაიჭიროთ პატარა სინჯარა მინის მილის ღია ბოლოზე. როდესაც აირს შეაგროვებთ, მოაცილეთ პატარა, აირით ავსებული სინჯარა – გეჭიროთ გადმობრუნებული და მყისიერად დაახურეთ საცობი, რათა შეინარჩუნოთ შემცველობა. აგროვეთ აირი, სანამ არ შეწყდება გახურებული ნიმუშის ცვლილება.
5. მოაცილეთ საცობი პატარა აირით ავსებულ სინჯარას და სწრაფად შეიტანეთ მღვივარი ჭილიბყურა აირის შესაგროვებელ მილში. ჩაიწერეთ დაკვირვებები.
6. გაიმეორეთ იგივე ორი სხვა ნაერთისათვის.

სამუშაო 2.2გ. ნაერთების შერევით გამოწვეული ცვლილებები

ამ სამუშაოში თქვენ დაადგენთ, თუ ცვლილების რომელ ტიპს აქვს ადგილი ნაერთების შერევისას. თქვენ დაამატებთ წყალს მყარ სხეულებს, დაამატებთ ფუძის ხსნარს და მჟავას ზოგიერთ მეტალს და, ბოლოს, შეურევთ მარილებს როგორც ხსნარის სახით, ასევე მყარი სხეულის სახით. აქაც ჩაიწერეთ საწყისი და საბოლოო ნაერთების თვისებები და აღწერეთ ნებისმიერი ცვლილება.

პროცედურა

ყველა ცდა ჩაატარეთ ამწოვ კარადაში.

ნაერთები:

წყალი; სპილენძის (II) სულფატის პენტაჰიდრატი, სპილენძის (II) სულფატი; ამიაკი; მარილმჟავა; აზოტმჟავა; მეტალური სპილენძი; მეტალური თუთია; რკინის (III) ქლორიდი; კალიუმის თიოცინატი.

წყლის დამატება

1. მიკროფითხით შეიტანეთ $(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O})$ -ის ორი ამოღება პატარა სინჯარაში, დაამატეთ ~ 1 მლ გამოხდილი წყალი. ჩაიწერეთ დაკვირვება.
2. აიღეთ დეჰიდრირებული CuSO_4 -ის შემცველი (2ბ სამუშაოდან) სინჯარა და დაამატეთ ~ 1 მლ გამოხდილი წყალი. შეანჯღრიეთ სინჯარა შერევის მიზნით. ჩაიწერეთ დაკვირვება.

მჟავას ან ფუძის დამატება

1. დაამატეთ 6 მლ ამიაკის $\text{NH}_3(\text{წყ})$ (ფუძე) ~ 5 წვეთი ამ სამუშაოს 1 და 2 საფეხურების თითოეულ სინჯარას. ჩაიწერეთ დაკვირვებები. არის რაიმე განსხვავება ამ ორ პროცესს შორის? ახსენით.
2. მოათავსეთ სპილენძის ნაჭერი პატარა სინჯარაში. დაამატეთ 6 მლ მარილმჟავას (HCl) ~ 1 მლ. სინჯარა ფრთხილად შეანჯღრიეთ. დააცადეთ მეტალს და მჟავას 5 წუთი დასალექად და ჩაიწერეთ დაკვირვებები.

3. მოათავსეთ სპილენძის ნაჭერი პატარა სინჯარაში. დაამატეთ 6 მ მარილმჟავას (HCl) ~1 მლ. სინჯარა ფრთხილად შეანჯღრიეთ. დააცადეთ მეტალს და მჟავას 5 წუთი დასალექად და ჩაიწერეთ დაკვირვებები.
4. მოათავსეთ მეტალური თუთიის ნაჭერი პატარა სინჯარაში. დაამატეთ 6მ HCl-ის ~1 მლ და ფრთხილად შეანჯღრიეთ. დააცადეთ მეტალს და მჟავას 5 წუთი დასალექად და ჩაიწერეთ დაკვირვებები.

ნაერთების შერევა

შეიტანეთ 0.1 მ რკინის (III) ქლორიდის ($FeCl_3$) ხსნარის ~20 წვეთი პატარა სინჯარაში. დაამატეთ 0.1 მ კალიუმის თიოციანატის ~20 წვეთი იმავე სინჯარაში. შეანჯღრიეთ შერევისათვის. ჩაიწერეთ დაკვირვებები.

უპასუხეთ ქვემოთ მოტანილ კითხვებს და გააკეთეთ თქვენი დასკვნები:

ა) რა განსხვავებაა ქიმიურ და ფიზიკურ ცვლილებებს შორის?

ბ) რა მიგვითითებს ქიმიური ცვლილების შესახებ?

გ) მეორე სამუშაოში იყო თითოეული პროცესი ქიმიური თუ ფიზიკური ცვლილება?

დ) როგორ დაადგინეთ ეს?

გამორკვევა

- რა შეცდომებია დაშვებული?
- როგორ შეიძლება მათი თავიდან აცილება მომავალში?
- იყო მიღებული შედეგები მოსალოდნელი?
- რატომ?
- ავითვისე მე რაიმე ახალი?
- რა?

თავი 3. გაზომვები და მათი ინტერპრეტირება

საბუნებისმეტყველო მეცნიერებების ყველა თეორია და კანონი დაფუძნებულია ნივთიერების ცალკეული ფიზიკური მახასიათებლების და ენერჯის გაზომვაზე. ეს მნიშვნელოვანია ქიმიის შესწავლისათვის, რადგან თქვენ აითვისებთ ზუსტ და აღწარმოებად გაზომვებს. ეს სამუშაო საშუალებას მოგცემთ გაეცნოთ ზოგიერთ მთავარ ინსტრუმენტს, რომლებსაც ქიმიკოსი იყენებს გაზომვისათვის, დაგეხმარებათ ამ ინსტრუმენტების მუშაობის ათვისებაში და ასევე დაინახავთ, რომ ამ ინსტრუმენტებისთვის დაწესებულია გარკვეული შეზღუდვები.

მონაცემების შეგროვება სამეცნიერო მეთოდის მხოლოდ ერთი საფეხურია. ყველაზე კარგი გაზომვაც კი უსარგებლოა, თუ არ იქნება მათი სწორი ანალიზი. ასევე გაეცნობით, რომ ერთი ტიპის გაზომვის გამოყენება შეიძლება, რათა იპოვოთ სხვა, უფრო მნიშვნელოვანი მონაცემები. დამატებით, თქვენ გაივლით გრაფიკების აგების პრაქტიკას. გრაფიკი მონაცემების ვიზუალური წარმოდგენაა და სწრაფად გვიჩვენებს დამოკიდებულებას მათ შორის, რაც ცხადი არ არის მხოლოდ რიცხვებიდან.

აქ საქმე გექნებათ ნივთიერების სამი ძირითადი თვისების გაზომვასთან. ესენია მოცულობა, მასა და სიმკვრივე.

მოცულობა (V) – ეს არის სივრცის რაოდენობა, რომელიც ცალკეულ ნივთიერებას უკავია. მაგალითად, ავტობუსში მეტი მოცულობაა, ვიდრე ავტომანქანაში. მოცულობის ყველაზე გავრცელებული ერთეულებია ლიტრი (ლ), მილილიტრი (მლ) და კუბური სანტიმეტრი (სმ³). 1ლ=1000მლ და 1მლ = 1სმ³.

ქიმიკოსები ზომავენ სითხის მოცულობას მინის ჭურჭლით, რომელსაც გარედან აქვს აღნიშვნები, ფორმალურად მათ „დანაყოფები“ ეწოდება. ცნობილია მრავალი დანაყოფებიანი მინის ჭურჭელი, მნიშვნელოვანი უნარი, მიღებული ლაბორატორიული სამუშაოდან, არის იმის ცოდნა, თუ სითხის მოცულობის გამზომი რომელი ხელსაწყო გამოდგება კონკრეტული სამუშაოს შესასრულებლად. გაიგებთ, რომ როდესაც თქვენ ასახავთ წყლის გამზომ ცილინდრში ან იღებთ მას

პიპეტით, წყლის დონე იწევს ქვევით ცენტრისკენ. ამ მოღუნულ პირს მენისკს უწოდებენ. ყოველთვის აითვალეთ წყლის დონე მენისკის ძირიდან.

მასა (m) არის ნივთიერების რაოდენობა. რეალურად მასა არ არის იგივე რაც წონა, თუმცა ისინი პროპორციულია და ბევრ შემთხვევაში ურთიერთშენაცვლებით გამოიყენებიან (წონა არის იმ ძალის საზომი, რომელიც მოქმედებს ობიექტზე გრავიტაციურ ველში. ტყვიის 1 გრამს სივრცეში აქვს წონა, განსხვავებული 1 გრამი ტყვიისგან დედამიწის ზედაპირზე). მასის ყველაზე გავრცელებული ერთეულია გრამი (გ).

მასა იზომება ელექტრული სასწორის საშუალებით. ეს არის ყველაზე ზუსტი და აღწარმოებადი ხელსაწყო ლაბორატორიაში. სასწორები ზუსტად უნდა იყოს გათანაბრებული, რათა მასა ზუსტად გაიზომოს. არასოდეს გადაადგილოთ ელექტრული სასწორი, რომ არ დაირღვეს ჰორიზონტალურობა და არ დაზიანდეს ხელსაწყო მგრძობიარე ნაწილები. მუშაობის დაწყებამდე შეამოწმეთ სასწორის დონე. ყოველთვის დახურეთ სასწორის მინის ფანჯარა. ჰაერის ნაკადს შეუძლია დაარღვიოს ბალანსი, რის გამოც მიიღებთ არასწორ მაჩვენებელს. არასოდეს დადოთ ქიმიური რეაქტივი პირდაპირ სასწორის თევზზე. ყოველთვის გამოიყენეთ ფაიფურის ნავი ან ჭიქა. არასოდეს მოათავსოთ სითხე ღია კონტეინერში რადგან ასეთ კონტეინერში სითხე ყოველთვის აორთქლდება, რაც იწვევს არასწორ გაზომვას

სიმკვრივე (d) არის ობიექტის მასა გაყოფილი მის მოცულობაზე ($d=m/V$). მაგალითად, ბუმბულის ტომარას და ტყვიის ტომარას შეიძლება ეკავოთ ერთი და იგივე მოცულობა, მაგრამ ტყვიას ექნება ბევრად უფრო მეტი მასა, ასე რომ, ტყვია უფრო მკვრივია ანუ მას აქვს უფრო მაღალი სიმკვრივე. სიკვრივე, მასა და მოცულობა ურთიერთკავშირშია; ამიტომ თუ ვიცით ორი ცვლადი, ყოველთვის ვიპოვით მესამეს.

სამუშაო 3.1. შეასაბამისი ხელსაწყოთა არჩევა სითხის მოცულობის გასაზომად

ზუსტი გაზომვა დანაყოფებიანი მინის ჭურჭლით

როდესაც თქვენ მიგყავთ წყლის დონე ნიშნულის სიახლოვეს დანაყოფებიან ცილინდრში, გამოიყენეთ პატარა პიპეტი ბოლომდე შესავსებად. პიპეტი დაგეხმარებათ სითხის წვეთ-წვეთ დამატებაში ან მოცილებაში. მეტიც, თვენი თვალის დონე უნდა იყოს იგივე სიმაღლეზე, რაც წყლის დონე. კონტეინერი ყოველთვის უნდა იყოს თვენს თვალწინ. თქვენ ვერ გააჩერებთ მას ზუსტ დონეზე. ხაზებს აქვთ სისქე და ეცადეთ, რომ მენისკის ძირი ეხებოდეს ხაზის თავს.

პიპეტის გამოყენება

პიპეტი უნდა გეჭიროთ მარცხენა ხელში ან მარჯვენა ხელში, თუ ის გიჭირავთ მარჯვენა ხელში, შეცვალეთ აქ მოცემული ყველა მიმართულება.

დაიჭირეთ პიპეტი ვერტიკალურად მარცხენა ხელში, განდევნეთ ჰაერი პიპეტიდან მარჯვენა ხელით. ახლა ფრთხილად დაახურეთ პიპეტს თავი ბუშტათი, ჩაუშვით პიპეტის ბოლო სითხეში და ნელა გაათავისუფლეთ ბუშტა. სითხე ნელ-ნელა შევა პიპეტში. შეჩერდით, როდესაც სითხის დონე ავა ნიშნულზე ზევით. რაც შეიძლება უფრო სწრაფად გადაადგილეთ ბუშტა თქვენი მარცხენა დიდი თითით. ახლა დაატრიალეთ თითი უკან და წინ და ოდნავ შეასუსტეთ დაწოლა, სანამ სითხის დონე არ დაიწევს ნიშნულამდე (გამოიყენეთ მენისკის ძირი). გადაიტანეთ პიპეტი ახალ კონტეინერში, შეახეთ პიპეტის წვერი შიდა კედელს და მოაცილეთ თითი. სითხე თავისით ჩაეშვება, არ ჩაბეროთ.

აღწარმოებადობა

ერთ-ერთი შედეგი, რაც თქვენ შეიძლება გამოთვალოთ, დაკავშირებულია გაზომვების აღწარმოებადობასთან. ამას ეწოდება საშუალო სტანდარტული გადახრა და გამოითვლება ქვემოთ მოტანილი ფორმულით. რაც მეტია გაზომვათა რაოდენობა, მით უფრო სასარგებლოა სტანდარტული გადახრის ცოდნა, რადგან ის გვიჩვენებს, თუ რამდენად აღწარმოებადია გაზომვა. ჩაატარეთ სულ ცოტა სამი გაზომვა სტანდარტული გადახრის გამოთვლის წინ.

$$\sigma_{n-1} = \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{n - 1}}$$

სადაც σ_{n-1} – სტანდარტული გადახრაა შედეგების მცირე რაოდენობისთვის, X_i – ცალკეული შედეგი, \bar{X} – ცალკეული შედეგების საშუალო მნიშვნელობა. $(X_i - \bar{X})^2$ დისპერსია; Σ – დისპერსიათა ჯამი; n – ცალკეული შედეგების რაოდენობა.

შედეგი, რომელშიც შეჯამებულია გაზომვების ნაკრები, ჩაწერილია როგორც სტანდარტული გადახრის საშუალო მნიშვნელობა (\pm) საშუალო ჩაწერილია რამდენიმე ნიშნით, რაც მოითხოვება სტანდარტული გადახრის მნიშვნელობის პირველი ნიშნის სიზუსტით. დავუშვათ, საშუალო მოცულობა იყო 9,984მლ და სტანდარტული გადახრა 0.023მლ. ეს შედეგი შეიძლება ჩაიწეროს როგორც 9.98 ± 0.02 მლ. სხვა დამატებით ციფრებს აზრი არ აქვს, რადგან ეს მნიშვნელობა გვიჩვენებს, რომ უკვე სახეზეა გარკვეული მნიშვნელოვანი გადახრა მილილიტრის მეთასედეგში.

სიმკვრივე და ტემპერატურა

ცხრილი 1. წყლის სიმკვრივე (წყლის მაქსიმალური სიმკვრივეა 1,0000 გ/მლ 3.98°C)

T(°C)	სიმკვრივე (გ/მლ)	T(°C)	სიმკვრივე (გ/მლ)	T(°C)	სიმკვრივე (გ/მლ)
1	0,9999	11	0,9996	21	0,9980
2	0,9999	12	0,9995	22	0,9978
3	1,0000	13	0,9994	23	0,9975
4	1,0000	14	0,9992	24	0,9973
5	1,0000	15	0,9991	25	0,9970
6	0,9999	16	0,9989	26	0,9968
7	0,9999	17	0,9988	27	0,9965
8	0,9999	18	0,9986	28	0,9962
9	0,9998	19	0,9984	29	0,9959
10	0,9997	20	0,9982	30	0,9956

ამ ცხრილიდან ცხადია, რომ წყლის სიმკვრივე იცვლება ტემპერატურასთან ერთად. პირველად შეიძლება მოგეჩვენოთ, რომ ცვლილება არ არის დიდი და უნიშვნელოა. მაგრამ ხელსაწყოს, რომელსაც თქვენ იყენებთ მასის და სითხის მოცულობის გასაზომად, ადვილად შეუძლია დაადგინოს ეს მცირე ცვლილებები. ამიტომ მათი გათვალისწინება მნიშვნელოვანია შედეგების ანალიზისას.

გამოკვლევა

საწყისი კითხვა: სამი დანაყოფებიანი ინსტრუმენტიდან რომლით შეიძლება 10 მლ სითხის ზუსტი გაზომვა? დაგეგმეთ და შეასრულეთ გაზომვები იმის დასადგენად, თუ ამ სამ დანაყოფებიანი ინსტრუმენტიდან რომლის საშუალებით შეიძლება 10 მლ წყლის აღწარმოებადი გაზომვა. თქვენ უნდა შეამოწმოთ არჩევანი გაზომვების საშუალებით.

მასალები:

100მლ დანაყოფებიანი ცილინდრი, 10მლ დანაყოფებიანი ცილინდრი, 10მლ დანაყოფებიანი პიპეტი, პლასტმასის სინჯარები და ხუფები.

ქიმიური რეაქტივები და ინფორმაცია უსაფრთხოების შესახებ

ქიმიური ნაერთი	პოტენციური საფრთხე	სიფრთხილის ზომები
წყალი H ₂ O (ს)	არ არის მნიშვნელოვანი საფრთხე	ხელთათმანები, დამცავი სათვალეები

პროცედურა

1. განსაზღვრეთ სუფთა და მშრალი პლასტიკური სინჯარის და ხუფის მასა. ეს სინჯარა და ხუფი გამოყენებული იქნება წყლის ნიმუშების მოსათავსებლად მასის განსაზღვრის მიზნით.
2. თითოეული გაზომვისთვის მოათავსეთ 10მლ წყალი სინჯარაში, შემდეგ გაზომეთ გავსებული სინჯარის მასა.
3. გაზომეთ წყლის ტემპერატურა ციფრული თერმომეტრით თითოეული ცდის შუა პერიოდში

4. იპოვეთ წყლის სიმკვრივე ამ ტემპერატურაზე (იხ. ცხრ. 1.). სიმკვრივის განტოლების გამოყენებით გამოთვალეთ საზომ ხელსაწყოში მოთავსებული რეალური მოცულობა თითოეული ცდის დროს.
5. გამოთვალეთ წყლის საშუალო მოცულობა გაზომვების თითოეული ციკლისათვის იგივე საზომი ხელსაწყოს გამოყენებით.
6. გამოთვალეთ სტანდარტული გადახრა გაზომვათა თითოეული ციკლისათვის.

ანალიზი

ა) რა არის წყლის მოცულობისათვის საშუალო და სტანდარტული გადახრა? როგორ შეიძლება მათი შედარება ხელსაწყოების საშუალებით?

დისკუსია

ა) რა შეგიძლიათ თქვათ ჩატარებული გაზომვების შესახებ?

ბ) შეამჩნიეთ თუ არა ისეთი რამ, რაც განსხვავდებოდა მოსალოდნელი შედეგიდან?

გ) შეგიძლიათ გამოიტანოთ რაიმე დასკვნა თქვენი დაკვირვებებიდან?

სამუშაო 3.2. გრაფიკების გამოყენება გაზომილი მნიშვნელობების ჩასაწერად

მასალები: 100 მლ დანაყოფებიანი ცილინდრი, 10 მლ დანაყოფებიანი ცილინდრი, 10 მლ დანაყოფებიანი პიპეტი.

ქიმიური რეაქტივები და ინფორმაცია უსაფრთხოების შესახებ

ქიმიური ნაერთი	პოტენციური საფრთხე	სიფრთხილის ზომები
წყალი/ყინული H ₂ O (ს) ან (მყ)	არ არის მნიშვნელოვანი საფრთხე	ხელთათმანები, დამცავი სათვალე
შაქარი (საქაროზა) C ₁₂ H ₂₂ O ₁₁	თვალებისა და კანის მსუბუქი გაღიზიანება, ინჰალაციის საფრთხე	ხელთათმანები, დამცავი სათვალე

გრაფიკების გამოყენება გაზომვების შედეგების ჩასაწერად ორი ცვლადის შემთხვევაში

ჩვენ განვიხილეთ ცალკეული ან მრავალჯერადი გაზომვების შედეგები ერთი ცვლადის შემთხვევაში. ახლა ვნახოთ გაზომვები, დაკავშირებული ორ ცვლადთან. იბადება კითხვები, როგორიცაა: „როგორ იცვლება y x -ის ცვლილებებთან ერთად?“ დამოკიდებული ცვლადი y არის თვისება, რომელიც დამოკიდებულია დამოუკიდებელი ცვლადის x -ის მნიშვნელობაზე. შემდეგი მაგალითი ეხება კითხვას: „როგორ იცვლება აირადი ჟანგბადის წნევა ტემპერატურის ცვლილებასთან ერთად?“ ამ შემთხვევაში აირის ტემპერატურა არ არის დამოკიდებული ცვლადზე (x) და წნევა დამოკიდებულია ცვლადზე (x) (იხ. ცხრ. 2.).

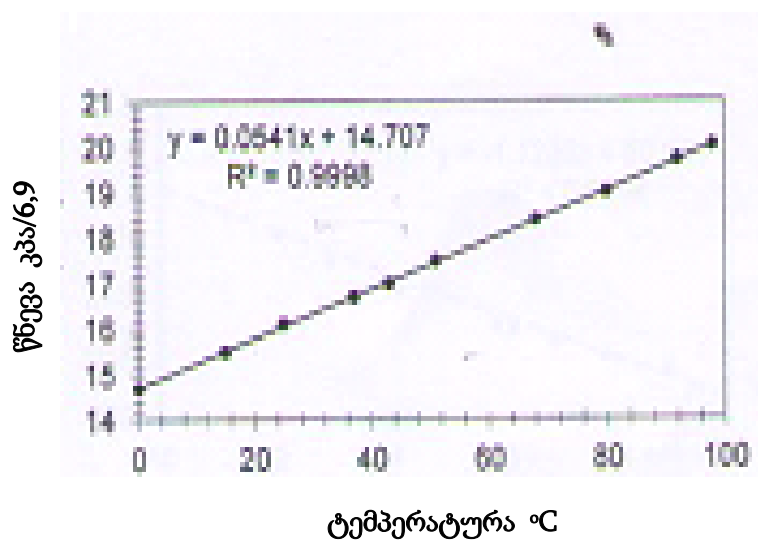
ცხრილი 2. აირადი ჟანგბადის წნევა, როგორც ტემპერატურის ფუნქცია

ტემპერატურა ($^{\circ}C$)	0	15	25	37	43	51	68	80	92	98
წნევა (კპა/6.9)	14,7	15,5	16,1	16,7	17	17,5	18	18,4	19	19,7

ორ ცვლადთან დაკავშირებული პრობლემები მოითხოვს სხვა მიდგომას, განსხვავებულს ერთი ცვლადის შემთხვევისაგან. **დამოკიდებული ცვლადი უნდა გაიზომოს დამოუკიდებელი ცვლადის მნიშვნელობათა მთელ ინტერვალში.** დამოუკიდებელმა ცვლადმა შეიძლება მიიღოს მნიშვნელობათა უსასრულო რიცხვი ნებისმიერ ინტერვალში, ასე რომ, შეიძლება ჩატარდეს გაზომვათა უსასრულო რიცხვი, რაც, ცხადია, შეუძლებელია. ამ ტიპის პრობლემისათვის ყველაზე ცნობილი მიდგომა მდგომარეობს იმაში, რომ გაიზომოს დამოკიდებული ცვლადის მნიშვნელობა რამდენიმე შერჩეული მნიშვნელობისათვის დამოუკიდებელი ცვლადის მთელი ინტერვალიდან. ეს შედეგები დაიტანეთ გრაფიკზე. დატანილი შედეგებით შეგიძლიათ ივარაუდოთ დამოკიდებული ცვლადის იმ მნიშვნელობებზე, რომლებიც მოხვდა გაუზომავ ინტერვალში.

მონაცემების წრფივი გრაფიკები

გრაფიკი გვიჩვენებს მუდმივი მოცულობის აირადი ჟანგბადის წნევის ცვლილებას ტემპერატურის ზრდით. აღსანიშნავია, რომ გრაფიკს თან ახლავს განმარტებითი წარწერა და ასევე ღერძებზე მონიშნულია ცვლადები და მათი ერთეულები. თუმცა გრაფიკზე ნაჩვენებია მხოლოდ 10 შედეგი, გრაფიკი აჩვენებს წნევის ცვლილებას ტემპერატურის მიხედვით 0-98°C ინტერვალში. ასევე ინტერვალები x და y ღერძებზე თანაბრადაა განაწილებული და ინტერვალები (14-21, 0-100) ისეა შერჩეული, რომ დატანილი შედეგები გრაფიკის მთელ სივრცეს იკავებს.



ნახ.2. აირადი ჟანგბადის წნევა როგორც ტემპერატურის ფუნქცია.

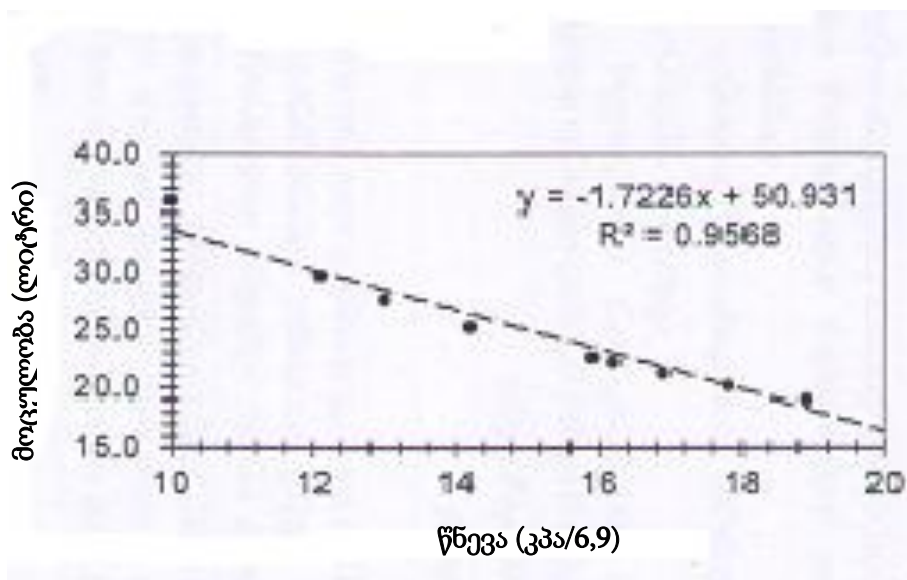
წერტილები ძვეს სწორ ხაზზე. ამის შემოწმება შეგვიძლია სახაზავით. თუ მონაცემები ძვეს ხაზზე ან ქაოტურად გაბნეულია ხაზის ზევით ან ქვევით, თქვენ შეგიძლიათ ამტკიცოთ, რომ დამოუკიდებელი ცვლადის ქცევა დამოკიდებულ ცვლადთან მიმართებაში არის წრფივი.

ნახ. 2-ზე მოტანილია ხაზის განტოლება, რომელიც ყველაზე კარგად აკმაყოფილებს შედეგებს, ისევე როგორც რიცხვი „R კვადრატში“, რაც უფრო ახლოსაა R² ერთთან, მით უფრო აკმაყოფილებს ხაზი მონაცემებს. თუ R² არ არის ახლოს ერთთან, მაშინ ეს ხაზი არ არის მონაცემების კარგი ასახვა.

ეს წრფივი დამოკიდებულება (იხ. ნახ. 2) სხვა წერტილების მნიშვნელობების განსაზღვრის საშუალებას იძლევა. შეიძლება ავითვალოთ ჟანგბადის წნევა ნებისმიერ ტემპერატურაზე 0-100°C ინტერვალში. თუ ტემპერატურას ვიპოვით x ღერძზე და შემდეგ მოვძებნით შესაბამის მნიშვნელობას y ღერძზე, ან გამოვიყენებთ განტოლების y -ის გამოსათვლელად, მოცემული x -ისთვის.

არაწრფივი გრაფიკი

ნახ. 3-ზე მოტანილია სხვადასხვა ექსპერიმენტის 10 მონაცემი. სწორი ხაზი მიღებულია წრფივი რეგრესიული ანალიზის პაკეტის გამოყენებით, რომელიც ხელმისაწვდომია მრავალი ფართოფორმატიანი გამოთვლების პროგრამიდან. აჩვენებს ეს მონაცემები წრფივ დამოკიდებულებას დამოკიდებულ და დამოუკიდებელ ცვლადებს შორის?



ნახ.3. აირადი ჟანგბადის მოცულობა როგორც წნევის ფუნქცია.

ამ კითხვაზე პასუხის გაცემა შესაძლებელია იმის შემოწმებით, თუ როგორ არის განაწილებული მონაცემები ხაზის გარშემო. თუ დამოკიდებულება წრფივია, მონაცემები მოუწესრიგებლად იქნება გაბნეული ხაზის ზევით და ქვევით. ნახ. 3 გვიჩვენებს, რომ წერტილები ინტერვალის ბოლოებში ხაზზეა, ხოლო შუა მონაკვეთში ხაზს ქვევითაა. ეს არ არის უწესრიგო გაბნევა – მონაცემები მიყვება მრუდს. დამოკიდებულება ორ ცვლადს შორის არ არის წრფივი და ხაზის

გამოყენება არ არის მიზანშეწონილი დამოკიდებულების აღსაწერად, მაშინაც კი, როდესაც R^2 ახლოსაა 1-თან.

ნახ. 3-ის ანალიზი შეუძლებელია წრფის გამოყენებით. მოცულობის მნიშვნელობები ინტერვალის შუაში იქნება ძალიან მაღალი, ბოლოში – ძალიან დაბალი. მონაცემების გამოსაყენებლად საჭიროა მდორე მრუდის გატარება. მაშინ შეგიძლიათ აიღოთ y კოორდინატის მნიშვნელობა ნებისმიერი x კოორდინატისათვის.

გამოკვლევა

ზოგიერთმა სტუდენტმა შეიძლება მოითხოვოს, რომ არ არის აუცილებელი ხსნარის სიმკვრივის რეალურად გაზომვა, თუ ხსნარი თქვენ მიერ არის მომზადებული და ცნობილია, როგორც გახსნილი ნივთიერების, ასევე გაუხსნელის მასები. სხვა სტუდენტები ამ მოთხოვნას არაკორექტულად ჩათვლიან. შეიძლება ხსნარის სიმკვრივის გამოთვლა ხსნარის ფაქტობრივად მომზადების გარეშე და ხსნარის მასისა და მოცულობის გაზომვის გარეშე.

საწყისი კითხვა: როგორ იცვლება შაქრის ხსნარის სიმკვრივე ამ ხსნარის კონცენტრაციის ცვლილებით? როგორია დამოკიდებულება წყალში ნებისმიერი ქიმიური ნაერთის კონცენტრაციასა და საბოლოო ხსნარის სიმკვრივეს შორის? დაგეგმეთ ექსპერიმენტი, რათა იპოვოთ პასუხი, რომელიც გაამყარებს თქვენს მონაცემებს, აქ ჩამოთვლილია თქვენი ექსპერიმენტის ზოგიერთი პრაქტიკული შეზღუდვები:

- არის კონცენტრაციის ბევრი სხვადასხვა საზომი. ამისთვის გამოიყენეთ წონითი პროცენტი, რაც ტოლია შაქრის მასისა გაყოფილს ხსნარის მასაზე და გამრავლებულს 100%. ეს კონცენტრაცია გამოისახება როგორც „% წონითი“. როგორი იქნება შაქრის წონითი პროცენტი ასეთ ხსნარში: 10 გ შაქარი გახსნილია 40 გ წყალში? **მინიშნება:** *არა 25%!
- დააყენეთ შაქრის კონცენტრაცია 45 %-ზე ან ქვევით. შეზღუდეთ წყლის მოცულობა 10 მლ-ით. ნებისმიერი ერთი ხსნარისთვის. **მინიშნება:** თქვენ შეგიძლიათ გამოიყენოთ წყლის ცნობილი სიმკვრივე და ყურადღებით

გაზომოთ წყლის მოცულობა სასწორზე დროის დაზოგვის მიზნით. ეს მოგცემთ საშუალებას, მოამზადოთ ხსნარი წონური პროცენტით?

ნარჩენების განთავსება

ჩარეცხეთ შაქრის ხსნარები წყლით. დარწმუნდით, რომ აღჭურვილობა სუფთაა. თუ საჭიროა, გამოიყენეთ სარეცხი საშუალება.

ანალიზი, სამუშაო 2

ა) რა დამოკიდებულებას ხედავთ კონცენტრაციასა და სიმკვრივეს შორის თქვენი გრაფიკებიდან? დაწერეთ ფორმულირება, რომელიც ანზოგადებს ამ დამოკიდებულებას.

(ზოგიერთი აღმწერი სიტყვებია: ზრდა, შემცირება, მუდმივი, წრფივი, არაწრფივი)

ბ) დაწერეთ თქვენი დაკვირვების შედეგები საკლასო დაფაზე.

დისკუსია

ა. რა შეიძლება ითქვას თქვენ მიერ ჩატარებულ გაზომვებზე?

ბ. შეამჩნიეთ ისეთი რამ, რაც განსხვავებულია სავარაუდო შედეგიდან?

გ. შეგიძლიათ გააკეთოთ რაიმე დასკვნა თქვენი დაკვირვებების საფუძველზე?

თავი 4. ქიმიური რეაგენტის იდენტიფიცირება

ქიმიური რეაგენტის იდენტიფიცირების ქვეშ იგულისხმება უცნობი ნივთიერების შემადგენლობის და სტრუქტურის დადგენა ფიზიკურ-ქიმიური ანალიზის შედეგების საფუძველზე, აგრეთვე ამ ნაერთის ფიზიკური და ქიმიური თვისებების განსაზღვრა ცნობილი ნაერთის მახასიათებლებთან შედარების გზით.

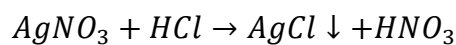
ამ მიზნისათვის გამოიყენება თვისებითი და რაოდენობითი ანალიზი, ასევე ფიზიკურ-ქიმიური მეთოდები. უცნობი ნაერთის იდენტურობა დგინდება ყველა მაჩვენებლის იგივეობის საფუძველზე.

ანალიზური რეაქცია – არის ქიმიური რეაქცია, რომელსაც ახასიათებს ანალიზური სიგნალი (ნიშანი), რომლის საფუძველზეც მსჯელობენ ნივთიერების არსებობაზე.

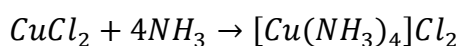
ანალიზური სიგნალი (ნიშანი) – ნივთიერების ვიზუალურად დაკვირვებადი და ხელსაწყოთი დაფიქსირებული თვისებების ცვლილება (ფაზური მდგომარეობა, ოპტიკური და ელექტროქიმიური პარამეტრები და სხვა).

ასეთ სიგნალებს მიეკუთვნება:

1. ნალექის წარმოქმნა (ან გახსნა), რომელიც ხასიათდება გარკვეული თვისებებით – ფერით, ხსნადობით. კრისტალის ფორმებით, მაგალითად, სპილენძის ქლორიდის, თეთრი ხაჭოსმაგვარი ნალექის წარმოქმნა.



2. რეაგენტის ზემოქმედებით შეფერილი ხსნადი ნაერთის წარმოქმნა. მაგალითად, სპილენძის ლურჯი ამიაკატის მიღება:



ანალიზური რეაქციების კლასიფიცირება

1. საერთო რეაქციები – რეაქციები, რომელთა ანალიზური სიგნალები ერთნაირია ბევრი იონისათვის.

2. ჯგუფური რეაქციები – საერთო რეაქციების კერძო შემთხვევა, რომლებიც გამოიყენებიან კონკრეტულ პირობებში იონების გარკვეული ჯგუფის გამოსაყოფად და ხასიათდებიან ანალოგიური თვისებებით.
3. სელექტიურს ან შერჩევითს უწოდებენ რეაქციებს, რომელთა საშუალებითაც შესაძლებელია კათიონების და ანიონების შეზღუდული რაოდენობის დადგენა იონთა ნარევიში.
4. სპეციფიკურს უწოდებენ რეაქციებს, რომელთა ანალიზური ეფექტი დამახასიათებელია მხოლოდ ერთი იონისათვის სხვა იონების თანაობისას.

რთული ნივთიერებების ქიმიური იდენტიფიცირების თანმიმდევრობა

1. სინჯის აღება ანალიზისთვის. სინჯის საშუალო შემადგენლობა უნდა შეესაბამებოდეს საანალიზო ობიექტის მთელი პარტიის საშუალო შემადგენლობას.
2. სინჯის დაშლა და მისი ხსნარში გადაყვანა. სინჯს ხსნიან წყალში ან ამუშავებენ მჟავათი; საჭიროების შემთხვევაში საანალიზო მასალას შეადნობენ სხვადასხვა ნივთიერებებთან.
3. ქიმიური რეაქციების ჩატარება, X სინჯის განსასაზღვრავ კომპონენტზე ზემოქმედებენ R რეაგენტით, წარმოიქმნება პროდუქტი P

$$X + R \rightarrow P \text{ (ანალიზური რეაქცია)}$$
4. რეაქციის პროდუქტის, რეაგენტის ან თავად განსასაზღვრავი ნივთიერების რომელიმე ფიზიკური პარამეტრის (ანალიზური სიგნალის) გაზომვა.

თვისებითი ანალიზი

თვისებითი ანალიზის ამოცანაა ნარევის შემადგენელი ცალკეული იონების ან ელემენტების პოვნა. ამ ამოცანის შესრულება შესაძლებელია ანალიზის ქიმიური, ფიზიკურ - ქიმიური და ფიზიკური მეთოდების გამოყენებით.

მაგალითად: სველი ქიმიური ანალიზი.

კათიონების დაყოფა ანალიზურ ჯგუფებად (თანმიმდევრობა):

1. მეხუთე ჯგუფი

გამოყოფა მარილმჟავას ზემოქმედებით (ჯგუფური რეაგენტი), რის შედეგად წარმოიქმნება მჟავაში უხსნადი ვერცხლის, ტყვიის და ვერცხლისწყლის (II) ქლორიდების ნალექები.

2. მეოთხე ჯგუფი

გამოყოფა გოგირდწყალბადის ზემოქმედებით (ჯგუფური რეაგენტი), რის შედეგად გამოილექება სპილენძის, კადმიუმის, ბისმუტის, ვერცხლისწყლის (II), სტიბიუმის (III, V) და დარიშხანის (III, V) სულფიდები, რომლებიც არ იხსნებიან მინერალურ მჟავებში, მაგრამ კარგად იხსნებიან HNO_3 -ში (Hg S-ს გარდა).

3. მესამე ჯგუფი

გამოყოფა ამონიუმის სულფიდის ზემოქმედებით (ჯგუფური რეაგენტი) ამონიუმის შეფერული ნარევის (pH 9) თანაობისას. ამ დროს გამოიყოფა სუსტად ხსნადი ალუმინის და ქრომის ჰიდროქსიდები, აგრეთვე რკინის (II, III) კობალტის, ნიკელის, მანგანუმის და თუთიის სულფიდები, რომლებიც იხსნება განზავებულ მინერალურ მჟავებში.

4. მეორე ჯგუფი

ილექება ამონიუმის სულფიდის ხსნარის ზემოქმედებით (ჯგუფური რეაგენტი) pH-9-ზე. ილექება კათიონების მეორე ანალიზური ჯგუფის – კალციუმის, სტრონციუმის და ბარიუმის კარბონატები, რომლებიც კარგად იხსნება მჟავებში, მათ შორის ძმარმჟავაში.

5. პირველი ჯგუფი

მეორე ჯგუფის კარბონატების მოცილების შემდეგ ხსნარში რჩება ამონიუმის, ნატრიუმის, კალიუმის და მაგნიუმის კათიონები, რომლებიც მიეკუთვნებიან პირველ ანალიზურ ჯგუფს და არ აქვთ ჯგუფური რეაგენტი.

კათიონების განსაზღვრა თითოეულ ჯგუფში ხდება ისეთი რეაგენტების გამოყენებით, რომლებიც სპეციფიკურია ცალკეული კათიონებისთვის.

რაოდენობრივი ანალიზი

სინჯი ნივთიერების კონცენტრაციის (მასა ან რაოდენობა) განსაზღვრის საშუალებას იძლევა.

რაოდენობრივი ანალიზის მეთოდები

1. გრავიმეტრული, 2. ტიტრიმეტრული, 3. ოპტიკური, 4. ელექტროქიმიური.

ანალიზის გრავიმეტრული მეთოდები

განსასაზღვრავ კომპონენტს ხსნარიდან გამოყოფენ ძნელად ხსნადი ნაერთის (დალექვის მეთოდი) ან აქროლადი ნაერთის (გამოხდის მეთოდი) სახით, შემდეგ დალექილი ფორმა გადაყავთ გრავიმეტრულ ფორმაში, რომლის მასას საზღვრავენ აწონვით.

მაგალითად, Ca^{2+} იონების რაოდენობრივი განსაზღვრისას, დასალექი ფორმაა კალციუმის ოქსალატი CaC_2O_4 გრავიმეტრული კი – CaO .

ნიმუშში გამოხდის მეთოდით კრისტალიზაციური წყლის განსაზღვრისას მის წონაკს აშრობენ და აწრთობენ. კრისტალიზაციური წყლის მასის შესახებ მსჯელობენ ნიმუშის მასის შემცირების ან წყლის ორთქლის მშთანთქმელის მასის ზრდის მიხედვით.

გრავიმეტრული მეთოდები ხასიათდება მაღალი სიზუსტით, მაგრამ შრომატევადია და ხანგრძლივი, ამიტომ მათ ცვლიან ტიტრიმეტრული და სხვა მეთოდებით.

ანალიზის ტიტრიმეტრული მეთოდები

დატიტვრას ახდენენ სტანდარტული ხსნარის გარკვეული მოცულობის (კონცენტრაცია ზუსტად არის ცნობილი) რეაქციით ხსნართან, რომელიც შეიცავს განსასაზღვრავი ნაერთის უცნობ რაოდენობას.

სტანდარტულ ხსნარს დამტიტრავი ეწოდება, რომლის მოცულობას, რომელიც იხარჯება დატიტრავზე, ზომავენ ბიურეტის გამოყენებით. თუ დამტიტრავის მოცულობა და კონცენტრაცია ცნობილია, შეიძლება განსასაზღვრავი ნივთიერების რაოდენობრივი გამოთვლა.

ანალიზის ოპტიკური მეთოდები

სპექტროფოტომეტრია არის მეთოდი, რომელიც ეფუძნება ხსნარის მიერ ელექტრომაგნიტური გამოსხივების შერჩევით შთანთქმას სპექტრის ულტრაიისფერ, ხილულ ან ინფრაწითელ უბანში.

კვლევის ფიზიკური მეთოდები

სპექტროსკოპიული მეთოდები დაფუძნებულია ნივთიერების ელექტრომაგნიტურ გამოსხივებასთან ურთიერთქმედებაზე.

განასხვავებენ მეთოდის შემდეგ სახეებს:

1. გამოსხივების სპექტრები;
2. შთანთქმის სპექტრები (აბსორბციული სპექტრები);
3. გაბნევის სპექტრები.

ტალღის სიგრძის მიხედვით სპექტროსკოპია შემდეგნაირად არის კლასიფიცირებული.

1. ინფრაწითელი (იწ). ტალღის სიგრძე: 700 – 105 ნმ;
2. ხილული. ტალღის სიგრძე 400 - 700 ნმ;
3. ულტრაიისფერი (უი). ტალღის სიგრძე 10 – 400 ნმ.

გამოსხივების სპექტრები შედგება ზოლების ნაკრებისაგან, რომლებიც შეესაბამება ნივთიერების მიერ გამოსხივებული ელექტრომაგნიტური ტალღების სიხშირეებს, როდესაც ეს ნივთიერება აგზნებულ მდგომარეობაშია. ეს მდგომარეობა მიიღწევა გახურებით, სინათლის (ფოტოაგზნება), ელექტრული განმუხტვის ან ქიმიური რეაქციის საშუალებით.

შთანთქმის სპექტრები შედგება ზოლების ნაკრებიდან, რომლებიც შეესაბამება ნივთიერების მიერ შთანთქმულ ელექტრომაგნიტური ტალღების სიხშირებს.

ატომურ-აბსორბციული ანალიზის დროს ნივთიერებას ახურებენ გრაფიტის მილში 1500 – 20000 °C-მდე ელექტრული დენით. სინათლეს ატარებენ მილის შემინულ ტორსში და შლიან სპექტრად.

გამოსხივების და შთანთქმის სპექტრები ურთიერთშებრუნებულია კომბინაციური გაბნევის სპექტრები.

გაბნევის პროცესში შეიძლება შეიცვალოს სინათლის ტალღის სიგრძე. ამ მოვლენას კომბინაციური გაბნევა ეწოდება. ამასთან მონოქრომატული (ლაზერული) სხივის სპექტრში, რომელიც გაივლის სითხეს, ძირითად ხაზთან ერთად ჩნდება დამატებითი, ე.წ. „სტოქსის“ და „ანტისტოქსის“ ხაზები. კომბინაციური გაბნევა წარმოიქმნება დიპოლური მოლეკულების რხევის შედეგად, რაც ინდუცირებულია ცვლადი ელექტრული ველით. სპექტრების ანალიზი მოლეკულის სტრუქტურის დადგენის საშუალებას იძლევა. მაგალითად, ფოსფორონმჟავას (H_3PO_3) სპექტრში ნაპოვნია სიხშირე, რომელიც შეესაბამება $P - H$ სავალენტო რხევას.

ინფრაწითელი სპექტროსკოპია

ინფრაწითელი (იწ) გამოსხივების კვანტის ენერგია: 60-დან 8 კჯ/მოლი-მდე შეესაბამება მოლეკულებში და კრისტალებში ბირთვების რხევის ენერგიების დიაპაზონს და მოლეკულების სითბური მოძრაობის ენერგიებს და ამიტომ იწ - გამოსხივება შთანთქმება და მისი ენერგია გადადის რხევით ენერგიაში.

ატომთა ჯგუფების რხევების დამახასიათებელი ტალღური რხევები

1. $\equiv C - H$ 3300 – 3340 სმ⁻¹

2. $= CH_2$ 3080 – 3100 სმ⁻¹

3. $C_6H_5 - H$ 3000 – 3100 სმ⁻¹

(ტალღური რიცხვი ტალღის სიგრძის შებრუნებული სიდიდეა).

იწ – შთანთქმის სპექტრში დამახასიათებელი სიხშირეების არსებობა ატომთა გარკვეული ჯგუფის გამოვლენის საშუალებას იძლევა. შთანთქმის ზოლების ინტენსიობა ამ ჯგუფების კონცენტრაციის პროპორციულია.

ულტრაისფერი (უი) და ხილული სპექტროსკოპია

უი და ხილული გამოსხივების კვანტის ენერგია – 630-დან 160 კჯ/მოლი-მდე შეეესაბამება სავალენტო ელექტრონების ძირითადი მდგომარეობიდან აგზნებულ მდგომარეობაში გადასვლის ენერგიების დიაპაზონს. ხილული გამოსხივების შთანთქმა იწვევს ნივთიერების ფერის წარმოქმნას.

უი და ხილული სპექტროსკოპიის მონაცემები ნივთიერებათა სტრუქტურის, ქიმიური ბმების ხასიათის, თვისებრივ და რაოდენობრივი შემადგენლობის შესახებ მსჯელობის საშუალებას იძლევა.

სპექტროფოტომეტრია სწავლობს აირადი, თხევადი და მყარი ნივთიერებების შთანთქმის სპექტრების კავშირს მათ შემადგენლობასთან და სტრუქტურასთან, ისევე როგორც ხსნარებში მათ კონცენტრაციასთან.

სპექტროფოტომეტრის ძირითადი კვანძებია: სინათლის წყარო, მონოქრომატორი, ნახევრადგამჭვირვალე სარკე, სარკე, ნიმუშიანი კიუვეტა, შედარების კიუვეტა, ფოტომიმდები, გამამლიერებელი.

რადიოსიხშირული სპექტროსკოპია

ბირთვული მაგნიტური რეზონანსი (ბმრ)

რადიოსიხშირული დიაპაზონის გამოსხივების შთანთქმის შედეგად მუდმივ მაგნიტურ ველში ბირთვები გადადიან ერთი ენერგეტიკული მდგომარეობიდან (ველის ანტიპარალელური სპინით) მეორეში (ველის პარალელური სპინით).

თუ ნიმუში უწყვეტად სხივდება სუსტი რადიოსიხშირული გამოსხივებით (ასეულობით მეგაჰერცი), ხოლო მაგნიტური ველის დაძაბულობა მდორედ იცვლება ელექტრომაგნიტის საშუალებით, თანმიმდევრულად წარმოიქმნება რეზონანსის პირობები სხვადასხვა ბირთვებისთვის და ადგილი აქვს რადიოგამოსხივების გარკვეული სიხშირეების შერჩევით შთანთქმას.

ბმრ სპექტრის გამოყენება

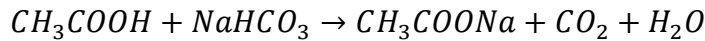
სპექტრს ადარებენ ცნობილი ნაერთის სპექტრთან, კეთდება დასკვნა იმ ფუნქციური ჯგუფების არსებობის შესახებ, რომლებიც შეიცავენ გარკვეული ელემენტების ბირთვებს (ხშირად წყალბადის). წყალბადის ბირთვები შთანთქავენ სხვადასხვა სიხშირის გამოსხივებას ქიმიური გარემოცვიდან დამოკიდებულებით.

თავი 5. მჟავების და ფუძეების რეაქციების შესწავლა

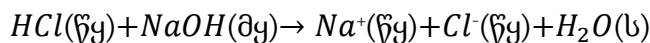
შესავალი

წინამდებარე ექსპერიმენტში საქმე გექნებათ რეაქციის გარკვეულ სახეებთან, რომლებიც თქვენ უკვე განიხილეთ, კერძოდ "ნივთიერების ცვლილების დაკვირვება"-ში:

- ძმარმჟავა(წყ)+სოდა(მყ)→ხსნარი(წყ)+ბუმტუკები (ა)



- მარილმჟავა+ნატრიუმის ჰიდროქსიდი→ნეიტრალური ხსნარი(წყ)



ამ რეაქციებისათვის საერთო მომენტია ის, რომ რეაგენტებიდან პროდუქტებზე გადასვლისას ერთი ნაერთი კარგავს წყალბადის ატომს (ან პროტონს, რადგან ის ტოვებს თავის ელექტრონულ გარემოცვას) და მეორე ნაერთი იერთებს მას. ზოგიერთ ამ რეაქციების დროს ადგილი აქვს სხვა ცვლილებებს. ასე რომ, კარგად უნდა დააკვირდეთ, რომ აღმოაჩინოთ პროტონის გადაცემა. ეს რეაქციები აკმაყოფილებენ მჟავა-ფუძის რეაქციის ერთ-ერთ განმარტებას, რომლის თანახმად პროტონის დონორი არის მჟავა და პროტონის აქცეპტორი – ფუძე.

დატიტვრა. "დატიტვრა" არის ტერმინი, რომელიც გამოიყენება ისეთ ექსპერიმენტში, რომელშიც ერთი ხსნარი ემატება მეორეს ბიურეტის საშუალებით. ორივე ხსნარი შეიცავს კომპონენტებს, რომლებიც სწრაფად რეაგირებენ ერთმანეთთან. ხსნარს ბიურეტიდან უმატებენ, სანამ ცხადი არ გახდება, რომ რეაქცია ორ კომპონენტს შორის დასრულდა. დატიტვრა შეიძლება ჩატარდეს ნებისმიერი ტიპის ქიმიური რეაქციისათვის, მაგრამ უპირატესად გამოიყენება მჟავა-ფუძე რეაქციებში.

მჟავა-ფუძე რეაქციების მნიშვნელობა განაპირობებს იმის ცოდნის აუცილებლობას, თუ რამდენი მჟავა ან ფუძე არის სხვადასხვა ნიმუშში ან ხსნარში. მჟავას დატიტვრა არის სწრაფი და მოსახერხებელი მეთოდი ამ ინფორმაციის მისაღებად. როდესაც მჟავას ხსნარს ტიტრავენ ფუძის ხსნარით, ჰიდრონიუმის იონის, H_3O^+ , კონცენტრაცია მცირდება. ხსნარი მჟავურიდან გადადის

ნეიტრალურში, როდესაც დამატებულია ფუძის საკმარისი რაოდენობა მთელ მჟავასთან რეაგირებისათვის. ამ ნეიტრალიზაციის წერტილში H_3O^+ იონის კონცენტრაცია უტოლდება ჰიდროქსიდის იონის, OH^- , კონცენტრაციას. როდესაც ნეიტრალურ ხსნარს უმატებენ ფუძის მცირე რაოდენობას, მთელი ხსნარი ხდება ტუტეანი, OH^- იონების კონცენტრაციის ზრდის გამო.

ცნობილია მრავალი მჟავა-ფუძე ინდიკატორი, რაც სხვა არაფერია თუ არა ძლიერ შეფერილი მჟავა. ხსნარში ერთ-ერთი ასეთი მჟავას ძალიან მცირე რაოდენობაც კი იწვევს მთელი ხსნარის შეფერვას ხსნარში მჟავას გაზომვადი რაოდენობის ცვლილების გარეშე. როდესაც სხვა მჟავას მთელი რაოდენობა ნეიტრალიზებულია, ინდიკატორიც სწრაფად ნეიტრალიზდება, რადგან მისი რაოდენობა ხსნარში ძალიან მცირეა. ხსნარი მოულოდნელად იცვლის ფერს, რაც მიუთითებს იმაზე, რომ მჟავას და ფუძეს შორის რეაქცია დასრულდა.

დაუშვათ, იყენებთ ფენოლფტალეინს და გაცნობილი ხართ ფერის ცვლილებას უფეროდან ლურჯამდე, როდესაც ხსნარი გადადის მჟავადან ფუძეში. ამ ექსპერიმენტში შეგიძლიათ გამოიყენოთ თიმოლის ლურჯი, რათა გაცნოთ სხვა ინდიკატორს. ცხრილში 1 ჩამოთვლილია რამდენიმე ინდიკატორი და მათი ფერი მჟავაში და ფუძეში. აქვე ნაჩვენებია ე. წ. გადასვლის ინტერვალი. ეს არის pH -ს ინტერვალი, რომელშიც ინდიკატორი ნეიტრალური ხდება ფუძის დამატებით. როგორც თიმოლის ლურჯი, ასევე ფენოლფტალეინი ნეიტრალური ხდება, როდესაც ხსნარი ხდება სუსტი ფუძე ($pH \sim 7$ არის ნეიტრალური). ამ ფაქტის გამო ესენი კარგი ინდიკატორებია მჟავას ფუძით დატიტვრისას, რადგან მათი ფერი არ იცვლება, სანამ მეორე მჟავას მთელი რაოდენობა არ ირეაგირებს.

თიმოლის ლურჯი ყვითელია მჟავაში და ლურჯია ფუძეში. როგორია თიმოლის ფერი, როდესაც ის განეიტრალებულია? ინდიკატორის განეიტრალებისას მას დაკრავს ცოტაოდენი მჟავას ფერი და ასევე ცოტაოდენი ფუძის ფერი. ასე რომ, ხსნარი იქნება მწვანე, როდესაც ინდიკატორის ფერი გადადის მჟავას ფერიდან ფუძის ფერზე. დატიტვრის ჩატარებისას უნდა დააფიქსიროთ მომენტი, როდესაც **ინდიკატორი იცვლის ფერს**. თუ ამ წერტილში შეწყვეტთ ფუძის დამატებას, თქვენ ბიურეტზე აიღებთ ფუძის მოცულობის მნიშვნელობას, რომელიც საჭიროა იმ მჟავას განეიტრალებისათვის, რომელსაც

ტიტრავთ. თუ გაცდებით ამ წერტილს, ინდიკატორის ფერი გადავა ფუძის ფერში. თქვენ ამას ვერ შეძლებთ, თუ იქნებით ბოლო წერტილთან ან გაცდებით მას, რადგან ფერი დარჩება იგივე იმისდა მიუხედავად, თუ რამდენი ზედმეტი ფუძეა დამატებული. როდესაც ინდიკატორის ფერი მთლიანად შეიცვლება, თქვენ ხსნარი უნდა განიხილოთ როგორც გადატიტრული და სამუშაო უნდა გაიმეოროთ.

ცხრილი 3. ფერის ცვლილება ზოგიერთ მჟავა-ფუძე ინდიკატორში

დასახელება	ფერი მჟავაში	ფერი ფუძეში	გადასვლის ინტერვალი (pH-ს ერთეულებში)
ბრომფენოლ ლურჯი	ყვითელი	ლურჯი	3.0–4.6
მეთილ ნარინჯი	წითელი	ნარინჯისფერი	3.1–4.4
ბრომკრეზოლ მწვანე	ყვითელი	ლურჯი	3.8–5.4
მეთილ წითელი	წითელი	ყვითელი	4.2–6.3
ბრომთიმოლ ლურჯი	ყვითელი	ლურჯი	6.0–7.6
თიმოლ ლურჯი	ყვითელი	ლურჯი	8.0–9.6
ფენოლფტალეინი	უფერული	წითელი	8.3–10.0
თიმოლფტალეინი	უფერული	ლურჯი	9.4–10.6

სამუშაო 5.1. მჟავას დატიტვრა ნატრიუმის ჰიდროქსიდით მჟავა-ფუძე ინდიკატორის გამოყენებით

მასალები: პიპეტი და კოლბა, ბიურეტი, ძაბრი, ჭიქა, ერლენმეიერის კოლბა.

გაფრთხილება: მჟავების და ფუძეების ხსნარების გამოყენებისას ყურადღებით უნდა იყოთ ჩასხმისას. თუ დაიღვარა, შეატყობინეთ თქვენს მასწავლებელ-ასისტენტს, რათა დაღვრილი მჟავა ან ფუძე განეიტრალდეს გაწმენდამდე.

ქიმიური რეაქტივები და ინფორმაცია უსაფრთხოების შესახებ

ქიმიური ნაერთი	პოტენციური საფრთხე	უსაფრთხოების ზომა
ბენზომჟავა C_6H_5COOH (მყ)	იწვევს ალერგიას და პოტენციურად თვალის ან სასუნთქი მილის გაღიზიანებას	ხელთათმანები და დამცავი სათვალე, ვენტილაცია
კალიუმის წყალბად ფტალატი $C_8H_5O_4K$ (მყ)	იწვევს სუსტ გაღიზიანებას	ხელთათმანები და დამცავი სათვალე
მჟაუნმჟავას დიჰიდრატი $C_2H_4O_4 \cdot 2H_2O$ (მყ)	აღიზიანებს სასუნთქ და საყლაპავ მილებს, იწვევს თვალის კანის წვას	ხელთათმანები და დამცავი სათვალე, ვენტილაცია
ნატრიუმის ჰიდროქსიდი $NaOH$ (წყ)	იწვევს წვას	ხელთათმანები და დამცავი სათვალე
ეთანოლი(95 %), ეთილის სპირტი C_2H_5OH (ს)	აალებადია, იწვევს სიბრმავეს და გადაყლაპვისას სიკვდილსაც კი	ხელთათმანები და დამცავი სათვალე

გამოკვლევა

ფუმის – ნატრიუმის ჰიდროქსიდის ($NaOH$) ხსნარი ხელმისაწვდომია თქვენს ლაბორატორიაში. ამ ხსნარის ზუსტი კონცენტრაცია უცნობია, მაგრამ თქვენ შეიძლება განსაზღვროთ ძალიან ზუსტად (სამი ნიშნის სიზუსტით) $NaOH$ -ის სხვა ნაერთებთან დატიტვრისას. რატომ არის ასეთი მნიშვნელოვანი ამ ხსნარის კონცენტრაციის ძალიან ზუსტი მნიშვნელობის ცოდნა? როგორ შეიძლება ამ ცოდნის გამოყენება საყოფაცხოვრებო მოხმარების პროდუქტების ანალიზის დროს?

ქვევით თქვენ შეხვდებით ზოგიერთ მჟავას, რომლებიც დაგჭირდებათ დატიტვრის დროს და მჟავის დატიტვრის ზოგად მეთოდებს ნატრიუმის ჰიდროქსიდის ხსნარის გამოყენებით.

- თითოეული ამ მჟავათაგან წარმოადგენს სუფთა მყარ ნაერთს, რომლის აწონვაც ადვილია დიდი სიზუსტით.
- თითოეული ზუსტად აწონილი ნიმუში შეიცავს მჟავას მოლების ცნობილ რაოდენობას, რომლებიც რეაგირებენ $NaOH$ -ან გაწონასწორებული განტოლების თანახმად.
- ნიმუშში მჟავას მოლების რიცხვის და გაწონასწორებული განტოლების ცოდნა $NaOH$ -ან რეაქციისათვის შესაძლებლობას მოგცემთ გაიგოთ $NaOH$ -ის მოლების რაოდენობა.
- შეგიძლიათ აიღოთ მჟავას ნიმუში, ზუსტად აწონოთ სასწორის გამოყენებით, მოათავსოთ ის 250 მლ-იან ერლენმეიერის კოლბაში და განაზავოთ ის ქვემოთ მოტანილი ინსტრუქციების შესაბამისად. შეგიძლიათ დაამატოთ ინდიკატორი და დატიტროთ $NaOH$ -ის ხსნარით.

როგორ გამოიყენებთ ამ ინფორმაციას $NaOH$ -ის ხსნარის ზუსტი კონცენტრაციის გამოსათვლელად? რა ერთეულებში იქნება გაზომილი $NaOH$ -ის ხსნარის კონცენტრაცია?

მეთოდის აღწერა

თითოეულ სტუდენტს შეუძლია აირჩიოს ერთი მჟავა $NaOH$ -ის კონცენტრაციის დასადგენად. შეადგინეთ 3-4 კაციანი ჯგუფები ისე, რომ თითოეულმა ჯგუფმა ერთხელ მაინც შეისწავლოს ყველა სამი მჟავა. თითოეულმა სტუდენტმა ორჯერ უნდა გამოიყენოს $NaOH$ -ის ხსნარი მყარი მჟავას დატიტრისათვის. თითოეულ დატიტრას უნდა ჰქონდეს კარგი ბოლო წერტილი, ფერის ცვლილებიდან მარჯვნივ, მაგრამ არა მის შემდეგ, რათა ეს გამოიყენოს გამოთვლებში. თუ ეს ასე არ არის, საჭიროა დატიტრის გამეორება.

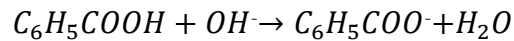
სტანდარტები

ბენზომჟავა C_6H_5COOH

მოლეკულური მასა = 122,12 გ/მოლ

აიღეთ 0,35 – 0,45 გრამი. განაზავეთ 25 მლ 95%-იან ეთანოლში, რადგან ბენზომჟავა ცუდად იხსნება წყალში.

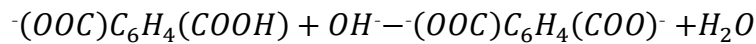
აიღეთ თიმოლის ლურჯის 5 წვეთი და თეთრი ქაღალდის ნაჭერი ფერის დასაფიქსირებლად.



ნატრიუმის წყალბადფტალატი $(KOO)C_6H_4(COOH)$

მოლეკულური მასა = 204,23 გ/მოლ.

აიღეთ 0,7–0,8 გრამი. განაზავეთ 50 მლ გამოხდილ წყალში. აიღეთ თიმოლის ლურჯის 5 წვეთი და თეთრი ქაღალდი ფერის დასაფიქსირებლად.

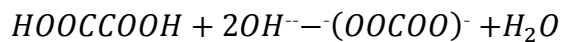


მჟაუნმჟავას დიჰიდრატი $HOCCOOH \cdot 2H_2O$

მოლეკულური მასა = 126,07 გ/მოლ

აიღეთ 0,2–0,25 გრამი. განაზავეთ 50 მლ გამოხდილ წყალში. წყლის მოლეკულები, რომლებიც ამ კრისტალის ნაწილია, გახდება გამხსნელის ნაწილი. ისინი გამოიყენება მოლეკული მასის გამოთვლისას, რადგან ისინი კრისტალის ნაწილია და აიწონება ნიმუშთან ერთად. წყლის ორი მოლეკულა, რომლებიც

გვაქვს პროდუქტის სახით, არის მჟაუნმჟავასა და ჰიდროქსიდის ორ იონს შორის რეაქციის შედეგი. აიღეთ თიმოლის ლურჯის 5 წვეთი და თეთრი ქაღალდი ფერის დასაფიქსირებლად.



დატიტრის ზოგადი ინსტრუქციები

1. აიღეთ მჟავას დასატიტრი ნიმუში. მყარი მჟავებისათვის აწონეთ ნიმუში რაც შეიძლება უფრო ზუსტად; ასე რომ, თქვენ გეცოდინებათ გამოყენებული რაოდენობა. შეასრულეთ ადრე მოტანილი სპეციალური ინსტრუქციები. თუ მჟავა უკვე ხსნარშია, პიპეტით ჩააწვეთეთ ხსნარი, ასე რომ, ზუსტად გეცოდინებათ ხსნარის მოცულობა, რომელიც გჭირდებათ. თუ ხსნარი ძალიან კონცენტრირებულია, დაამატეთ ცოტა წყალი დატიტრის დროს.
2. მოათავსეთ ინდიკატორი კოლბაში, ასე რომ, გეცოდინებათ, თუ როდის დასრულდება რეაქცია. ჩვეულებრივ, ინდიკატორს ამზადებენ წყლის ან სპირტის ძალიან განზავებულ ხსნარში. ინდიკატორთა უმრავლესობისათვის ხსნარის 5 წვეთის დამატება საკმარისია ხსნარის ფერის შესაცვლელად. თუ ეს არ აღმოჩნდება საკმარისი, დაამატეთ მეტი ინდიკატორი, სანამ არ შეამჩნევთ ფერის ცვლილებას. თუ ლაბორატორიული მაგიდა მუქი ფერისაა, ძნელი იქნება ფერის ცვლილების შემჩნევა, რამდენი ინდიკატორიც არ უნდა დაუმატოთ. აიღეთ თეთრი ქაღალდის ნაჭერი კოლბის ქვეშ, ასე რომ, შეგეძლება ხსნარის ფერის შეცვლის დაფიქსირება.
3. ბიურეტში მოათავსეთ ფუძის ხსნარი შემდეგი მეთოდის გამოყენებით. ბიურეტი აავსეთ გამოხდილი წყლით იმ მიზნით, რომ იყოს სუფთა და მზად გამოყენებისათვის. გამოუშვით გამოხდილი წყალი ბიურეტის გადაყირავებით (ამის შემდეგ გახსენით ონკანი). დახურეთ ონკანი და ჩაასხით ~ 3 მლ ფუძის ხსნარი ძაბრის გამოყენებით. დააყენეთ ბიურეტი თითქმის ჰორიზონტალურად, ისე, რომ მჟავა არ გადმოვიდეს ღია ბოლოდან! ამის შემდეგ დაატრიალეთ ბიურეტი თითქმის ისე, რომ ფუძის ხსნარი შეეხოს ყველა ნაწილს ბიურეტის შიგნით. გააჩერეთ ვერტიკალურად და გახსენით ონკანი წვერით ფუძის ჩამოსაშვებად ჭიქაში. გაიმეორეთ ეს გამორეცხვა

ორჯერ, რათა ბიურეტი მთლიანად დასველდეს ფუძის ხსნარით. თუ ამას არ გააკეთებთ, საქმე გექნებათ დარჩენილი წყლით განზავებულ ფუძის ხსნართან და შედეგი არ იქნება ძალიან კარგი! ბიურეტის გამორეცხვის შემდეგ, დააბრუნეთ იგი ჩამჭერში და აავსეთ ფუძით ძაბრის საშუალებით.

4. ბიურეტის წვერს მოაშორეთ ჰაერის ბუშტუკები, რომლებიც ხშირად ჩნდება ბიურეტის ავსებისას. ისინი იკავებენ გარკვეულ მოცულობას და დატიტვრის დროს თქვენ აიღებთ მოცულობის გაზრდილ მნიშვნელობას. ბუშტუკების მოსაცილებლად მოათავსეთ ჭიქა წვერის ქვეშ და სწრაფად გააღეთ და დახურეთ ონკანი იმდენჯერ, რამდენჯერაც იქნება საჭირო ბუშტუკების მოსაცილებლად. ხელმეორედ აავსეთ ბიურეტი ძაბრის საშუალებით, თუ ჩამოშვებული ფუძის მოცულობა ძალიან დიდია.
5. ჩაიწერეთ ხსნარის დონე ბიურეტში დატიტვრის დაწყებამდე. დამატებული ფუძის რაოდენობა იქნება სხვაობა საბოლოო და საწყის მოცულობებს შორის. შეგიძლიათ ჩაიწეროთ მოცულობა 0,01 მლ სიზუსტით.

დატიტვრა - დატიტვრის მიზანია ბოლო წერტილის სწრაფად დადგენა. ამის ეფექტური განხორციელებისათვის დაიჭირეთ ერთ ხელში მჟავიანი კოლბა წვერის ქვეშ და მეორე ხელით აკონტროლეთ ონკანი. გახსენით იგი და დააკვირდით ფერს კოლბის შენჯღრევისას. გამოიყენეთ ონკანი ნაკადის კონტროლისათვის. როდესაც იწყებთ ბოლო წერტილის ათვლას, შეანელეთ სიჩქარე, რომლითაც ამატებთ ფუძეს და გააგრძელეთ კოლბის შენჯღრევა. საბოლოო ფერი ხსნარში გამოჩნდება წერტილში, სადაც ფუძე შედის ხსნარში კოლბაში და იქიდან ვრცელდება. რაც უფრო მეტი მჟავა განეიტრალდება, მით უფრო ვრცელდება ფერი შესვლის წერტილიდან. როდესაც ფერი გავრცელდება მთელ ხსნარში, შეწყვიტეთ ფუძის ნაკადი და გააგრძელეთ შენჯღრევა. ბოლო წერტილის ფერი გაქრება და დაბრუნდება მჟავას ფერი, თუ არ იქნა მიღწეული ბოლო წერტილი. თუ ეს ასეა, ნელა გახსენით ონკანი, სანამ ფუძე მინოტონურად ჩამოწვეთ ხსნარში. გააგრძელეთ შენჯღრევა. თქვენ ისევ დაინახავთ, რომ საბოლოო ფერი ვრცელდება შესვლის წერტილიდან. როდესაც ეს მოხდება, შეანელეთ ფუძის ნაკადი ისე, რომ ფუძე ჩადიოდეს ხსნარში წვეთ-

წვეთად. გააგრძელეთ შენჯღრევა. ფუძის თითოეული წვეთის ჩასვლით ხსნარში ჩნდება საბოლოო ფერი, ვრცელდება და ქრება. როდესაც ფერი გავრცელდება მთელ ხსნარში, თქვენ სავსებით ახლოს ხართ ბოლო წერტილთან. შეწყვიტეთ ფუძის დამატება და გააგრძელეთ შენჯღრევა. დაამატეთ ერთი წვეთი ფუძე და გააგრძელეთ შენჯღრევა. როდესაც ფუძის ერთი წვეთის დამატება შეცვლის მთელი ხსნარის ფერს ბოლო წერტილის ფერამდე და ეს ფერი დარჩება ხსნარში, თქვენ მიღწეული გექნებათ ბოლო წერტილი. ჩაიწერეთ ხსნარის დონე ბიურეტში ბოლო წერტილში (0,01 მლ სიზუსტით).

6. ბოლო დატიტვრის შემდეგ გადმოასხით ფუძე ბიურეტიდან ჭიქაში, სადაც ინახება თქვენი გამონარეცხი ფუძე. გაანეიტრალეთ ფუძე განზავებული მჟავით. გამორეცხეთ ბიურეტი გამოხდილი წყლით სამჯერ, როგორც ეს გააკეთეთ დატიტვრის დაწყებამდე. აავსეთ ბიურეტი გამოხდილი წყლით და დახურეთ ღია ბოლო რეზინის საცობით.

ნარჩენების განთავსება

გამოუყენებელი მასალები მოათავსეთ შესაბამის კონტეინერებში.

ანალიზი

ა) თითოეული დატიტვრისათვის გამოთვალეთ $NaOH$ -ის კონცენტრაცია **მოლარობის** გამოყენებით ($NaOH$ -ის მოლები 1 ლ ხსნარზე).

ბ) შეადარეთ გამოთვლილი $NaOH$ -ის კონცენტრაცია ორ წარმატებულ დატიტვრას. როგორ ახლოს არის ერთმანეთთან ეს კონცენტრაციები? გამოთვალეთ ნატრიუმის ჰიდროქსიდის ხსნარის საშუალო კონცენტრაცია.

დისკუსია

ა) შეადარეთ ერთმანეთს $NaOH$ -ის კონცენტრაცია, გამოთვლილი სამი სხვადასხვა მჟავის გამოყენებით. ჩატარდა გამოთვლები თითოეული მჟავისათვის ერთი და იმავე გზით? შეიტანეთ მიღებული შედეგები თქვენს რვეულში.

ბ) გააცანით თქვენი შედეგები კლასს. გადაწყვიტეთ, თუ როგორ გააერთიანოთ კლასის შედეგები $NaOH$ -ის ხსნარის კონცენტრაციის დასადგენად.

სამუშაო 5.2. მჟავას შემცველობის გამოკვლევა მოხმარების პროდუქტებში

ქიმიური რეაქტივები და ინფორმაცია უსაფრთხოების შესახებ

ქიმიური ნაერთი	პოტენციური საფრთხე	უსაფრთხოების ზომები
ნატრიუმის ჰიდროქსიდი $NaOH$ (მყ)	იწვევს წვას	ხელთათმანები და დამცავი სათვალეები
ძმარი (ძმარმჟავას ხსნარი) CH_3COOH (წყ)	იწვევს თვალის, კანის, საყლაპავი და სასუნთქი მილების გაღიზიანებას	ხელთათმანები და დამცავი სათვალეები
ასპირინი (აცეტილსალიცილის მჟავა) $C_6H_4(CH_3COO)COOH$ (მყ)	იწვევს თვალის, კანის, საყლაპავი და სასუნთქი მილების გაღიზიანებას	ხელთათმანები და დამცავი სათვალეები
ეთანოლი, 95% (ეთილის სპირტი) C_2H_5OH (ს)	აალებადია. შეიძლება გამოიწვიოს გონების დაკარგვა და სიკვდილიც კი	მოათავსეთ რეაქტივების მაგიდაზე შორს სანთურადან

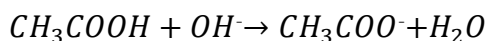
გამოკვლევა

აიღეთ 1 ბოთლი ძმარი და 1 ბოთლი ასპირინის აბები. ორივე ეს პროდუქტი შეიცავს მჟავას. თქვენი სტანდარტიზებული ნატრიუმის ჰიდროქსიდის ხსნარით დაადგინეთ ძმარმჟავას და აცეტილსალიცილის მჟავას კონცენტრაციები, შესაბამისად, ძმარში და ასპირინში.

სამუშაო 5.2ა. ძმარი

ძმარი არის ძმარმჟავას, CH_3COOH , წყალხსნარი. თქვენ შეგიძლიათ დაადგინოთ ძმარში ამ ხსნარის კონცენტრაცია (წონით %-ში). თქვენ დაგჭირდებათ უბრალოდ ცდა, რათა გაიგოთ თუ როგორი კონცენტრირებულია რეალურად ძმარი. თუ დასატიტრად აღებული ნიმუში ძალიან დიდია, თქვენ მოგიწევთ ბიურეტის რამდენჯერმე ავსება ბოლო წერტილის მისაღწევად. თქვენ ასევე შეგიძლიათ გადაავსოთ კოლბა. მოიფიქრეთ გზები, რომლებითაც თქვენ შეამოწმებთ ძმრის კონცენტრირებას.

ძმარმჟავა, CH_3COOH , რეაგირებს ნატრიუმის ჰიდროქსიდთან შემდეგი რეაქციით:



მეთოდика

1. აიღეთ ძმრის ნიმუში, ოდნავ უფრო მეტი, ვიდრე აპირებთ გამოყენებას, 30 მლ-იან ბიურეტში. დაითვალეთ ჭურჭლის დონე და ჩაიწერეთ ნიშნულით ნაჩვენები ძმარმჟავას კონცენტრაცია.
2. დაგეგმეთ, თუ როგორ უნდა მოამზადოთ და გაზომოთ თქვენ მიერ დასატიტრი ნიმუშის მოცულობა. რომელ გამზომ ხელსაწყოს გამოიყენებთ უმაღლესი სიზუსტისათვის ძმრის ნიმუშის გასაზომი მოცულობისთვის? რისთვის გჭირდებათ ძმრის ნიმუშის მოცულობის უმაღლესი სიზუსტის ცოდნა?
3. დაამატეთ თიმოლის ლურჯი და დატიტრეთ $NaOH$ -ის ხსნარით.

ანალიზი, სამუშაო 2ა

ა) გამოთვალეთ (წონით %-ში) ძმარმჟავა ძმარში იმის დაშვებით, რომ ძმრის სიმკვრივე ტოლია 1.00 გ/მლ-ის.

დისკუსია

ა) გააცანით კლასს თქვენი მონაცემები. როგორ თანხვედრაშია ერთმანეთთან სხვადასხვა გაზომვები? გადაწყვიტეთ თუ როგორ გააერთიანებთ კლასის, რათა მიაღწიოთ კონსენსუსს ძმარმჟავას წონით %-ის განსაზღვრისათვის ძმარში.

ბ) როგორ შეესაბამება თქვენი მონაცემები ჭურჭელზე ნაჩვენებ კონცენტრაციას? თუ ისინი განსხვავდება, როგორ ახსნით ამ ფაქტს?

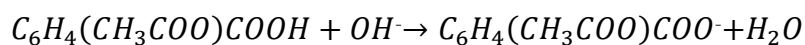
ნარჩენების განთავსება

გამოუყენებელი მასალები ჩააბრუნეთ შესაბამის კონტეინერებში.

სამუშაო 5.2ბ. ასპირინის აბები

თითოეული ასპირინის აბი შეიცავს აქტიურ კომპონენტს, აცეტილსალიცილის მჟავას და სახამებელს. ეს უკანასკნელი აბს ხდის უფრო მოსახერხებელს მომხმარებლისათვის, რათა მან მიიღოს სწორი დოზა. ჭურჭლის ნიშნული მიუთითებს თითოეულ აბში ასპირინის რაოდენობას მილიგრამებში.

აცეტილსალიცილის მჟავა, $C_6H_4(CH_3COO)COOH$, რეაგირებს $NaOH$ -თან შემდეგი რეაქციით:



მეთოდოლოგია

1. შეარჩიეთ აბი ანალიზისათვის და დააზუსტეთ იარლიყით, არის ის ჩვეულებრივი თუ ძალიან ძლიერი. ჩაიწერეთ ასპირინის მილიგრამების რაოდენობა 1 აბში.
2. მოათავსეთ მთელი აბი კოლბაში და დაამატეთ 25 მლ გამოხდილი წყალი. ანჯღრიეთ სანამ აბი არ დაიფშვნება. დაამატეთ 25 მლ 95% ეთანოლი და

ანჯდრიეთ სანამ მყარი ასპირინი არ გაიხსნება. (სახამებელი გამოიყენება ასპირინის შესაკრავად აბში ეს სახამებელი შეიძლება ერთბაშად არ გაიხსნას).

3. დაუმატეთ თიმოლის ლურჯი და დატიტრეთ $NaOH$ -ის ხსნარით.

ანალიზი, სამუშაო 2ბ

ა) გამოთვალეთ აცეტილსალიცილმჟავას მოლეზის რაოდენობა გაანალიზებულ აბში.

ბ) გამოთვალეთ აცეტილსალიცილმჟავას მილიგრამების რაოდენობა აბში

დისკუსია

ა) გააცანით შედეგები კლასს. როგორ თანხვედრაშია ერთმანეთთან სხვადასხვა გაზომვები? გადაწყვიტეთ, თუ როგორ გააერთიანებთ კლასის მონაცემებს აბში ასპირინის მასისათვის კონსენსუსის მისაღწევად?

ბ) როგორ შეესაბამება თქვენი მონაცემები ჭურჭელზე ნაჩვენებ აღნიშნულ შემცველობას? თუ ეს განსხვავებულია, როგორ ახსნით ამ ფაქტს?

ნარჩენების განთავსება

ჩააბრუნეთ გამოუყენებული მასალა შესაბამის კონტეინერებში.

თავი 6. სპილენძის ოქსიდის ემპირიული ფორმულა

შესავალი

მაღალ ტემპერატურაზე ჟანგბადის თანაობისას წარმოქმნილი მეტალის ოქსიდი ძალიან სტაბილურია, რაც სასარგებლო თვისებაა და საშუალებას იძლევა მთელი რიგი სხვა ნაერთები გადავიყვანოთ სტაბილურ ოქსიდში მათი ჰაერზე უბრალო გახურების საშუალებით. ეს რეაქცია დიდხანს იყო მნიშვნელოვანი საფეხური მეტალთა მადნების გასაწმენდად და ხარისხის ასამაღლებლად, მეტალთა სულფიდების, კარბონატების, ჰიდროქსიდების და ოქსიდების გარდაქმნა შესაძლებელია უფრო სტაბილურ ოქსიდებად გახურებით ჰაერის თანაობისას.

გამოკვლევა

არსებობს მონაცემები სპილენძის (II) სულფატის მიღებაზე სპილენძის (II) ოქსიდიდან. სპილენძის ოქსიდის ფორმულაა CuO და იგი შავი ფერისაა. შემდგომმა ექსპერიმენტებმა აჩვენა, რომ საწყისი მასალა ზოგჯერ შეიცავს წითელ ფხვნილს, შავი CuO -ს ნაცვლად. წითელი ფხვნილის გახურება ცვლის ფხვნილის მასას, შედეგად წარმოიქმნება შავი CuO . ზოგიერთები თვლიან, რომ წითელი ფხვნილი, რომელიც აღნიშნულია, როგორც „სპილენძის ოქსიდი“, სინამდვილეში მართლაც სპილენძის ფხვნილია, რომელიც უნდა იყოს წითელი. სხვები თვლიან, რომ წითელი ფხვნილი სწორად არის აღნიშნული, მაგრამ რეალურად ის განსხვავებული სპილენძის ოქსიდია. თქვენი მიზანია დაადგინოთ წითელი ფხვნილის შემადგენლობა და განსაზღვროთ ამ ნაერთის ემპირიული ფორმულა, რომელიც არ არის სუფთა სპილენძის ფხვნილი.

წითელი ფხვნილის გამოკვლევა

მასალები: აორთქლების ფაიფურის თასი, თიხის სამკუთხედი, რკინის რგოლი, რგოლის სადგომი, სანთურა.

ქიმიური რეაქტივები და ინფორმაცია საფრთხის შესახებ

ქიმიური ნაერთი	პოტენციური საფრთხე	სიფრთხილის ზომები
წითელი ფხვნილი (უცნობი)	ბევრი ფხვნილი, გამაღიზიანებელია, შეიძლება გამოიწვიოს კანის ალერგიული რეაქცია	ხელთათმანები, დამცავი სათვალეები, აარიდეთ კანთან კონტაქტს

სხვა საფრთხეები

ფრთხილად იყავით ცხელ რკინასთან და ცხელ ფაიფურის თასთან.

ნარჩენების განთავსება

განთავსეთ თქვენი ინსტრუქტორის მითითების მიხედვით.

ექსპერიმენტის მეთოდოლოგია

გამოიყენეთ ეს ზოგადი მეთოდოლოგია წითელი, სპილენძმშემცველი ფხვნილის ჰაერზე გახურებით მიღებული შედეგების კვლევისთვის. გამოიყენეთ მონაცემები პროდუქტის ფორმულის დასადგენად.

მასის გაზომვა

1. მოამზადეთ ნიმუში საწყისი მასით 1-2 გრამის რაოდენობით.
2. აუცილებელია მასის ზუსტი გაზომვა, მილიგრამის სიზუსტით.
3. ცხელმა ნიმუშებმა შეიძლება წარმოქმნას კონვექციური ნაკადები სასწორის თეფშის ირგვლივ, რაც მოქმედებს მასის გაზომვაზე. გააცივეთ ნიმუშები ოთახის ტემპერატურამდე მასის გაზომვამდე.

ნიმუშის გახურება

1. გამოიყენეთ აორთქლების ფაიფურის თასი როგორც კონტეინერი გახურებისათვის.
2. მოათავსეთ ეს თასი თიხის სამკუთხედზე, რომელიც ეყრდნობა რკინის რგოლს, რომელიც, თავის მხრივ, მიერთებულია რგოლის სადგამთან.

მოათავსეთ სანთურა სადგომზე და ისე გაასწორეთ, რომ თასის ძირი იყოს 2სმ-ით ზევით სანთურას თავიდან.

3. აანთეთ სანთურა და დაარეგულირეთ აირის და ჰაერის ნარევი, რათა მიიღოთ ცხელი ალი. მასწავლებელ-ასისტენტი გიჩვენებთ, თუ როგორ უნდა გააკეთოთ ეს.
4. მოათავსეთ სადგამი გამწოვ კარადაში ისე, რომ ნებისმიერი ბოლი გავიდეს ლაბორატორიიდან.
5. გაახურეთ ზუსტად 10-15 წუთი, შემდეგ გააცივეთ ოთახის ტემპერატურამდე და განსაზღვრეთ მასა. ჩაიწერეთ ნებისმიერი ინფორმაცია გახურებისას ნიმუშის ფერის შესახებ.
6. ისევ გაახურეთ 10-15 წუთი, გააცივეთ და ისევ შეამოწმეთ მასა. მუდმივი მასის მიღწევა რეაქციის დასრულების მაჩვენებელია. შეგიძლიათ განიხილოთ მასის 1%-ზე ნაკლები ცვლილება საწყისთან შედარებით როგორც მუდმივი მასის მაჩვენებელი. ისევ გაახურეთ, გააცივეთ და შეამოწმეთ მასა, სანამ არ მიაღწევთ მუდმივ მასას. ჩაიწერეთ საბოლოო მასა.

ნარჩენების განთავსება

განათავსეთ პროდუქტები სპეციალურ კონტეინერში მასწავლებელ-ასისტენტის მითითების თანახმად.

ანალიზი

ექსპერიმენტის დამთავრების შემდეგ ჯგუფი განიხილავს შემდეგ კითხვებს: (შეიტანეთ ეს კითხვები და შესაბამისი გამოთვლები თქვენს რვეულში).

ა) გამოთვალეთ პროდუქტის, სპილენძის (II) ოქსიდის შედგენილობა მასურ პროცენტში და უპასუხეთ კითხვებს:

- i. რამდენი სპილენძია პროდუქტში და საიდან წარმოიქმნა ის?
- ii. კიდევ რომელი სხვა ელემენტია პროდუქტში? საიდან წარმოიქმნა?
- iii. როგორ ეთანხმება მასის შენახვის კანონი თქვენს დასაბუთებას?

ბ) გამოთვალეთ რეაგენტის – წითელი ფხვნილის შემადგენლობა. ჩაწერეთ ის, როგორც თითოეული ელემენტის მასური პროდუქტი. დაწერეთ წითელი ფხვნილის ქიმიური ფორმულა.

გ) დაწერეთ წითელი ფხვნილის ჟანგბადთან გაწონასწორებული რეაქცია შავი სპილენძის ოქსიდის წარმოქმნით.

დისკუსია

ა) რა შეგილიათ თქვათ თქვენ მიერ ჩატარებულ გაზომვებსა და დაკვირვებებზე?

ბ) ნახეთ ისეთი რამ, რაც განსხვავებულია სავარაუდო შედეგიდან?

გ) შეგიძლიათ გააკეთოთ რაიმე დასკვნა თქვენი დაკვირვებების საფუძველზე?

თავი 7. ქიმიური რეაქციები ატმოსფეროში

შესავალი

მრავალი ქიმიური რეაქცია მიმდინარეობს აირებს შორის დედამიწის ატმოსფეროში. ეს რეაქციები მნიშვნელოვანია ყველა ჩვენგანისთვის, რადგან ისინი გავლენას ახდენენ ატმოსფეროს შემადგენლობაზე. აირების ქიმიურ რეაქციებს დიდი რაოდენობით ადგილი აქვთ ატმოსფეროში ადამიანის აქტიურობის გამო და ისინი განსაკუთრებით საინტერესოა, რადგან ცვლიან ატმოსფეროს ისეთი გზებით, რომლებიც პლანეტისათვის საშიშია. ოზონის წარმოქმნასა და დაშლაში მონაწილე ქიმიური რეაქციები, ისევე როგორც ნახშირბადის, აზოტისა და გოგირდის სხვადასხვა ოქსიდის წარმოქმნა ატმოსფეროში აირადი ფაზის რეაქციების მაგალითია.

წიაღისეული სათბობის წვა ელექტროსადგურებში და სატრანსპორტო საშუალებებში წარმოქმნის მაღალ ტემპერატურებს სარეაქციო ნარევიში, როდესაც გამოიყოფა ენერჯია. ჰაერში არსებული აზოტი და ჟანგბადი საწვავ ნარევიში რეაგირებენ ერთმანეთთან ასეთ მაღალ ტემპერატურებზე და წარმოქმნიან აზოტის ოქსიდების ნარევს. ეს ნარევი, პირველ რიგში, შეიცავს NO და NO₂, და, ჩვეულებრივ, აღინიშნება როგორც NO_x, სადაც x ინდექსი მიუთითებს, რომ ნარევის ზუსტი შემადგენლობა უცნობია. NO_x პრობლემებს უქმნის ატმოსფეროს, რადგან ის ასრულებს მნიშვნელოვან როლს ოზონისა და სმოგის წარმოქმნაში ატმოსფეროს დაბალ ფენებში.

როგორ ურთიერთქმედებენ აზოტის ოქსიდი (NO), აზოტის დიოქსიდი (NO₂), აზოტი და ჟანგბადი ატმოსფეროს დაბალ ფენებში? რჩება აზოტის ეს ოქსიდები ატმოსფეროში, თუ არსებობს მექანიზმი მათ მოსაცილებლად? როგორია ამ აირების თვისებები, რაც მნიშვნელოვანია მათი სიცოცხლისუნარიანობისათვის ატმოსფეროში ან მათ მოსაცილებლად?

სამუშაო 7.1. მოსამზადებელი სამუშაოები

„ნაწილობრივ შეავსეთ სინჯარა ჰაერით, შემდეგ დაუმატეთ მცირეოდენი აზოტის ოქსიდი და დააკვირდით რეაქციას“.

ეს წინადადება მოგეჩვენებათ აბსურდულად, რადგან ჩვენ ყოველდღიურად ვიმყოფებით აირად ატმოსფეროში. ასე რომ, როგორ უნდა შევავსოთ ნაწილობრივ სინჯარა აირით, როდესაც ის მთლიანად სავსეა აირით? ჩვენ შეგვიძლია შევცვალოთ ეს შეხედულება, თუ ჩავატარებთ ექსპერიმენტს წყალზე ისე, რომ აირებმა გამოდევნოს წყალი კონტეინერიდან. აირებს, რომლებიც ნაკლებად მკვრივია წყალთან შედარებით, შეუძლიათ გადაადგილდნენ წყალში ზედაპირამდე. ყველა კონტეინერი უნდა გადავებრუნოთ, რათა აირები შევინარჩუნოთ კონტეინერს შიგნით.

ამ წინასწარ ექსპერიმენტებში თქვენ გაიგებთ, თუ როგორ უნდა გაზომოთ და გადაიტანოთ ეს აირები მათი ჰაერით ან რომელიმე სხვა აირით დაბინძურების გარეშე. ეს ძნელი საქმეა. გაფრთხილდით, დაიცავით თქვენი წიგნები და ელექტრული ხელსაწყოები დაზიანებისგან.

სამუშაო 7.1ა. აირის ნიმუშების შეგროვება

მასალები: 250 მლ-ანი ერლენმეიერის ორი კოლბა, ერთი განკუთვნილი O_2 -სთვის და მეორე NO_2 -სთვის, საცობებით, ჟანგბადის საცავი, აზოტის საცავი, წყლის როფი.

ქიმიური რეაქტივები და ინფორმაცია უსაფრთხოების შესახებ

ქიმიური ნაერთი	პოტენციური საფრთხე	სიფრთხილის ზომები
ჟანგბადი O_2 (ა)	დიდი რაოდენობით შესუნთქვა იწვევს სასულე მილის გაღიზიანებას	ვენტილაცია
აზოტი N_2 (ა)	ხუთვა. აზოტი არ არის	ვენტილაცია

ქიმიური ნაერთი	პოტენციური საფრთხე	სიფრთხილის ზომები
	ტოქსიკური, მაგრამ შეიძლება გამოიწვიოს გაგუდვა ჰაერიდან ჟანგბადის გამოდევნის შედეგად. ჟანგბადის უკმარისობამ შეიძლება გამოიწვიოს სერიოზული დაზიანება და სიკვდილიც კი.	

მეთოდика

1. შეავსეთ 250 მლ-ანი ერლენმეიერის კოლბა წყლით და გადმოაბრუნეთ ის წყლის როფზე ჟანგბადის საცავთან ახლოს. კოლბის შიგნით არ არის ჰაერი. გახსენით ნემსოვანი სარქველი ჟანგბადის რეგულატორზე და დააყენეთ ჟანგბადის ნაკადი ნელიდან საშუალო სიჩქარეზე, რაც მოჩანს ჟანგბადის ბარბოტირებით წყლის როფის ძირის ხვრელიდან.
2. გადაადგილეთ გადაბრუნებული კოლბა ჟანგბადის ბუშტუკებს ზევით და საშუალება მიეცით, რომ ის მთლიანად აივსოს ჟანგბადით. განსაკუთრებული ყურადღება მიაქციეთ იმას, რომ კოლბის ხვრელი იყოს წყლის ზევით, ასე რომ, თქვენ ერთბაშად ვერ დააბინძურებთ მოგროვებულ სუფთა აირს. შეინარჩუნეთ აირშემცველი კოლბის ხახა წყალზე და დახურეთ კოლბა მყარი რეზინის საცობით, შემდეგ მოაცილეთ ის წყალს.
3. გაიმეორეთ ეს პროცესი აზოტისათვის აზოტის საცავის საშუალებით

სამუშაო 7.1ბ. აზოტის ჟანგის (NO) მიღება

მასალები 25 × 150მმ სინჯარა, აირის მიწოდების დახურული მილი, რეზინის მილი, მინის მილი, წყლის როფი, 2 ცალი 125მლ ერლენმეიერის კოლბა (მონიშნეთ NO-სთვის და ასევე A და B ან 1 და 2), საცობები ერლენმეიერის კოლბებისათვის, მიკროსანთურა.

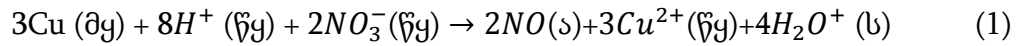
ქიმიური რეაქტივები და ინფორმაცია უსაფრთხოების შესახებ

ქიმიური ნაერთი	პოტენციური საფრთხე	უსაფრთხოების ზომები
სპილენძი (Cu) (მყ)	იწვევს თვალის, კანის და სასუნთქი მილის გაღიზიანებას	ხელთათმანები და დამცავი სათვალე
3.0 მ და 6.0 მ აზოტმჟავა HNO ₃ (წყ)	კოროზიულია. შეიძლება გამოიწვიოს თვალის და კანის გაღიზიანება მომდევნო წვით	ხელთათმანები და დამცავი სათვალე, ვენტილაცია
აზოტის ოქსიდი NO (ა)	იწვევს თვალის ქსოვილის გაჯირჯვებას და სასუნთქი მილის გაღიზიანებას	ვენტილაცია
აზოტის დიოქსიდი NO ₂ (ა)	კოროზიულია. ტოქსიკურია შესუნთქვისას. აზიანებს ლორწოვან გარსს, თვალებს და კანს	ხელთათმანები და დამცავი სათვალე, ვენტილაცია

მეთოდика

აზოტის ოქსიდი მიიღება ნიტრატ-იონის რეაქციით მეტალურ სპილენძთან მჟავა პირობებში, როგორც ეს ცხადია გაწონასწორებული განტოლებიდან (1).

აირადი აზოტის ოქსიდი გროვდება ბარბოტირებით კოლბაში, რომელიც სავსეა წყლით და გაჩერებულია ზედა ნაწილით ქვევით წყლის როფზე. (ნახ. 4 და 5)



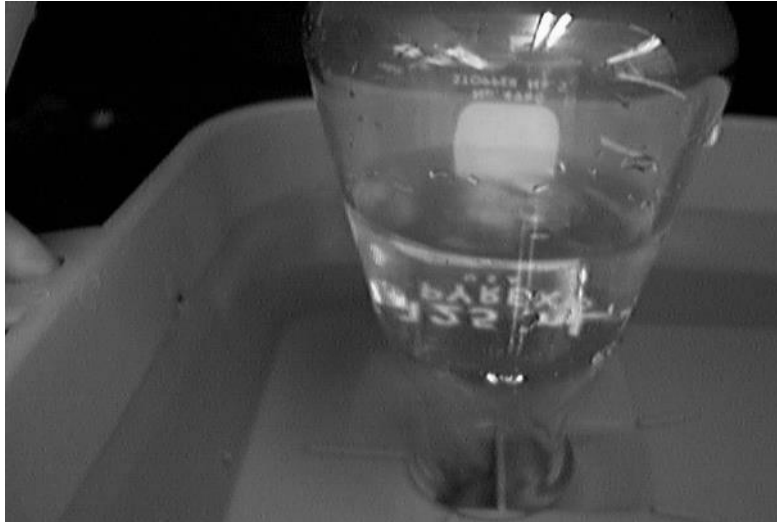
1. მოამზადეთ 40მლ 3.0 მ HNO₃ 6მ HNO₃-ს გამოხდილი წყლით განზავებით. კონცენტრირებული მჟავას განზავებისას დაამატეთ წყალს მჟავა სითბოს გასაბნევადა და ცხელი მჟავას გაფრქვევის თავიდან ასაცილებლად.
2. მოათავსეთ 2გრ. სპილენძი 25×150მმ- ან სინჯარაში და დაამაგრეთ ჩამჭერთი (ნახ. 4).



ნახ. 4. NO -ს გენერატორი.

3. მოამზადეთ აირის მიწოდების მილი რეზინის მილის შეერთებით თქვენი წყლის როფიდან მოღუნულ მილის მილს რეზინის საცობით 10 სმ-ან ხვრელში.
4. აავსეთ როფი წყალსადენის წყლით. შეავსეთ ორი 125მლ-იანი ერლენმეიერის კოლბა წყლით და გადააბრუნეთ ისინი როფში. მოათავსეთ კოლბა აირის შემშვები ხვრელის ზევით როფის ფსკერზე.
5. **სიფრთხილის ზომა.** დარწმუნდით, რომ 6.0მ აზოტმჟავა განზავებულია 3.0მ-მდე. კონცენტრირებული აზოტმჟავა ენერგიულად რეაგირებს სპილენძთან და წარმოქმნის საშიშ NO₂(ა)-ს. შეამოწმებინეთ ხელმძღვანელ-ასისტენტს აპარატურა ცდის დაწყებამდე.

6. მოაცილეთ საცობი და ჩაასხით ადრე მომზადებული 40მლ 3.0მ HNO₃ სინჯარაში, რომელშიც სპილენძია. ისევ ფრთხილად მოათავსეთ საცობი სინჯარაში. შეამოწმეთ, რომ მინის მილი მთლიანად იყოს სინჯარაში აზოტმჟავას ხსნარის დონის ზევით.



ნახ. 5. NO-ს კოლექტორი.

7. რეაქცია აზოტმჟავას განზავებულ წყალხსნარსა და სპილენძს შორის ნელია ოთახის ტემპერატურაზე, მაგრამ ტემპერატურის ზრდით ის ჩქარდება. აირადი აზოტის ოქსიდის მისაღებად საჭიროა გახურება. გამოიყენეთ მიკროსანთურა და ფრთხილად გაახურეთ ხსნარი სპილენძის ნაჭერს ზევით (ნახ.4) მაშინვე შეაჩერეთ გახურება, თუ იგრძნობთ, რომ რეაქცია ძალიან სწრაფია. გახურება არის კონტროლის თქვენი პირველი ხერხი ამ რეაქციის დროს. როდესაც დაამთავრებთ აირადი აზოტის ოქსიდის შეგროვებას, შეწყვიტეთ ხსნარის გახურება და გააცივეთ. ეს შეაჩერებს რეაქციას, ასე რომ, თქვენ შემდეგ სინჯარის გასუფთავებას.
8. პირველ რიგში, შეგროვილი აირი შეინახავს ჰაერს, რომელიც თავიდან იყო მასში აზოტმჟავას ხსნარის ზევით აირის გენერატორში და მიწოდების მილში. პირველ კოლბაში იქნება ჰაერის მცირე რაოდენობა გარდა აზოტის ოქსიდისა. როდესაც პირველი 125 მლ-ანი კოლბა აივსება აირით, ჩაანაცვლეთ ის მეორე 125 მლ-ანი ერლენმეიერის კოლბით. დახურეთ საცობით და შეინახეთ აზოტის ოქსიდიანი პირველი კოლბა შემდგომი გამოყენებისათვის. აავსეთ მეორე

კოლბა აზოტის ოქსიდით. როდესაც აივსება, შეწყვიტეთ სინჯარის გახურება აზოტის ოქსიდის წარმოქმნის პროცესის შენელების და შეჩერების მიზნით. დახურეთ საცობით და შეინახეთ მეორე კოლბა შესანახ ჭურჭელში აირის გადასატანად.

ნარჩენების განთავსება

1. გადაასხით აზოტმჟავას ხსნარი, რომელიც გამოიყენეთ აზოტის ოქსიდის მისაღებად ნარჩენების კონტეინერში, რომელიც გათვალისწინებულია მჟავიანი სპილენძის ნარჩენების შესაგროვებლად.
2. ჩარეცხეთ დარჩენილი სპილენძი წყლით და ჩააბრუნეთ სპილენძის მიწოდების კონტეინერში.

სამუშაო 7.1გ. აზოტის ჟანგის გადატანა აირის შესანახ ჭურჭელში

სუფთა აირის ნიმუშების გადატანა

1. მიუერთეთ პლასტმასის მილი 50 მლ-ან პლასტმასის შპრიცის ხვრელს. გამოუშვით მთელ ჰაერი შპრიციდან. ამ მილის ღია ბოლო მოათავსეთ წყალს ზემოთ. აავსეთ შპრიცი და მილი წყლით შპრიცის დეგუმის მიყვანით 25 მლ ნიშნულამდე. აღსანიშნავია, რომ ეს მოქმედება ხდება ჰაერში, რომელიც ჩაჭერილი იყო მილში. დაიჭირეთ შპრიცი ვერტიკალურად ისე, რომ მთელი ჰაერი ავიდეს ზევით, შემდეგ გამოუშვით დარჩენილი ჰაერი შპრიციდან და მილიდან, სანამ წყალი მოძრაობს. ჩაუშვით მილი წყალში და გამოუშვით მთელი ჰაერი მილიდან. ეს პროცედურა საჭიროა შპრიცის მოსამზადებლად აირის სუფთა ნიმუშის გადატანის მიზნით.
2. თქვენი ინსტრუქტორი მოგამარაგებთ 1 ლიტრიანი პლასტმასის ჭურჭლით, რათა შეინახოთ სუფთა აზოტის ოქსიდი შემდეგი მოხმარებისათვის, გამოიყენეთ შპრიცი ჰიდრაულიკურ საკეტთან ერთად, როგორც ეს გააკეთეთ 1 საფეხურზე აირადი NO გადასატან მეორე კოლბიდან ამ ჭურჭელში (იხ. ქვემოთ ნახ.6)



ნახ.6. აირადი NO-ს გადატანა შესანახ ჭურჭელში.

3. აირის გადატანისას ჩადგით აირის შემცველი კოლბა წყლის იმავე აბაზანაში შენახვის ჭურჭელთან ერთად, თქვენმა პარტნიორმა კი დაიჭიროს ის გადაბრუნებული და მოაძროს საცობი.
4. შეიყვანეთ პლასტმასის მილი აირში, რომელიც კოლბაშია და შეიწოვეთ ის შპრიცით.
5. თითოეულ გადატანაზე აიღეთ 25 მლ აირის დანაკარგის თავიდან ასაცილებლად.გაიმეორეთ, სანამ მთელ აირს არ გადაიტანთ კოლბიდან ჭურჭელში.
6. როდესაც ყველა ნიმუში იქნება გადატანილი, დახურეთ ჭურჭელი ჰიდრაულიკური საკეტით. ეს საკეტი შეინახავს აირს ჭურჭლის შიგნით ისე, რომ ის არ დაბინძურდეს ჰაერით, როდესაც ჭურჭელი ინახება ყელით ქვევით და ხუფი მჭიდროდაა დაცული, წყლის გაჟონვის თავიდან აცილების მიზნით (ნახ.7)



ნახ.7. აირადი NO-ს შესანახი ჭურჭელი წყლის თავსახურით.

სამუშაო 7.2. ზოგიერთი წინასწარი ექსპერიმენტი

1. მოათავსეთ პატარა სინჯარები როფში წყალქვეშ და მთლიანად აავსეთ ისინი წყლით.
2. მოათავსეთ სადგამი წყლის როფის შემდეგ. მიუერთეთ სინჯარის ჩამჭერი სადგამს.
3. ერთ-ერთი პატარა სინჯარის წვერი გადმოაბრუნეთ ისე, რომ აღმოჩნდეს წყალში, ისე, რომ აივსოს წყლით. დაამაგრეთ ეს სინჯარა სადგამზე.
4. დადგით აზოტის შემცველი კოლბა ისეთნაირად, რომ ყელი აღმოჩნდეს წყალში და მოაცილეთ საცობი. შეიყვანეთ პლასტმასის მილის ბოლო აზოტიან კოლბაში ისე, რომ ბოლო მთლიანად აღმოჩნდეს აირად აზოტში. ამომძრავეთ უკან დგუში, სანამ არ შეიწოვთ აზოტს. გააგრძელეთ დგუშის მოძრაობა, სანამ შპრიცი სანახევროდ არ შეივსება. მიაწექით დგუშს, რათა გამოდევნოთ შესული წყალი. შპრიცში დატოვეთ 5 მლ აზოტი.
5. გადაადგილეთ პლასტმასის მილის ბოლო გადაბრუნებული სინჯარისაკენ. გეჭიროთ პლასტმასის მილის ღია ბოლო წყალქვეშ მოძრაობისას ისე, რომ აზოტი არ დაბინძურდეს.

6. შეიყვანეთ პლასტმასის მილი მოკლე მანძილზე სინჯარის შესასვლელ ხვრელში და გადაიტანეთ 5მლ აზოტი სინჯარაში.
7. გაათავისუფლეთ პლასტმასის მილი აზოტიდან 1 საფეხურში აღწერილი პროცედურის გამოყენებით. ეს საჭიროა შპრიცის მოსამზადებლად აირის შემდეგი გადატანისათვის. გამოიყენეთ ეს პროცედურა ყველა გადატანისათვის აირის დაბინძურების თავიდან აცილების მიზნით.

გამოკვლევა

ჰაერი წარმოადგენს აირების ნარევს; ძირითადად, შედგება აზოტისა და ჟანგბადისაგან სხვა აირების მცირე რაოდენობის შემცველობით. ჩაატარეთ ექსპერიმენტები, რათა დააკვირდეთ ატმოსფეროში შემავალი სხვადასხვა აირის (N_2 , O_2 და ჰაერი) შერევას ოთახის ტემპერატურაზე. რა ხდება, როდესაც ერთმანეთში ირევა აირები, რომლებიც არ რეაგირებენ? არის მათი მოცულობები ადიტიური? შეამოწმეთ ეს აირის ზუსტად გაზომილი მოცულობების დამატებით გადაბრუნებულ მენზურაში და აითვალეთ მთლიანი მოცულობა. როგორ აითვლით აირის მოცულობას გადაბრუნებულ მენზურაში? გააჩერეთ დამატებითი აირის მოცულობა 5-20მლ ინტერვალში, შეაგროვეთ მონაცემები, სანამ მენზურა სავსეა აირით.

ჩაატარეთ მარტივი ექსპერიმენტები ამ ატმოსფერული აირების (N_2 , O_2 და ჰაერი) აზოტის ჟანგთან ოთახის ტემპერატურაზე შერევის შედეგებზე დაკვირვების მიზნით, რათა დაადგინოთ, თუ რომელი აირი რეაგირებს აზოტის ოქსიდთან.

გადაიტანეთ აირის მცირე რაოდენობა სინჯარაში. სემდეგ დაუმატეთ მცირე რაოდენობით აზოტის ოქსიდი. აზოტის ოქსიდის ნიმუშებისათვის გამოიყენეთ ეს აირი პირველი შევსებული კოლბიდან.

ამ ცდების ჩატარების შემდეგ დააკვირდით, ადგილი ჰქონდა თუ არა ქიმიურ რეაქციას. აღნიშნეთ ფერის ნებისმიერი ცვლილება, გააჩერეთ აირების ნარევი რამდენიმე წუთი და დააკვირდით, ხომ არ მოხდა რაიმე ცვლილება? აიღეთ წყლის სინჯები თითოეული სინჯარის შესასვლელი ხვრელიდან და ისევ დაამატეთ NO . შეამოწმეთ თითოეული ნიმუშის რამდენიმე წვეთი უნივერსალური ინდიკატორის დამატებით და გაზომეთ pH

ანალიზი, სამუშაოები 1 და 2

ა. გააცანით ჯგუფის წევრებს თქვენ მიერ შესწავლილი აირის ნიმუშის შემადგენლობა.

ბ. შეიტანეთ მონაცემები რვეულში.

გ. შეადგინეთ ცხრილი, სადაც განათავსებთ კვლევის შედეგებს.

დისკუსია, სამუშაოები 1 და 2

ა) შეაჯამეთ მე-2 სამუშაოს ცდების შედეგები, რომელი აირი რეაგირებს შერევის პროცესში?

ბ) რას ხედავთ, როდესაც აირები ირევა, მაგრამ არ რეაგირებენ?

გ) რას ხედავთ, როდესაც აირები ირევა და რეაგირებენ?

სამუშაო 7.3. შემდეგი კვლევა: რა რეაქცია მიმდინარეობს, როდესაც აზოტის ჟანგი ირევა ჰაერთან?

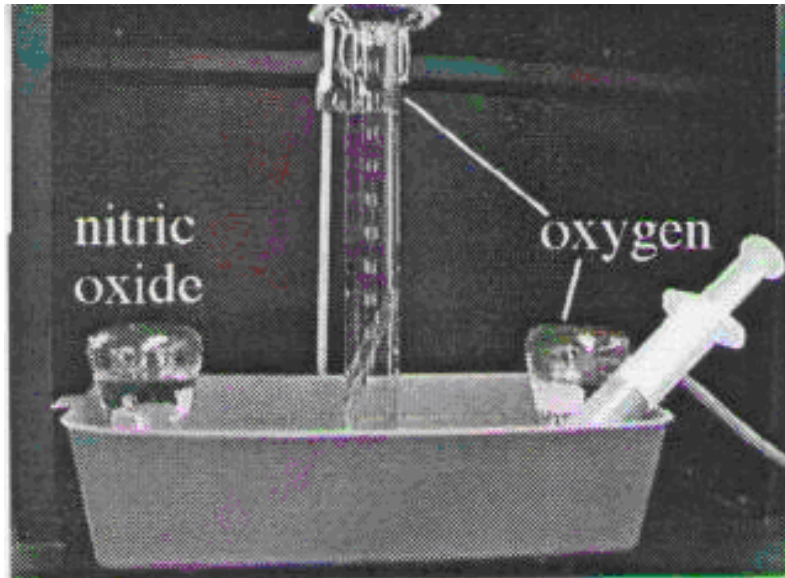
გამოკვლევა

განავრცეთ წინა სამუშაოს კვლევა, რათა გაიგოთ უფრო მეტი რეაქციაზე, ან რეაქციებზე, რომლებსაც დააკვირდით. რა რეაქცია მიმდინარეობს ჰაერსა და აზოტის ოქსიდს შორის? მიდის იგივე რეაქცია აზოტის და ჟანგბადის სხვა ნარევებში, რომლებიც დამუშავებულია აზოტის ოქსიდით?

ზოგადი პროცედურა

1. მოათავსეთ 100 მლ-ანი მენზურა ჰორიზონტალურად როფში და დააცადეთ, რომ აივსოს წყლით (იხ. ნახ. 8).
2. გამოიყენეთ 20-30 მლ საცდელი აირი ან აირთა ნარევი. აირთა ნარევის მისაღებად გაზომეთ მხოლოდ ცალკეული აირები მენზურაში შპრიცის დანაყოფების საშუალებით, რათა გაზომოთ თითოეული დამატებითი აირის მოცულობა. ყოველთვის დააცარიელეთ შპრიცი და მილი ყველა აირიდან სხვა აირის დამატების წინ.

3. აირთა ნარევის მომზადების შემდეგ აითვალეთ აირთა ნარევის მოცულობა, რომელიც იყო მენზურაში.



ნახ.8. აირის მენზურაში გადასატანი მოწყობილობა.

4. შპრიცით აიღეთ მცირე რაოდენობის აზოტის ოქსიდი სუფთა აზოტის ოქსიდის ნიმუშიდან, რომელიც შეგროვილია მეორე კოლბაში. მნიშვნელოვანია აზოტის ოქსიდის ძალიან სუფთა ნიმუშის გამოყენება, რათა დარწმუნებული იყოთ, რომ თქვენ ზომავთ იმას, რასაც ადგილი აქვს, როდესაც სუფთა აზოტის ოქსიდს უმატებთ აირთა ნარევს. არ გაავსოთ შპრიცი პირამდე, რადგან ძნელი იქნება დამატების კონტროლი შემდეგ საფეხურებზე.
5. დაამატეთ აზოტის ოქსიდის ცოტა, ზუსტად გაზომილი მოცულობა აირთა საცდელ ნარევს.
6. დააყოვნეთ ორი წუთი, რათა დაიწყოს ნებისმიერი რეაქცია და აირის მოცულობა მენზურაში მოვიდეს წონასწორობაში. ორი წუთის შემდეგ გაზომეთ აირის მოცულობა მენზურაში. გააგრძელეთ აზოტის ოქსიდის დამატება და თან აკონტროლეთ აირის მოცულობა მენზურაში რეაქციის დაწყების შემდეგ.
7. გააგრძელეთ აზოტის ოქსიდის დამატება, სანამ არ დარწმუნდებით, რომ რეაქცია დასრულდა. ამისათვის დაამატეთ კიდევ ცოტა NO, რათა დარწმუნდეთ ამაში.

ანალიზი, სამუშაო 3

ა) გააცანით თქვენი ჯგუფის წევრებს გამოკვლეული აირის ნიმუშის შემადგენლობა.

ბ) შეიტანეთ თქვენი მონაცემები რვეულში.

გ) შეადგინეთ ცხრილი კვლევების შედეგების მიხედვით.

დ) გამოიყენეთ გრაფიკი და დაიანგარიშეთ საწყისი აირის ის ნაწილი, რომელიც არ შევიდა რეაქციაში აზოტის ჟანგთან. იყავით ფრთხილად, რომ არ გაითვალისწინოთ ზედმეტი აზოტის ჟანგი, რომელიც თქვენ დაამატეთ, რათა დარწმუნებული იყოთ, რომ რეაქცია დასრულდა.

ე) დათვალეთ ხაზის დახრა იმ მონაცემებისათვის, რომლებიც ასახავენ მოცულობის ცვლილებას აზოტის ოქსიდის რეაქციისას აირის ნარევთან. უგულვებლყავით ნებისმიერი მონაცემები, რომელიც შეგროვილია რეაქციის დასრულების შემდეგ. განიხილეთ თქვენს ჯგუფთან ამ ხაზის დახრის არსი.

დისკუსია, სამუშაო 3

ა) შეადგინეთ ცხრილი თქვენი მონაცემების მიხედვით, აგრეთვე გრაფიკი, რომლის დახრაც ახასიათებს მოცულობის ცვლილებას აზოტის ოქსიდის რეაქციისას აირთა ნარევთან.

ბ) შეადგინეთ ცხრილი, რომელშიც ასახული იქნება აირთა ნარევის შემადგენლობა, რეაქციაში არშესული აირის ოდენობა და ხაზის დახრა, რომელიც ასახავს მოცულობის ცვლილებას რეაქციის დროს. რომელი აირი რეაგირებს აზოტის ოქსიდთან? რა არის რეაქციის პროდუქტი? შეაჯამეთ ყველა მტკიცებულება.

გ) დაწერეთ შესწავლილი რეაქციის გაწონასწორებული განტოლება.

დ) იმის დაშვებით, რომ ლაბორატორიის ტემპერატურა და წნევა სავსებით ეთანადება ატმოსფეროს დაბალ ფენებს, ახსენით, თუ როგორ ურთიერთქმედებს აზოტის ზეჟანგი ატმოსფეროს დაბალ ფენებთან, როდესაც ის ამოიფრქვევა წვის ისეთი წყაროდან, როგორცაა შიდაწვის ძრავა ან ელექტროსადგური.

ე) თქვენი აზრით, რა ემართება NO_x -ს ისეთ დროს, როდესაც ჰაერი არის მშრალი და უძრავი? რა არის მოსალოდნელი წვიმიან დღეს? ამ დღეებიდან რომელში იქნება ჰაერის ხარისხი უფრო საშიში ადამიანისათვის, რომელსაც აწუხებს სუნთქვის პრობლემა?

თავი 8. ატომური სპექტროსკოპია

შესავალი

სალუტის დროს სინათლის ფერი დამოკიდებულია იმ ნივთიერებებზე, რომლებიც მოთავსებულია სალუტის პაკეტში. სითბო, გამოყოფილი ფეიერვერკის დროს, ახურებს ამ ნივთიერებებს და, საბოლოო ჯამში, ჩნდება ფერადი სინათლე.

სამუშაო 8.1. ალის ანალიზი

მასალები: ბუნზენის სანთურა, ნიქრომის მავთული, მიკროფითხი

ქიმიური რეაქტივები და ინფორმაცია უსაფრთხოების შესახებ

ქიმიური ნაერთი	პოტენციური საფრთხე	უსაფრთხოების ზომები
ლითიუმის ქლორიდი (LiCl)	აღიზიანებს სასუნთქ და საყლაპავ მილებს	ხელთათმანები და დამცავი სათვალე
ნატრიუმის ქლორიდი NaCl	იწვევს მსუბუქ გაღიზიანებას	ხელთათმანები და დამცავი სათვალე
აზოტის ოქსიდი NO (ა)	აღიზიანებს სასუნთქ და საყლაპავ მილებს	ხელთათმანები და დამცავი სათვალე
კალიუმის ქლორიდი KCl	აღიზიანებს სასუნთქ და საყლაპავ მილებს	ხელთათმანები და დამცავი სათვალე
სპილენძის (II) ქლორიდი CuCl ₂	იწვევს თვალისა და კანის წვას	ხელთათმანები და დამცავი სათვალე
სტრონციუმის ქლორიდი SrCl ₂	აღიზიანებს სასუნთქ და საყლაპავ მილებს	ხელთათმანები და დამცავი სათვალე
ბარიუმის ქლორიდი BaCl ₂	აღიზიანებს სასუნთქ და საყლაპავ მილებს	ხელთათმანები და დამცავი სათვალე

გამოკვლევა

შეისწავლეთ სინათლის ფერი, რომელიც წარმოიქმნება სხვადასხვა მარილის ინტენსიური გახურებისას. მარილის ნიმუშს ფრთხილად ახურებენ ნიქრომის მავთულის მარყუჟის წვერით ხსნარებისათვის და მიკროფითხით მყარი ნაერთებისათვის. ნიქრომის მავთულს აქვს მინის სახელური, რაც საშუალებას მოგცემთ ისე გეჭიროთ მავთული, რომ ხელი არ დაიწვათ იმ დროს, როდესაც მავთული ინტენსიურად ხურდება ბუნზენის სანთურას ალში. მნიშვნელოვანია, რომ ნიქრომის მავთული ან ფითხი არ გაჭუჭყიანდეს. ის უნდა გაწმინდოთ ყოველი ახალი ცდის დაწყების წინ. ეს უნდა გააკეთოთ ფოლადის ბამბით და მარყუჟის გახურებით მის გავარვარებამდე.

ანალიზი, სამუშაო 1

ჩაიწერთ დაკვირვებები ცხრილის სახით და გააცანით ჯგუფს. შეიტანეთ ყველა მონაცემი რვეულში.

დისკუსია, სამუშაო 1

შეადარეთ თქვენი შედეგები სხვა სტუდენტების მონაცემებს. არის განსხვავება მათ შორის? რა შეიძლება იყოს ამ განსხვავებების მიზეზი?

ნარჩენების განთავსება

განათავსეთ მასალები შესაბამის კონტეინერებში.

სამუშაო 8.2. სინათლის სხვადასხვა წყაროს სპექტროსკოპიული გამოკვლევა. სპექტროსკოპები

პორტატიული სპექტროსკოპი აღჭურვილია ვიწრო ჭვრიტეთი და ციფრული დანაყოფებიანი სკალით ერთ ბოლოზე და დიფრაქციული მესერიტ საწინააღმდეგო ბოლოზე. ჭვრიტეს საშუალებით სინათლე შედის სპექტროსკოპში და დიფრაქციული მესერი გარდატეხს სინათლეს ტალღის სიგრძის მიხედვით, რაც სინათლის ანალიზის საშუალებას იძლევა. სკალაზე მოცემულია 10-10 ნმ-ანი ინტერვალები და მონიშნულია 4-დან 7-მდე, რაც შეესაბამება 400-700 ნმ-ს. სპექტროსკოპის საშუალებით შეიძლება სინათლის ფერის დანახვა და ამ ფერის შესაბამისი ტალღის სიგრძის დაფიქსირება. დააყენეთ სპექტროსკოპი ისე, რომ ჭვრიტე იყოს ვერტიკალურ მდგომარეობაში და ჩაიხედეთ დიფრაქციულ მესერში, რომელიც პირდაპირაა დამიზნებული სინათლის წყაროზე.

მასალები: პორტატიული სპექტროსკოპი, ნიქრომის მავთული ან ფითხი, სინჯარის ჩამჭერი, სადგამი, საინდექსო ბარათი, ალუმინის კილიტა, მაკრატელი.

გამოკვლევა

რატომ წარმოქმნის გახურებული მარილი ფერად სინათლეს თეთრის ნაცვლად? რა არის იმის მიზეზი, რომ სხვადასხვა მარილი ალში იძლევა სხვადასხვა ფერს? პორტატიული სპექტროსკოპის საშუალებით გამოიკვლიეთ სინათლის ფერი ისეთი წყაროებიდან, როგორცაა ვარვარის ნათურა ფლოორესცენციის ნათურა, ნეონის ნათურა, ჰელიუმის ნათურა, ვერცხლისწყლის ნათურა, ნატრიუმის ნათურა და მარილების ნიმუშები, გახურებული სანთურას ალში.

გაზარდეთ ხაზების სიმკვეთრე ჭვრიტეს სიგანის ცვლილებით. დაიკავეთ საინდექსო ბარათის ბოლო ჭვრიტეს მის დასავიწროვებლად. ბარათს ჩამოაჭერით მცირე ნაწილი, რათა გაადვილდეს მისი დაჭერა სკალაზე სინათლის შეზღუდვის გარეშე. ალტერნატიული ხერხია ალუმინის კილიტას გამოყენება სუფთა და სწორი ბოლოთი, რომელიც ჭვრიტეს პარალელურია და ნაწილობრივ ფარავს მას.

ანალიზი, სამუშაო 2

შეადგინეთ ცხრილი დაკვირვებების და გაზომვების შედეგების მიხედვით. დახაზეთ ფერადი ზოლების სქემა. თითოეული სინათლის წყაროსათვის, გააცანით ჯგუფს თქვენი შედეგები.

დისკუსია, სამუშაო 1

ა) თქვენი დაკვირვებების საფუძველზე არის თუ არა განსხვავება სინათლის წყაროებს შორის? თუ ეს ასეა, რომელი მათგანი განსხვავდება და რატომ?

ბ) შეეცადეთ ახსნათ სხვადასხვა ფერი წარმოქმნილი მარილების გახურებისას.

სამუშაო 8.3. დამზინძურებლის იდენტიფიცირება

გამოკვლევა

უცნობმა ხსნარმა, რომელიც, სავარაუდოდ, შეიცავს ერთზე მეტ ნივთიერებას, გამოჟონა დაზიანებული ჭურჭლიდან და დააბინძურა წყალსაცავი. სავარაუდოდ, ადგილი ჰქონდა ნარჩენების არასწორ განთავსებას. ექსპერიმენტის შემდეგ გაჟონილი ჭურჭლიდან მოაგროვეს ნიმუშები იდენტიფიცირებისათვის. შეამოწმეთ ნიმუში იმის დასადგენად, რათა გამორიცხოთ იმდენი ნაერთი, რამდენიც შესაძლებელია.

ანალიზი, სამუშაო 3

შეადგინეთ ცხრილი მიღებული შედეგების საფუძველზე.

დისკუსია, სამუშაო 3

ა) შეგიძლიათ გამორიცხოთ გარკვეული ნივთიერებები? ახსენით მიზეზი.

სამუშაო 8.4. წყალბადის ემისიის სპექტრის კვლევა

საფუძველი

წყალბადის სპექტრის თითოეული ხაზი ელექტრონის ერთი ენერგეტიკული დონიდან მეორეზე გადასვლის შედეგია. თუ სპექტრი არის ხაზის კაშკაშა სპექტრი, მას ემისიის სპექტრი ეწოდება. ელექტრონები გადაადგილდებიან უფრო მაღალი ენერგეტიკული დონიდან უფრო დაბალზე და ამ დროს გამოსხივდება სინათლე სიდიდით, რომელიც ზუსტად ენერგეტიკულ დონეებს შორის სხვაობის ტოლია. შავი ხაზი ან შთანთქმა წარმოიქმნება როდესაც ელექტრონი გადადის უფრო დაბალი დონიდან უფრო მაღალზე და სინათლის სიდიდე ზუსტად ამ დონეებს შორის სხვაობის ტოლი. შავი ხაზები მოჩანს მზის სპექტრში, რაც განპირობებულია წყალბადის ატომების მიერ მზის სინათლის შთანთქმით კოსმოსში.

სინათლის ტალღის სიგრძე მისი ენერჯის უკუპროპორციულია. მათ შორის დამოკიდებულება მოიცემა განტოლებით: $E = hc/\lambda$. წყალბადის ხილული სპექტრი აჩვენებს სინათლეს მხოლოდ რამდენიმე ტალღის სიგრძეზე, რაც ვარაუდობს იმას, რომ წყალბადის ატომში ხელმისაწვდომია მხოლოდ მცირე რაოდენობის ენერგეტიკული დონეები. წყალბადის სპექტრული მონაცემების ანალიზი ასევე იძლევა გასაღებს ატომში ელექტრონის ენერგეტიკული დონეების დადგენისათვის.

წყალბადი ასევე გამოასხივებს ხაზების მთელ რიგს ულტრაიისფერ უბანში, რომლებიც უხილავია. შესაბამისი დეტექტორით აღჭურვილი სპექტრომეტრით შესაძლებელია ამ ხაზების დაფიქსირება. ეს ულტრაიისფერი უბნის ხაზები სპექტრული ანალიზის ჩატარების საშუალებას იძლევა.

ანალიზი ტარდება წყალბადის სპექტრის ხაზებით, რომლებიც გამოხატულია ტალღური რიცხვით. ეს რიცხვი მიიღება 1-ის გაყოფით ტალღის სიგრძეზე, რომელიც სანტიმეტრებშია გამოხატული: $1 \text{ ნმ} = 10^{-7} \text{ სმ}$. ტალღური რიცხვის ერთეულია სმ^{-1} . ტალღური რიცხვი ენერჯის პირდაპირპროპორციულია. ამ რიცხვის სიმბოლოა ν' . $\nu' = 1/\lambda$; ამიტომ $E = hc\nu'$

ცხრილი 4. წყალბადის ულტრაისფერი ემისიის ხაზები

ინტენსიურობა	ტალღის სიგრძე h (ნმ)	ტალღის სიგრძე λ (სმ)	ტალღური რიცხვი ν' (სმ ⁻¹)	სხვაობა მეზობელი ხაზების ტალღურ რიცხვებს შორის (სმ ⁻¹)
ძალიან ძლიერი	121.6	1.216×10^{-5}	82237	–
ძლიერი	102.6	1.026×10^{-5}	97466	15229
ზომიერი	97.3	9.73×10^{-6}	102775	5309
სუსტი	95.0	9.50×10^{-6}	105263	2788
ძალიან სუსტი	93.8	9.38×10^{-6}	106610	1347

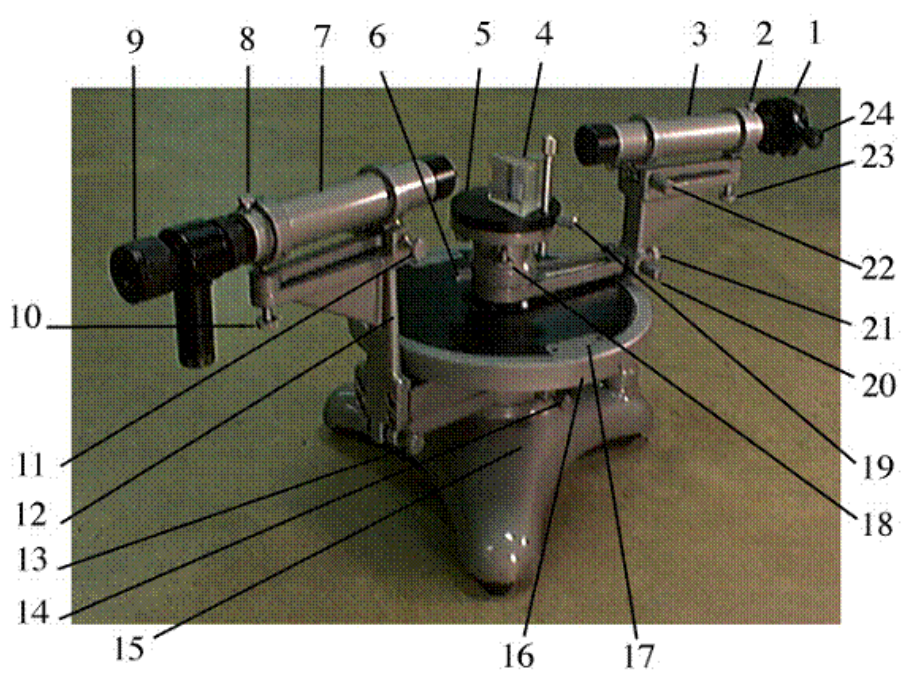
მაგიდის სპექტროსკოპის გამოყენება

ნებისმიერი ხრახნის მოშვებამდე დააკვირდით მას და ჩაინიშნეთ ხრახნის თავის ფერი.

წითელი – ეს ხრახნები მნიშვნელოვანია სპექტროსკოპის დასარეგულირებლად და ჩაკეტილია, არ ეცადოთ მოუშვათ ისინი.

ყვითელი – მას შემდეგ, რაც დაიწყებთ ანათვლების აღებას, არ მოუშვათ ყვითელი ხრახნები. თუ მოუშვებთ ერთ-ერთს მაინც ჰელიუმის, წყალბადის და ვერცხლისწყლის ნაერთებთან მუშაობის დასრულებამდე, თქვენ ისევ დაგჭირდებათ ხელსაწყო დასარეგულირება.

მწვანე – მხოლოდ ეს სამი ხრახნი დაგჭირდებათ თქვენი მონაცემების შესაგროვებლად. ესენია: ტელესკოპის ჩამკეტი ხრახნი (14) და ტელესკოპის ზუსტი დასარეგულირების ხრახნი (13) (იხ. ნახ. 9.).



ნახ.9. მაგიდის სპექტროსკოპის აგებულება:

1 - ჭვრიტე; 2 - ჭვრიტეს დასამაგრებელი ხრახნი; 3 - კოლიმატორი; 4 - პრიზმა; 5 - სადგამი; 6 - სადგამის დასამაგრებელი ხრახნი; 7 - ტელესკოპი; 8 - ვიზირის დასამაგრებელი კვანძი; 9 - დიოპტრიის მკომპენსირებელი რგოლი; 10 - ტელესკოპის დონის მარეგულირებელი ხრახნი; 11 - ტელესკოპის ჰორიზონტალური რეგულირების ხრახნი; 12 - ტელესკოპის საყრდენი სვეტი; 13 - ტელესკოპის ზუსტი რეგულირების ხრახნი; 14 - ტელესკოპის ჩამკეტი ხრახნი; 15 - ფუძე; 16 - დანაყოფებიანი წრე (ლიმბი); 17 - ვერნიერი; 18 - სადგამის დონის მარეგულირებელი ხრახნი; 19 - პრიზმის დამჭერი ხრახნი; 20 - ვერნიერის ზუსტი რეგულირების ხრახნი; 21 - ვერნიერის ჩამკეტი ხრახნი; 22 - კოლიმატორის ჰორიზონტალური რეგულირების ხრახნი; 23 - კოლიმატორის ჰორიზონტალური რეგულირების ხრახნი; 24 - ჭვრიტეს სიგანის რეგულირების ხრახნი.

გახსოვდეთ, სპექტროსკოპი მძიმეა და საჭიროებს ფრთხილად გადატანას დაზიანების თავიდან აცილების მიზნით.

საბოლოო რეგულირება და ინსტრუქციები ფოკუსირებისათვის

ეს ინსტრუქციები დაგეხმარებათ გაეცნოთ სპექტროსკოპს და მის მუშაობას. ამის შემდეგ თქვენ შეძლებთ სპექტროსკოპის დარეგულირებას და ფოკუსირებას და ნულზე დაყენებას. ამის შემდეგ შეგიძლიათ დაიწყოთ ექსპერიმენტი.

პირველადი რეგულირება და ფოკუსირება შესრულებული იქნება თქვენთვის ლაბორატორიის პერსონალის მიერ. თქვენ მიერ საჭირო იქნება მხოლოდ მცირე რეგულირება.

თქვენი სპექტროსკოპი მოთავსებულია ლაბორატორიულ მაგიდაზე სწორ პოზიციაში. უნდა იყოს $\sim 45^\circ$ -ანი კუთხე კოლიმატორის კვანძსა (3) და მაგიდის კიდეს შორის. არ გადაადგილოთ სპექტროსკოპი არასწორ პოზიციაში.

დარწმუნდით, რომ ნათურის კვება გამორთულია და მოათავსეთ ჰელიუმის ნათურა ფიქსატორში. გადაადგილეთ ნათურის კვება ისე, რომ ნათურა გაუსწორდეს ჭვრიტეს კვანძის (1) ცენტრს. ჩართეთ ნათურის კვება.

პრიზმის სადგამი სპექტროსკოპის ცენტრში აღჭურვილია მარეგულირებელი ხრახნით (6) მისი ცენტრალური ღერძის მიმართულებით ჩასაკეტად. მოუშვით ეს ხრახნი და დაადაბლეთ სადგამი ყველაზე დაბალ მდგომარეობამდე. ეს გაგიადვილებთ ტელესკოპში ჩახედვას პრიზმის ზევიდან.

მოუშვით ტელესკოპის ჩამკეტი ხრახნი (14) და მოატრიალეთ ტელესკოპის მხარი 180° -ით ჭვრიტეს მილის მიმართ. ჩაიხედეთ ტელესკოპში და იპოვეთ ჭვრიტეს ხვრელი. ის გამოიყურება როგორც სინათლის თხელი სწორკუთხედი. თქვენ ოდნავ უნდა შეარხიოთ ტელესკოპი ცენტრში მის მოსახვედრად.

გახსენით ჭვრიტე სინათლის კაშკაშა ოთხკუთხედის მისაღებად ჭვრიტეს სიგანის მარეგულირებელი ხრახნის (24) ფრთხილად მოტრიალებით. არ არის აუცილებელი ხრახნის ნახევარ ბრუნზე მეტით მოტრიალება. დააფოკუსეთ ვიზირის ძაფები ტელესკოპის ოკულარში ოკულარის რგოლის (9) ბრუნით. ჭვრიტეს გამოსახულება იქნება კაშკაშად ფოკუსირებული და დარეგულირებული ვერტიკალური ძაფის პარალელურად.

ჩაიხედეთ ტელესკოპში და აღნიშნეთ, რომ არის ვიზირის ორი ძაფი – ზედა და ქვედა. მნიშვნელოვანია აირჩიოთ ერთ-ერთი და ის გამოიყენოთ ყოველთვის

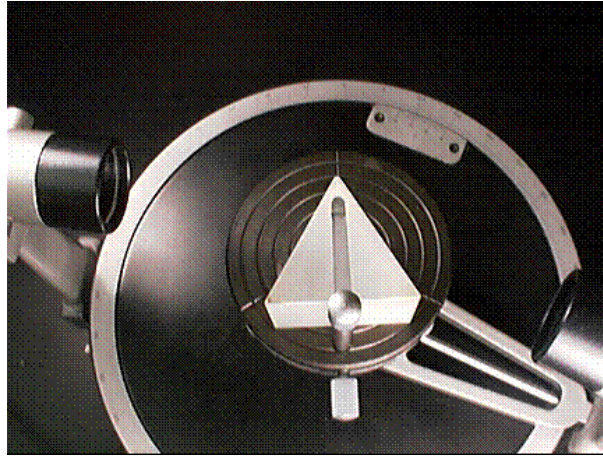
ზუსტი ანათვალის ასაღებად. ახლა შეხედეთ ჭვრიტეს გამოსახულებას. როდესაც თქვენ ფრთხილად არეგულირებთ ჭვრიტეს ხვრელს (გამოიყენეთ 24), ჭვრიტეს გამოსახულების მარჯვენა კიდე არის ის ადგილი, სადაც თქვენ უნდა აილოთ ყველა ანათვალი, რადგან ის არ მოძრაობს მაშინ, როდესაც არეგულირებთ ჭვრიტეს სიგანეს. ფრთხილად დაარეგულირეთ ჭვრიტეს სიგანე ისე, რომ მისი გამოსახულება იყოს ძალიან ვიწრო და მკვეთრი. ეს არ მოითხოვს ჭვრიტეს სიგანის მარეგულირებელი ხრახნის ნახევრ ბრუნზე მეტს.

ნულის დაყენება

ტელესკოპის მილის პოზიცია ისეთია, რომ ვიზირის ძაფი ახლოსაა ჭვრიტეს გამოსახულების მარჯვენა კიდეებთან. ჩაკეტეთ ტელესკოპი ცენტრალური ღერძისკენ ჩაკეტვის ხრახნის (14) საშუალებით. გამოიყენეთ ტელესკოპის ზუსტი რეგულირების ხრახნი (13) ტელესკოპის პოზიციის დასარეგულირებლად, სანამ ვიზირის ძაფი არ შეეხება ჭვრიტეს გამოსახულების მარჯვენა კიდეს. გამოიყენეთ ვერნიერის ზუსტი რეგულირება (20), რათა დანაყოფებიან სკალაზე დააყენოთ ვერნიერი ზუსტად 180°-ზე.

გაზომვების ჩატარება

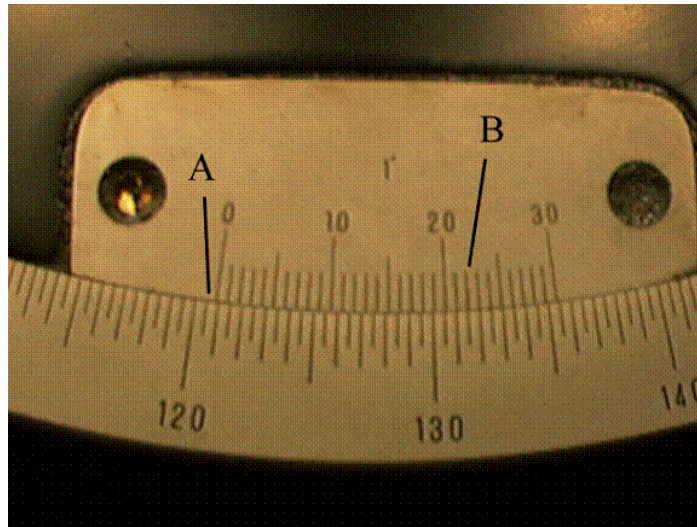
აწიეთ სადგამი უმაღლეს პოზიციაზე და დაამაგრეთ ნახ. 10-ის მიხედვით. შეამოწმეთ პრიზმის რეგულირება. პრიზმის მქრქალი მხარე უნდა ფარავდეს პრიზმის დამჭერს. ამ ეკრანის ორი კიდე უნდა ეხებოდეს რგოლს სადგამზე, სადგამის კიდეს უახლოეს წერტილში. პრიზმის მესამე კიდე უნდა ეხებოდეს რადიალურ ხაზს, რომელიც პრიზმის დამჭერის პირდაპირსაწინააღმდეგოა. თუ აუცილებელია პრიზმის მდებარეობის დაარეგულირება, გააკეთეთ ეს ფრთხილად ისე, რომ არ შეეხოთ პრიზმის პოლირებულ ნაწილებს. გადახარეთ ტელესკოპი ~130°-ით საათის ისრის საწინააღმდეგო მიმართულებით, სანამ არ გამოჩნდება სპექტრული ხაზი. ახლა შეიძლება ანათვალის აღება თითოეული ემისიის ხაზისათვის.



ნახ. 10. პრიზმის მდებარეობა სადგამზე.

ათვლა ვერნიერზე

ნახ. 11-ზე ნაჩვენებია ვერნიერი და დანაყოფებიანი სკალა, რომელიც ზომავს კუთხეს სკალის გრადუსებში ($^{\circ}$) და წუთებში ($'$, $60' = 1$ გრადუსში). სკალის ძირითადი დანაყოფებია ყოველი 1° და მცირე დანაყოფები – ყოველი $30'$. ვერნიერის დანაყოფებია $1'$. კუთხის ასათვლელად პირველად იპოვეთ წერტილი, რომელზეც ნული ვერნიერზე კვეთს დანაყოფებიან სკალას. ნახაზზე ეს ნაჩვენებია $120^{\circ}30'$ და $121^{\circ}0'$ -ებს შორის. გაზომვების პირველი ნაწილი იწყება $120^{\circ}30'$ -დან, ამ რიცხვს უნდა დაუმატოთ ვერნიერიდან ათვლილი წუთების რაოდენობა. ვერნიერზე ათვლის ასაღებად გადასაწყვეტია, თუ ვერნიერის რომელი ხაზია ყველაზე ახლოს ნიშნულთან დანაყოფებიან სკალაზე. ზუსტი შემოწმება აჩვენებს, რომ როგორც 22, ასევე 23' ყველაზე ახლოსაა ნიშნულთან, რომლებიც მათ პირდაპირაა სკალაზე. აირჩიეთ ერთ-ერთი. დაამატეთ ეს მნიშვნელობა $120^{\circ}30'$ -ს და მიიღეთ საბოლოო ანათვალი – $120^{\circ}53'$, თუ აირჩევთ 23'-ს.



ნახ. 11. ვერნიერზე ანათვალის აღება.

მასალები: მაგიდის სპექტროსკოპი.

გამოკვლევა

დააკალიბრეთ თქვენი სპექტროსკოპი ჰელიუმის და ვერცხლისწყლის ნათურების საშუალებით და შემდეგ გაზომეთ წყალბადის ემისიის ხაზების ტალღის სიგრძეები სპექტრის ხილულ უბანში თქვენ მიერ მიღებული კალიბრაციული მრუდის გამოყენებით.

დააფიქსირეთ ხაზების მდგომარეობა ამ ორი ნათურისათვის და აგრეთვე ხაზების მდებარეობა წყალბადის ნათურისათვის. თქვენი კალიბრაციული სიდიდეები ჰელიუმისა და ვერცხლისწყლისათვის ვარგისი იქნება მხოლოდ წყალბადის სპექტრისათვის, თუ ხელსაწყოს კონფიგურაცია არ არის შეცვლილი. დააფიქსირეთ თითოეული ხაზის მდებარეობა სპექტრში რკალის უახლოესი 1'-სთვის და ჩაინიშნეთ ემისიის ფერი და ინტენსიურობა. როდესაც დაამთავრებთ მუშაობას ერთ ნათურასთან, გადადით მეორეზე, სანამ არ გექნებათ აღებული ანათვლები ყველა სამი ნათურისათვის.

მითითებები დაკვირვებების ჩატარებისათვის

1. მიაკუთვნეთ ემისიის ხაზებს ტალღის სიგრძეები, რომლებიც მიიღეთ ჰელიუმისა და ვერცხლისწყლისათვის გამოსხივებული სინათლის ფერთან და ინტენსიურობასთან შესაბამისობით. ხაზის სისქე სპექტრის ქვემოთ მიაჩნებებს

გამოსხივებული სინათლის ინტენსიურობაზე ამ ტალღის სიგრძეზე. ლაბორატორიაში ასევე უნდა იყოს ფერადი სქემები, რომლებიც სასარგებლოა ამ ხაზებისათვის ტალღის სიგრძეების მიკუთვნების მიზნით. განსაკუთრებული ყურადღება უნდა მიაქციოთ ხაზების რაოდენობას, რომლებიც აითვალეთ თითოეული ნათურის სპექტრისათვის. თუ ხაზების რაოდენობა ძალიან მცირეა, თქვენ, შესაძლოა, ვერ დაინახოთ ერთ-ერთი სუსტი ხაზი და შეიძლება დაგჭირდეთ მსჯელობა, თუ რომელი ხაზია ეს და დაგრჩეთ ის იდენტიფიკაციის გარეშე. თუ აითვალეთ ხაზების მეტი რაოდენობა, ვიდრე ეს სპექტრშია, თქვენ ასევე მოგიწევთ ხაზების ფერის ინტენსიურობის და ფარდობითი მდებარეობის განხილვა იმისთვის, რომ გადაწყვიტოთ, თუ რომელი ხაზები მიაკუთვნოთ ცნობილი ტალღის სიგრძის მქონე სინათლეს.

2. ამ მიკუთვნების შემდეგ გადაიყვანეთ კუთხის ანათვლები რეალური გრადუსებიდან და წუთებიდან გრადუსების ათობით ფორმაში. მაგალითად, $120^{\circ}53'$ გახდება $120,88^{\circ}$. რადგან წილადი $53/60$ ტოლია $0,88$ -ის, სასურველია დატოვოთ 2 ნიშნადი ციფრი ამ წილადში.

ანალიზი, სამუშაო 4

ა) ჩაიწერეთ კალიბრაციის შედეგები და აირჩიეთ კალიბრაციული მრუდი, რომელიც ყველაზე კარგად ასახავს მრუდის განტოლებას.

ბ) ჩაიწერეთ შედეგები ყველა ხაზის ტალღის სიგრძისათვის წყალბადის სპექტრის ხილულ უბანში. შეადარეთ ეს ლაბორატორიაში არსებულ სქემაში მოტანილ ცნობილ ტალღის სიგრძეებს.

გ) მოამზადეთ ცხრილი 5-ის ანლოგიური წყალბადის ხაზების ტალღის სიგრძეებისათვის თქვენ მიერ მიღებული მონაცემების გამოყენებით.

დ) ენერგეტიკულ დონეთა შორის განსხვავება, როგორც ამას აჩვენებს სხვაობა ტალღურ რხევებს შორის მეზობელ ენერგეტიკულ დონეთათვის, სასარგებლოა

წყალბადის ატომის ენერგეტიკული დონეების ვიზუალიზაციისათვის. შეადარეთ განსხვავებები ტალღურ რიცხვებს შორის ცხრილ 5-ში მოტანილ განსხვავებებს.

ცხრილი 5. ულტრაიისფერი ემისიის ხაზები წყალბადისათვის

ინტენსიობა	ტალღის სიგრძე λ (ნმ)	ტალღის სიგრძე λ (სმ)	ტალღური რიცხვი ν' (სმ ⁻¹)
ძალიან ძლიერი	121.6	1.216×10^{-5}	82237
ძლიერი	102.6	1.026×10^{-5}	97466
ზომიერი	97.3	9.73×10^{-6}	102775
სუსტი	95.0	9.50×10^{-6}	105263
ძალიან სუსტი	93.8	9.38×10^{-6}	106610

დისკუსია, სამუშაო 4

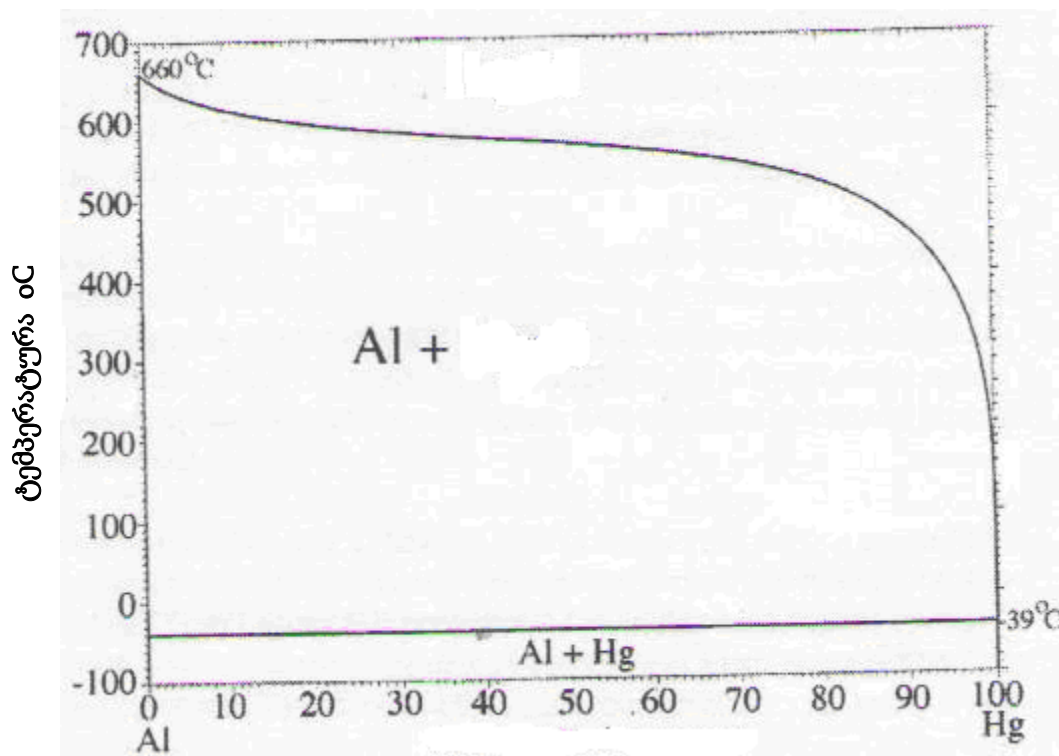
ა) რამდენად ეთანადება თქვენი მონაცემები მიღებული წყალბადის სპექტრის ტალღის სიგრძეებისათვის ცნობილ სიდიდეებს? თუ ასე არ არის, რა არის ამის მიზეზი?

ბ) როგორ ეთანადება თქვენს მიერ მიღებული სხვაობები ენერგეტიკულ დონეებს შორის ცხრილ 1-ში მოტანილ რიცხვებს, თანხვედება ზოგიერთი მათგანი ერთმანეთს?

თავი 9. კალა-ბისმუტის სისტემის ფაზური დიაგრამა

შესავალი

ფაზური დიაგრამა არის ცნობილი ფაზის ქცევის გრაფიკული წარმოდგენა შემადგენლობების და ტემპერატურების გარკვეულ ინტერვალში. ჩვენ შემოვიფარგლებით მხოლოდ ორი კომპონენტის შემცველი სისტემებით – ბინარული სისტემებით. ერთ-ერთი ყველაზე ცნობილი ბინარული სისტემაა კალა-ტყვიის სისტემა, რომელიც ფართოდ გამოიყენება როგორც კალა-ტყვიის სარჩილი. ასევე შემოვიფარგლებით სისტემებით მუდმივი წნევის პირობებში, იმდენად მაღალის, რომ სისტემაში იქნება მხოლოდ მყარი და თხევადი ფაზები შესამჩნევი ოდენობით.



ვერცხლისწყლის მოლური პროცენტი

ნახ. 12. ალუმინ-ვერცხლისწყლის სისტემის მყარი-თხევადი ფაზების დიაგრამა.

ნახ. 12-ზე ნაჩვენებია, ალუმინ-ვერცხლისწყლის სისტემის ფაზური დიაგრამა. დიაგრამა აგებულია იმის გათვალისწინებით, რომ შემადგენლობა

გამოსახულია ვერცხლისწყლის მოლურ პროცენტებში (x -დერძის გასწვრივ) და ტემპერატურა – y - დერძის გასწვრივ. ვერცხლისწყლის მოლური პროცენტი წარმოადგენს ვერცხლისწყლის წილს ალუმინისა და ვერცხლისწყლის მოლეზის მთლიან რაოდენობაში. სიმბოლო X_{Hg} გამოიყენება ამ სიდიდის გამოსახატავად:

$$x_{Hg} = \frac{(მასა Hg / ატომური მასა Hg)}{((მასა Hg / ატომური მასა Hg) + (მასა Al / ატომური მასა Al))}$$

სუფთა ალუმინი ნაჩვენებია დიაგრამის მარცხენა მხარეს (ვერცხლისწყლის მოლური პროცენტი = 0) და სუფთა ვერცხლისწყალი – მარჯვენა მხარეს, სადაც მისი მოლური % = 100. მრუდი, რომელიც აერთიანებს (0,660°C) და (100, –39°C) წერტილებს, აღწერს მთელი შემადგენლობის დნობის წერტილებს 0 მოლურ % და 100 მოლურ % ვერცხლისწყალს შორის. ამ მრუდის გარშემო ყველა წერტილზე (შემადგენლობა, ტემპერატურა) არსებობს ერთი თხევადი ფაზა.

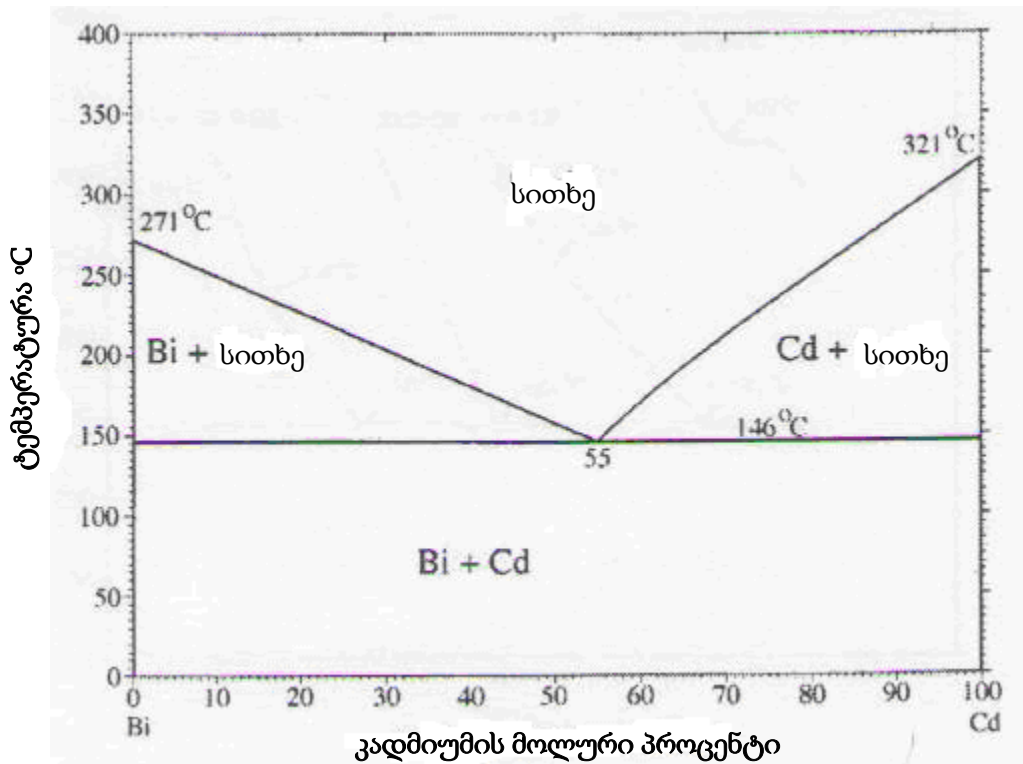
–39°C ტემპერატურაზე ჰორიზონტალური ხაზი წარმოქმნის სხვა ფაზათა საზღვარს. ამ ხაზის ქვევით ყველა წერტილზე (შემადგენლობა-ტემპერატურა) არის ორი მყარი ფაზა: ალუმინი და ვერცხლისწყალი. უბანი ჰორიზონტალურ ხაზსა და მრუდს შორის შეიცავს წონასწორობაში მყოფ ორ ფაზას: მყარ ალუმინს და ალუმინის და ვერცხლისწყლის თხევად ხსნარს. ფაზური დიაგრამა აჩვენებს, რომ არ არის უბანი, სადაც წონასწორობაში იმყოფება მყარი ვერცხლისწყალი და ალუმინის და ვერცხლისწყლის თხევადი ხსნარი.

ნახ. 13-ზე ნაჩვენებია ბისმუტ-კადმიუმის სისტემის ფაზური დიაგრამა. x -დერძზე დატანებულია კადმიუმის მოლური % და y - დერძზე – ტემპერატურა.

სუფთა ბისმუტის დნობის ტემპერატურაა 271°C და სუფთა კადმიუმის – 321°C. მყარი ბისმუტი და მყარი კადმიუმი იმყოფება ორ განცალკევებულ ფაზაში ყველა შემადგენლობისას, როდესაც ტემპერატურა 146°C-ზე ნაკლებია.

მრუდი (0,271°C) და (55,146°C) წერტილებს შორის აჩვენებს დნობის წერტილებს ყველა შემადგენლობისთვის კადმიუმის 0 მოლური %-დან მის 55 მოლურ %-მდე. ამ მრუდის ზევით ყველა წერტილი თხევადი ფაზის უბანშია. მრუდის ქვევით, მაგრამ ჰორიზონტალური ხაზის ზევით (146°C-ზე), არის ორ

ფაზიანი უბანი, რომელიც შეიცავს მყარ ბისმუტს, რომელიც წონასწორობაშია ბისმუტის და კადმიუმის თხევად ხსნართან.



ნახ. 13. ბისმუტ-კადმიუმის სისტემის მყარი-თხევადი ფაზების დიაგრამა.

მრუდი (55,146°C)-დან (100,321°C)-მდე განსაზღვრავს დნობის წერტილებს შემადგენლობისთვის 55 მოლურ % კადმიუმიდან 100 მოლურ % კადმიუმამდე. ამ მრუდის ზევით თხევადი ფაზის უბანია. წერტილები მრუდის ქვევით, მაგრამ ხაზს ზევით (146°C), არის ორ ფაზიანი უბანი, რომელიც შედგება მყარი კადმიუმისა და ბისმუტის და კადმიუმის თხევადი ხსნარისგან.

წერტილს (55,146°C) აქვს სამი წონასწორული ფაზა: მყარი ბისმუტი, მყარი კადმიუმი და თხევადი ხსნარი კადმიუმის 55 მოლური %-ის შემცველობით. ამ შემადგენლობას ევტექტიკა ეწოდება. თხევადი ნიმუში, ე. ი. 55 მოლური % კადმიუმის შემცველობით, ცივდება, სანამ ტემპერატურა მიაღწევს 146°C, სადაც იწყება როგორც ბისმუტის, ასევე კადმიუმის გაყინვა.

გაცივების მრუდები

მყარი სხეული – სითხის ფაზური დიაგრამები მიიღება გაცივების მრუდის გაზომვით ორ კომპონენტური სისტემის სხვადასხვა მნიშვნელობისათვის. ნიმუშს ახურებენ ტემპერატურაზე, რომელიც მნიშვნელოვნად მეტია დნობის წერტილზე, რაც ნელი გაცივების საშუალებას იძლევა. ტემპერატურა დაიტანება x -ღერძზე. ნახ. 13-ზე ნაჩვენებია რამდენიმე გაცივების მრუდი ბისმუტ-კადმიუმის სისტემის სხვადასხვა შემადგენლობისათვის. ამ დისკუსიისათვის შეჩეულია 0, 20, 55, 80 და 100 მოლური % კადმიუმი.

0%*Cd* – ეს არის სუფთა ბისმუტის გაცივების მრუდი. სითხე ცივდება მუდმივი სიჩქარით, სანამ არ მოხდება სითხე – მყარი სხეული ფაზური ცვლილება არის ერთადერთი ტემპერატურა, რომელზეც სუფთა ნაერთი იმყოფება წონასწორობაში როგორც თხევად, ასევე მყარ ფაზაში. ეს არის ნაერთის დნობის ტემპერატურა, 271°C ბისმუტისათვის. ტემპერატურა უცვლელია, სანამ მთელი სითხე არ გაიყინება. ფაზური ცვლილების დამთავრების შემდეგ ტემპერატურა ისევ იწყებს ვარდნას, როდესაც სითხო იკარგება უფრო ცივ გარემოში.

20%*Cd*-სითხე ასევე ცივდება მუდმივი სიჩქარით კადმიუმ-ბისმუტის ამ ხსნარში. როდესაც ტემპერატურა მიაღწევს 226°C-ს, სუფთა ბისმუტი იწყებს გამოკრისტალებას ხსნარიდან. ხსნარის შემადგენლობა იცვლება კადმიუმით გამდიდრების ხარჯზე. სითხის შემადგენლობის ეს ცვლილება მუდმივად ამცირებს ტემპერატურას, რომელზეც მყარი ბისმუტი წონასწორობაშია სითხესთან. საბოლოო ჯამში, სითხის კომპოზიცია გახდება ევტექტიკური (55 მოლური % კადმიუმი) და ტემპერატურა იქნება ინვარიანტული 146°C-ზე. როდესაც მთელი სითხე გაიყინება, ტემპერატურა ისევ იწყებს ვარდნას.

55%*Cd* – ეს არის ევტექტიკური შემადგენლობა. სითხე ცივდება მუდმივი სიჩქარით, სანამ ტემპერატურა არ მიაღწევს 146°C-ს. ამ ტემპერატურაზე და ასეთი შემადგენლობისას არის სამი ცალკე ფაზა წონასწორობაში: სითხე 55 მოლური % კადმიუმის შემცველობით, მყარი ბისმუტი და მყარი კადმიუმი. არის ერთადერთი ტემპერატურა, რომელზეც ეს სამი ფაზა წონასწორობაშია და ამ ტემპერატურას ევტექტიკური ეწოდება. ტემპერატურა მუდმივია, სანამ სითხე გამოკრისტალდება,

როგორც ბისმუტი და კადმიუმი. მთელი სითხის გამოკრისტალების შემდეგ, ტემპერატურა იწყებს ვარდნას, რადგან ორი მყარი ფაზა ცივია.

80%*Cd* – ბისმუტის ეს ხსნარი კადმიუმში ცივდება მუდმივი სიჩქარით, სანამ მყარი კადმიუმი არ დაიწყებს გაყინვას 248°C-ზე. ხსნარის შემადგენლობა მუდმივად იცვლება და ხდება ნაკლებად მდიდარი კადმიუმით, რადგან წარმოიქმნება მყარი კადმიუმი. ხსნარის ტემპერატურა ცივდება, სანამ ხსნარი არ მიაღწევს ევტექტიკურ შემადგენლობას. ამ დროს წონასწორობაში მყოფი სამი ფაზა განსაზღვრავს ტემპერატურას 146°C-ზე, სანამ მთელი სითხე არ გაიყინება.

100%*Cd* – ეს არის სუფთა კადმიუმი. სითხე ცივდება, სანამ არ იქნება მიღწეული კადმიუმის დნობის ტემპერატურა. თხევად კადმიუმთან წონასწორობაში მყოფი მყარი კადმიუმი ინარჩუნებს მუდმივ ტემპერატურას დნობის წერტილზე, სანამ მთელი სითხე არ გაიყინება.

სამუშაო 9.1. სუფთა მეტალების გაცივების მრუდები

მასალები: ციფრული თერმომეტრი, *K* ტიპის თერმოწყვილი, კვების ბლოკი, უჟანგავი ფოლადის მილები, შემოსილი ლენტთან ელექტოგამახურებული ელემენტით (მილები წინასწარ ავსებულია ნიმუშებით, რომლებიც გაირჩევა მილის ნომრით).

ქიმიური რეაქტივები და ინფორმაცია უსაფრთხოების ზომების შესახებ

ქიმიური ნაერთი	პოტენციური საფრთხე	უსაფრთხოების ზომები
ბისმუტი <i>Bi</i> (მყ)	იწვევს თვალის და კანის გაღიზიანებას	ხელთათმანები და დამცავი სათვალე
კადმიუმი <i>Cd</i> (მყ)	აღიზიანებს სასუნთქ და საყლაპავ მილებს, კვამლის შესუნთქვა იწვევს ციებ-ცხელებას	ხელთათმანები და დამცავი სათვალე. გახურებისას იმუშავეთ რესპირატორით.

ექსპერიმენტის მეთოდის

უჟანგავი ფოლადის მილები წინასწარ არის შევსებული ნიმუშებით და აქვთ მიკრული საიდენტიფიკაციო ნომერი. არის ცხრილი თითოეული მილის შემცველობის შესახებ. გაეცანით ამ ცხრილს და ჩაწერეთ ეს ინფორმაცია.

გამოკვლევა

შეაგროვეთ მონაცემები და გამოიყენეთ ისინი ფაზური დიაგრამის ასაგებად ბისმუტ-კალას სისტემისათვის. სტუდენტთა თითოეული ჯგუფი ვალდებულია შეისწავლოს ერთი სუფთა მეტალის და ერთი ნარევის ქცევა დნობისას.

სიფრთხილე!

ფოლადის მილები მიმაგრებულია მინის სქელ ღეროზე, რომელსაც თქვენ იყენებთ მილების კონტროლისათვის. მილები უნდა გახურდეს ძალიან მაღალ ტემპერატურამდე. გახსოვდეთ, რომ ძალიან ფრთხილად უნდა იმუშაოთ, ისე, რომ არ დაიწვათ ან არ დაწვათ სხვა ვინმე. გამოიყენეთ სამთითა ჩამჭერი მინის ღეროს დასამაგრებლად სადგამზე ნიმუშის უსაფრთხოების მიზნით და იმუშავეთ ცხელი ფოლადის მილის გადაადგილების ან გადატანის გარეშე.

გამოიყენეთ ციფრული თერმომეტრი – K ტიპის თერმოწყვილი ნიმუშების ტემპერატურის გაზომვისათვის მათი გაცივებისას. დარწმუნდით, რომ არჩეული გაქვთ $^{\circ}C$ და 1° გარჩევის რეჟიმი.

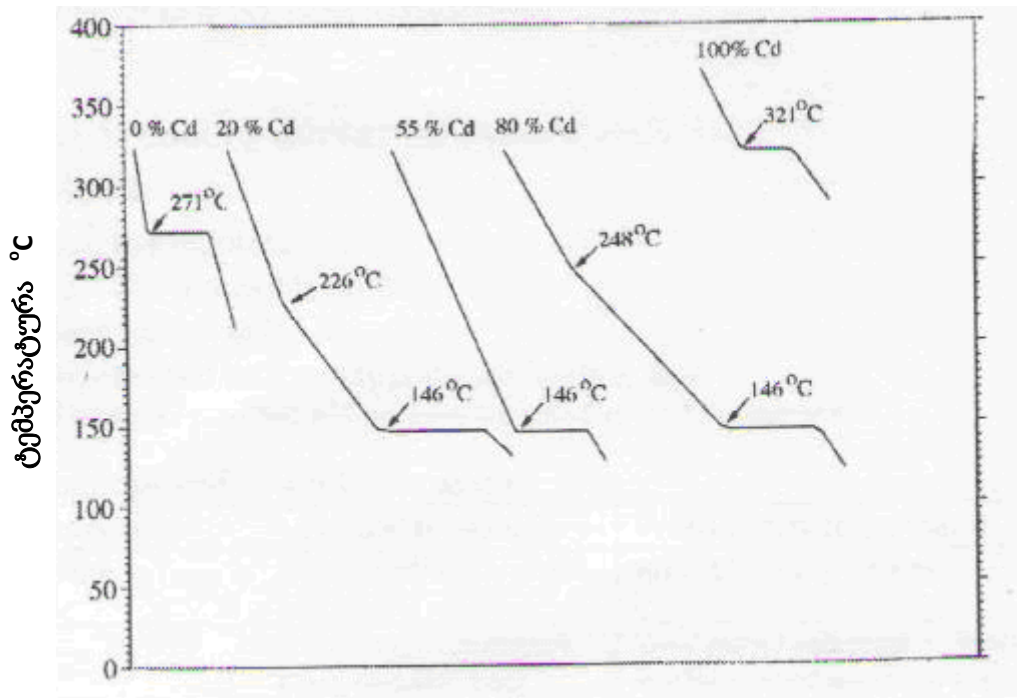
K ტიპის თერმოწყვილი შეიძლება უკვე შეყვანილი და გაყინული იყოს გამყარებული მეტალის ნიმუშში. თუ ეს ასე არ არის, შეიყვანეთ თერმოწყვილის წვერი ფოლადის მილის ნახვრეტში. დაამაგრეთ თერმოწყვილი სადგამზე ისე, რომ ის მთლიანად იყოს გამყარებული ჩამჭერით და არა მარტო ნიმუშის შემცველი ფოლადის მილით. როდესაც თქვენ ახურებთ ნიმუშს და აღნობთ მას, არეგულირეთ თერმოწყვილი სითხეში, სანამ ის არ შეეხება მილის ფსკერს, შემდეგ ასწიეთ თერმოწყვილი 1-2 სანტიმეტრით ზევით ისე, რომ იგი აღმოჩნდეს სითხის ცენტრში. ის არ უნდა ეხებოდეს ფოლადის მილს. ამით უზრუნველყოფილი იქნება ნიმუშის ტემპერატურის გაზომვა მისი გაცივებისას.

მიუერთეთ გამახურებული ელემენტი კვების რეგულირების ბლოკს, დააყენეთ კვების გამოსავალი 100%-ზე და ჩართეთ ხელსაწყო მეტალის ნიმუშის გადნობის მიზნით. თვალყური ადევნეთ ნიმუშს, როდესაც ის დნება და იყავით მზად თერმოწყვილის რეგულირებისათვის, როცა ნიმუში გადნება. ზედა ტემპერატურული ზღვარია 300-320°C. როდესაც მიაღწევთ ამ ინტერვალს, ყველა ნიმუში იქნება გამდნარი. ასე რომ, არ არის აუცილებელი ამ წერტილის ზევით გახურება. გამორთეთ კვების რეგულირების ბლოკი და დაიწყეთ დრო-ტემპერატურის ანათვლების აღება ყოველი 30 წამის განმავლობაში. ჩაიწერეთ ტემპერატურა 30-წამიან ინტერვალებში 5 წუთის განმავლობაში, მას შემდეგ, რაც ნიმუში მთლიანად გამყარდება.

სწრაფი გაცივების სიჩქარე ვარგისია მოკლევადიანი ექსპერიმენტისათვის, მაგრამ ეს ასევე ართულებს უფრო შეუმჩნეველი ცვლილების დადგენას გაცივების მრუდზე. თუ გაცივების სიჩქარე ძალიან მაღალია, უნდა გაიმეოროთ ცდა და შეამციროთ სიმძლავრე 30%-ით. მნიშვნელოვანია, რომ სიმძლავრის გამოსავალი იყოს უცვლელი, როდესაც თქვენ იღებთ ტემპერატურის ანათვლებს. რატომ?

გააჩერეთ ნიმუში სადგამზე დამაგრებული, სანამ მიმდინარეობს გაცივება. თქვენ შეგიძლიათ მოუშვათ ჩამჭერი და მოატრიალოთ ნიმუში ისე, რომ გზა გაუხსნათ მეორე ნიმუშს. აიღეთ მეორე ნიმუში და დაამაგრეთ ის სადგამზე სამთითა ჩამჭერით.

თქვენ დაგჭირდებათ მილიმეტრიანი ქაღალდის ორი ფურცელი, ერთი გაცივების მრუდების ასაგებად და მეორე – ბისმუტ-კალას სისტემის ფაზური დიაგრამის ასაგებად. მოამზადეთ დრო-ტემპერატურული მონაცემების გრაფიკები გაცივების ორი მრუდისათვის. თქვენ შეგიძლიათ ააგოთ გაცივების მრუდები ერთი და იგივე მილიმეტრიან ქაღალდზე. ტემპერატურის ღერძი შეიძლება დაიწყოს 100°C-დან და გავრცელდეს 320°C-მდე. დროის ღერძი ისე უნდა იყოს შემჭიდროებული, რომ შეძლოთ ააგოთ გაცივების სამი მრუდი ერთ ფურცელზე. აღნიშნეთ თითოეული მრუდი, როგორც ეს ნახ. 14-ზეა.



დ რ ო

ნახ. 14. გაცივების მრუდები ბისმუტ-კადმიუმის სისტემის ხუთი შედგენილობისათვის. ყველა კომპოზიცია მოცემულია კადმიუმის მოლურ%-ში.

ანალიზი

განიხილეთ გაცივების მრუდები. აღნიშნეთ მრუდებზე გარდატეხის წერტილები და ტემპერატურა, როცა ეს ხდება. გარდატეხა აღნიშნეთ ფაზური გადასვლის ტიპით, რაც ამ გარდატეხას იწვევს. აღნიშნეთ სუფთა მყარი სხეულის დნობის ტემპერატურა, სითხიდან ერთ-ერთი კომპონენტის გამოკრისტალება ან ევტექტიკის დნობის ტემპერატურა.

შეიტანეთ თქვენი მონაცემები ამ სამი ფაზური გადასვლის შესახებ თქვენს რვეულში. გადაიტანეთ ფაზური დიაგრამა კლასის მონაცემებიდან სუფთა მილიმეტრიან ქაღალდზე. ტემპერატურის ღერძი ისევ იქნება 100°C-დან 320°C-მდე. შემადგენლობა გამოსახეთ კალას მოლური %-ით, X_{Sn} .

დისკუსია

1. რა ხდება სუფთა მეტალის დნობის (გაყინვის) ტემპერატურაზე, როდესაც ის ერევა სხვა მეტალს?
2. ფაზური დიაგრამის რომელი უბანი შეესაბამება მთლიანად ერთ თხევად ფაზას?
3. რომელი უბანი შეესაბამება ერთ თხევად ფაზას და მყარ კალას?
4. რომელი უბანი შეესაბამება ბისმუტს?
5. რომელი ყველაზე დაბალი დნობის ტემპერატურაა შესაძლებელი ბისმუტის და კალის ნებისმიერი შემადგენლობისთვის?
6. რომელია თქვენი საუკეთესო შემადგენლობა, რომელიც იძლევა ამ ყველაზე დაბალ დნობის ტემპერატურას?
7. რა ხდება ევტექტიკური შემადგენლობის დნობის (გაყინვის) ტემპერატურაზე, როდესაც ის ერევა ერთ ან მეორე მეტალს?
8. რა შეიძლება მოხდეს ევტექტიკური შემადგენლობის დნობის (გაყინვის) ტემპერატურაზე, თუ ამ შემადგენლობას დაემატება მესამე მეტალი?

ნარჩენების განთავსება

ამ შემთხვევაში ნარჩენები არ არის. ყველა ნიმუში ინახება ხელმეორე გამოყენებისათვის.

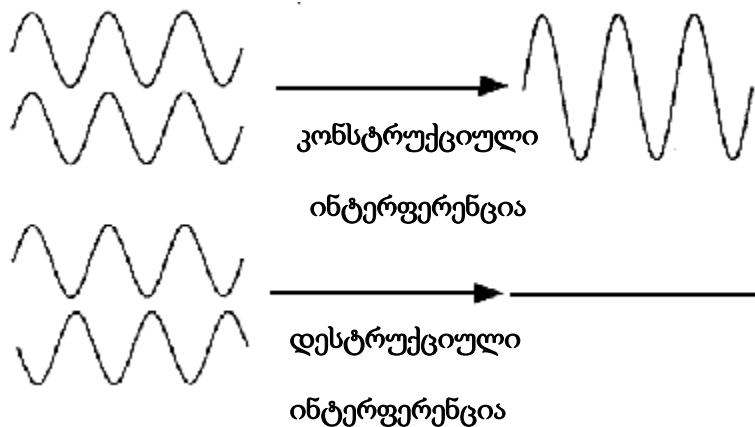
თავი 10. ოპტიკური დიფრაქციის ექსპერიმენტები

მიზანი

დიფრაქციული სურათის კავშირის დადგენა მესერის შტრიხების განმეორებად რიგთან; დიფრაქციული სურათის გამოყენება მათ შორის მანძილის გასაზომად.

შესავალი

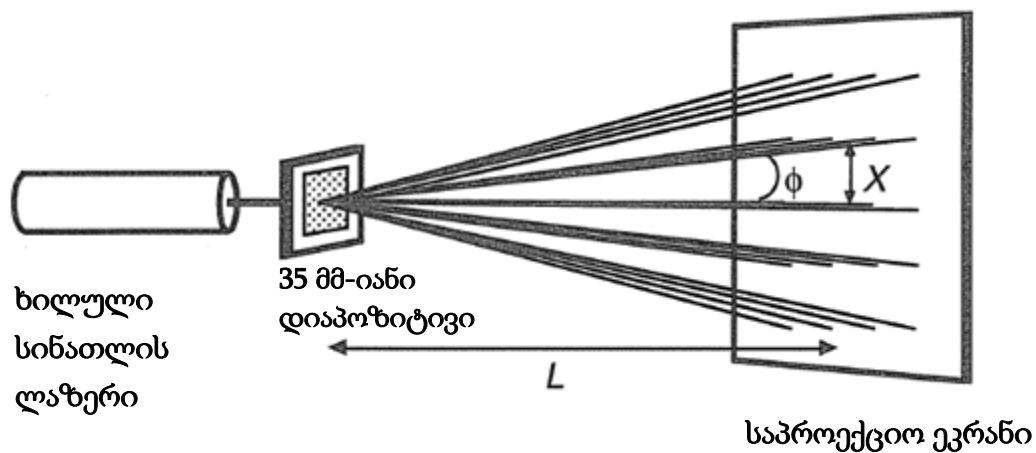
ტალღის დიფრაქცია პერიოდული რიგით განპირობებულია ფაზათა სხვაობით, რაც იწვევს გაძლიერებად და შესუსტებად ინტერფერენციას (ნახ. 15). დიფრაქციას ადგილი აქვს მაშინ, როდესაც ტალღები გადიან პერიოდულ ჭვრიტეებში, თუ განმეორებადი მანძილები ტალღების სიგრძის ანალოგიურია. დიფრაქციული სურათის დაკვირვება შეიძლება როდესაც ელექტრონების ნაკადი, ნეიტრონები ან რენტგენის სხივები გადის კრისტალურ მყარ სხეულებში და ეს როგორც ამ ნაკადების ტალღური ბუნების, ასევე კრისტალური მყარი სხეულების პერიოდული ბუნების დამადასტურებელია. მაგრამ, რენტგენის სხივები საშიშია და მოითხოვს სპეციალურ დეტექტორებს.



ნახ.15. ტალღების დიფრაქციით გამოწვეული ინტერფერენცია.

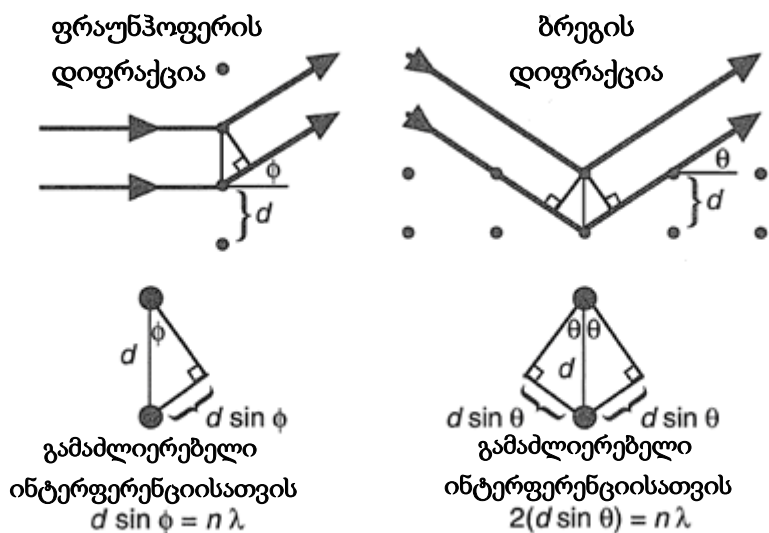
ატომებისათვის, რომელთა მესერის პერიოდი $\sim 10^{-10}$ მ-ია, აუცილებელია რენტგენის სხივები დიფრაქციული სურათის შესაქმნელად. ამ ექსპერიმენტში თქვენ შეცვლით სკალას. შტრიხების გამოყენებით, რომელთა პერიოდი = 10^{-4} მ, რენტგენის სხივების ნაცვლად შეიძლება გამოვიყენოთ ხილული სინათლე. შეგიძლიათ

წითელი ლაზერის სინათლით ($\lambda = 670$ ნმ) დააშუქოთ დიაპოზიტივი, რომელშიც არის შტრიხების განმეორებადი რიგი და დააკვირდეთ ფრაუნჰოფერის დიფრაქციას (ნახ. 16).



ნახ. 16. ფრაუნჰოფერის დიფრაქცია.

მათემატიკურად, განტოლებები ფრაუნჰოფერის და ბრეგის დიფრაქციებისათვის ანალოგიურია და მოიცავენ ერთი და იმავე ფუნქციურ დამოკიდებულებას შტრიხების პერიოდის (d), ტალღის სიგრძეს (λ) და გაბნევის კუთხეს ϕ ან (θ) შორის (ნახ. 17).



ნახ.17. ფრაუნჰოფერის (მარცხნივ) და ბრეგის (მარჯვნივ) დიფრაქციების შედარება.

როდესაც ტალღები გაბნეულია პერიოდული რიგით, ორ ტალღას შორის გარბენთა სხვაობა უნდა იყოს ტალღის სიგრძის მთელი რიცხვი n , თუ ტალღები ერთ ფაზაშია და იძლევიან გამაძლიერებელ ინტერფერენციას. გამაძლიერებელი ინტერფერენციისათვის, $d \sin \phi = n \lambda$; გამაძლიერებელი ინტერფერენციისათვის $2(d \sin \theta) = n \lambda$.

მომდევნო ცდის დროს, თქვენ, პირველ რიგში, შეამოწმებთ, თუ როგორ არის დაკავშირებული დიფრაქციული სურათის ზომა და ორიენტაცია პერიოდულ რიგთან და შემდეგ გაზომავთ მანძილებს დიფრაქციული მესერის პერიოდებს შორის, რათა გამოთვალოთ დიაპოზიტივზე განმეორებადი მანძილი მესერისათვის. X და L მანძილების გაზომვით (ნახ. 16) და ტრიგონომეტრიული ფორმულის გამოყენებით: $tg\phi = X/L$, თქვენ გაიგებთ ϕ -ს. ამის შემდეგ, ფრაუნჰოფერის განტოლებიდან: $d\sin\phi = n\lambda$, მიიღებთ d -ს, თუ ცნობილია λ .

ძირითადი პროცედურა

სამუშაო 10.1.

აიღეთ დიაპოზიტივები, რომლებიც შეიცავენ რიგების ძალიან შემცირებულ ვარიანტს. თითოეული დიაპოზიტივი შეიცავს რვა ლაქას. თითოეულ ლაქას აქვს განსხვავებული პერიოდული რიგი.

გაიხედეთ დიაპოზიტივში თეთრი სინათლის წყაროს წერტილში. რას ხედავთ? არის დიაპოზიტივი დიფრაქციული მესერი? რატომ?

მიანათეთ დიოდის ლაზერი ($\lambda = 670\text{ნმ}$) თეთრ ქაღალდს რამდენიმე მეტრიდან. დაამაგრეთ ლაზერი ადგილზე.

გაფრთხილება!

ლაზერი პოტენციურ საშიშროებას წარმოადგენს. არ შეხედოთ პირდაპირ ლაზერის სხივს ან არ მიანათოთ ლაზერი ვინმეს, რადგან ის აზიანებს თვალებს. დააკვირდით დიაპოზიტივით ლაზერის შტრიხს ქაღალდზე. რას ხედავთ? რატომ?

დაუდეთ დიაპოზიტივი ლაზერის ნაკადს და დააკვირდით ქაღალდს. რა ხდება?

ლაზერის სინათლე ხვდება ქაღალდს და შემდეგ თქვენს თვალს. მიიღება თუ არა იგივე შედეგი, თუ ნაკადი გაივლის დიაპოზიტივში მანამ, სანამ ის დაეცემა ქაღალდს?

დაუშვათ, გინდათ მოხაზოთ დიფრაქციული სურათის ფორმა. სინათლის რომელ წყაროს გამოიყენებთ? (თეთრ ნათურას თუ ლაზერს?). დაინახავთ ნაკადს დიაპოზიტივში ან დააკვირდებით ლაქას დიაპოზიტივში? დაუშვათ, გინდათ ლაქებს შორის პერიოდის გაზომვა. რომელი მეთოდია ყველაზე ადვილი?

აიღეთ ხელის ლინზა, რათა დააკვირდეთ შტრიხების რიგს დიაპოზიტივზე. ინტერპრეტაციის გაადვილების მიზნით შეინარჩუნეთ დიაპოზიტივის სტაბილური ორიენტაცია.

კითხვები

უპასუხეთ შემდეგ კითხვებს, დაგეგმეთ და ჩაატარეთ ექსპერიმენტები მონაცემების მისაღებად. “მონაცემი” ამ ექსპერიმენტისათვის ზოგჯერ შესაბამისობაში იქნება შტრიხების რიგის ფორმასთან და საბოლოო დიფრაქციული სურათის მონახაზთან შეიძლება შეიცავდეს მანძილის გაზომვებსაც.

1. რას წარმოადგენს ხაზების ჰორიზონტალური რიგის დიფრაქციული სურათი? ხაზების ვერტიკალური რიგის?
2. რას წარმოადგენს შტრიხების კვადრატული განლაგების დიფრაქციული სურათი? შტრიხების ოთხკუთხა განლაგების? შტრიხების განლაგებისა პარალელოგრამის ფორმით, როდესაც კუთხე $\neq 90$ -ს? შტრიხების ჰექსაგონალური განლაგებით? როგორ არის დაკავშირებული დიფრაქციული სურათის ორიენტაცია შტრიხების განლაგების ორიენტაციასთან?
3. იპოვეთ ორი ანალოგიური რიგი, რომლებიც მხოლოდ ზომით განსხვავდებიან ერთმანეთისგან. იძლევა რიგი განმეორებადობის უფრო მოკლე მანძილით დიფრაქციულ სურათს განმეორებადობის უფრო მოკლე მანძილით? იძლევა რიგი განმეორებადობის უფრო დიდი მანძილით დიფრაქციულ სურათს განმეორებადობის უფრო დიდი მანძილით?
4. აირჩიეთ ორი რიგი, ზუსტად გაზომეთ ზოგიერთი მანძილი დიფრაქციულ მესერში და გამოთვალეთ ელემენტარული უჯრედის ზომა ამ რიგისათვის. როგორია პერიოდის ზომა (მილიმეტრებში) შტრიხებს შორის რიგში დიაპოზიტივზე?

5. რა მოხდება თუ თქვენ დაამატებთ კიდევ ერთ შტრიხს რიგში ელემენტარული უჯრედის ცენტრში? აქვს მნიშვნელობა იმას, თუ ცენტრში მოთავსებული შტრიხი იგივე ზომისაა, რაც საწყის რიგში.

სამუშაო 10.2. მესერის პერიოდის გაზომვა დიფრაქციის გამოყენებით

მასალები: $He - Ne$ ლაზერი, დიაპოზიტის დამჭერი და ეკრანი, რულეტი, თეთრი ქაღალდი.

გამოკვლევა

აირჩიეთ მარტივი სურათი ერთ-ერთი რიგისათვის ($A - H$) დიაპოზიტზე და გამოიყენეთ დიფრაქციის ექსპერიმენტი პერიოდის საპოვნელად შერჩეულ რიგში.

გამოიყენეთ ლაბორატორიაში არსებული მაგიდის ლაზერი. მოათავსეთ დიაპოზიტი ლაზერის სიახლოვეს და დაამაგრეთ იგი. შეგიძლიათ დააფიქსიროთ ფრაუნჰოფერის დიფრაქციის სურათი არჩეული რიგისათვის ($A - H$) დიაპოზიტზე, გაზომოთ მესერის პერიოდი ხაზებს შორის A -დან D -მდე ან E -დან H -მდე რიგში.

1. დაამაგრეთ დიაპოზიტი და ზუსტად დაარეგულირეთ პოზიცია, რათა დარწმუნდეთ, რომ აკვირდებით სწორი რიგის დიფრაქციულ სურათს.
2. მიამაგრეთ თეთრი ქაღალდის ფურცელი ეკრანს ისე, რომ ქაღალდის ცენტრი იყოს იმ წერტილში, სადაც ლაზერის სინათლე ეხება ეკრანს.
3. გააკეთეთ ჩანაწერები ქაღალდის თითოეული ფურცლისათვის, ისინი დაგეხმარებათ თქვენ შედეგების ანალიზისათვის.
 - a. რიგის იდენტიფიკაცია ($A - H$);
 - b. რიგის პატარა ნახაზი დიაპოზიტზე ($A - H$);
 - c. x და y ღერძების განლაგება დიაპოზიტზე;
 - d. მანძილი დიაპოზიტიდან ეკრანამდე, სადაც დაფიქსირებულია დიფრაქციული სურათი;

e. დიფრაქციული სურათის მისაღებად გამოყენებული სინათლის ტალღის სიგრძე.

4. დააფიქსირეთ ყველა ხილული შტრიხი თითოეულ დიფრაქციულ სურათზე. ჩაატარეთ თითოეული შტრიხის ზუსტი შედარება და ფანქრით გააკეთეთ პატარა, მაგრამ ხილული აღნიშვნა ამ წერტილზე. აქ მნიშვნელოვანია სიზუსტე, ასე რომ, ჩართეთ ჯგუფის სხვა წევრებიც. თქვენ დაგჭირდებათ ლაზერის რიგ-რიგობით ჩართვა და გამორთვა, რათა დარწმინდეთ, რომ გაქვთ სწორი მდებარეობა.

ანალიზი, სამუშაო 2

ა) ზუსტად გაზომეთ მანძილი (მილიმეტრებში) ფანქრის მეზობელ ნიშნულებს შორის დიფრაქციული მესერის ჰორიზონტალური მიმართულებით. ჩაიწერეთ ჰორიზონტალური პერიოდის ზუსტი მნიშვნელობა თითოეული რიგისათვის.

ბ) გაიმეორეთ ეს გაზომვა ვერტიკალური პერიოდისათვის. ჩაიწერეთ ვერტიკალური პერიოდის საუკეთესო მნიშვნელობა თითოეული რიგისათვის.

გ) დაუმატეთ თქვენს მიერ გაზომილი კრიტიკული მნიშვნელობები საკლასო ცხრილს.

დ) გამოიყენეთ ფრაუნჰოფერის განტოლება გაძლიერებითი ინტერ-ფერენციისათვის d -ს მნიშვნელობის (პერიოდი მეზობელ ხაზებს შორის) გამოსათვლელად:

$$d \sin\phi = n\lambda.$$

დისკუსია, სამუშაო 2

ა) რა ფაქტორები განაპირობებს დიფრაქციული სურათის წარმოქმნას?

ბ) დიფრაქციული დანადგარის რომელი ფაქტორები ახდენს გავლენას დიფრაქციული სურათის წარმოქმნაზე?

გ) შეგიძლიათ იწინასწარმეტყველოთ დიფრაქციული სურათის წარმოქმნა მოცემული რიგისათვის? რა წესებს გამოიყენებთ ამისათვის?

დ) შეგიძლიათ მოხაზოთ შტრიხების რიგის სურათი მოცემული დიფრაქციული სურათისათვის?

ე) დაგეხმარებათ რენტგენული დიფრაქტომეტრი იმის დასადგენად, თუ რომელი მარილი წარმოიქმნა?

სამუშაო 10.3. დაკვირვება მარილის კრისტალებზე

კრისტალებისათვის, რომლებიც მიღებულია ნაჯერი ხსნარიდან (მეთოდი 1):

1. ფრთხილად ასწიეთ მავთულის საკიდი, რომელზეც დამაგრებულია კრისტალი, გადაწურეთ ნაჯერი ხსნარი სხვა ჭურჭელში და დააბრუნეთ კრისტალი გასარეცხად.

2. მე-2 მეთოდის გამოყენებისას, შეცვალეთ "სინჯარა" "ჭიქით".

კრისტალებისათვის, რომლებიც გამოზრდილია გამხსნელის დიფუზიით (მეთოდი 2).

1. გადაწურეთ ხსნარი სინჯარიდან ჭურჭელში განთავსებისათვის.

2. გარეცხეთ კრისტალები 20 მლ 95%-იანი ეთანოლით სინჯარაში. გამოიყენეთ მოსარევი ჩხირი კრისტალების სინჯარიდან ამოსაღებად. შეანჯღრიეთ სინჯარა კრისტალების გასარეცხად და შემდეგ გადაწურეთ ეთანოლი სხვა ჭურჭელში. შეინახეთ სპირტ-წყლის ნარეცხი კრისტალის ზრდის ხსნარიდან მოშორებით.

3. ორჯერ გაიმეორეთ ჩარეცხვის პროცედურა 10 მლ სპირტით. გადაწურეთ სპირტი ყოველი გარეცხვის შემდეგ.

4. გადაიტანეთ კრისტალები საათის მინაზე გასაშრობად.

ანალიზი, სამუშაო 3

კრისტალების გამოზრდის შემდეგ, აირჩიეთ ერთ-ერთი მათგანი, რომელიც აჩვენებს გამოკვეთილ ფორმას. თქვენს რვეულში დაამატეთ კრისტალის გამოსახულება ორი სხვადასხვა კუთხიდან და ჩაწერეთ სხვა დაკვირვებებიც.

ნარჩენების განთავსება

მოათავსეთ კრისტალის გამოსაზრდელი ხსნარები და მყარი პროდუქტები შესაბამის კონტეინერებში. წყალ-სპირტის ნარეცხი ჩაუშვით წყალსადინარ მილში.

თავი 11. სითბოს მიმოცვლა ქიმიურ პროცესებში

შესავალი

ქიმიურ რეაქციათა უმრავლესობაში ადგილი აქვს ქიმიური ბმების გაწყვეტას და წარმოქმნას. ქიმიური ბმის გასაწყვეტად საჭიროა ენერგია, მაშინ, როცა ბმის წარმოქმნისას ის გამოიყოფა. ზოგიერთი ქიმიური რეაქცია გამოყოფს მეტ ენერგიას, ვიდრე ის მოიხმარს, ზოგიერთი კი მოიხმარს მეტ ენერგიას, ვიდრე გამოყოფს. ეგზოთერმულია რეაქცია, რომლის დროსაც ენერგია გამოიყოფა. მეორე მხრივ, ენდოთერმული რეაქცია მოიხმარს ენერგიას. სითბო არის ენერგიის ფორმა, რომლის დაკვირვებაც შეიძლება ქიმიური პროცესის დროს. შესაძლებელია წარმოქმნილი ან მოხმარებული სითბოს რაოდენობრივი გაზომვა. სითბოს ცვლილების რაოდენობა, გამოწვეული ქიმიური რეაქციით მუდმივ წნევაზე, აღიწერება ენთალპიის ცვლილებით.

ამ ცდის მანძილზე თქვენ მოგიწევთ განსაზღვროთ კალორიმეტრის მუდმივა, მჟავა-ფუძე რეაქციის ენთალპიის ცვლილება და როგორც უწყლო მარილის, ასევე ჰიდრატის გახსნის ენთალპიის ცვლილება.

ძირითადი ექსპერიმენტული მეთოდика

თქვენ გამოიყენებთ კალორიმეტრს ყველა გაზომვისათვის. კალორიმეტრი არის თერმოსის ჭურჭელი. ეს არის გაუზომიერი მინის ჭურჭელი, რომლის გარშემო დაპრესილია პლასტმასის სამოსი. ვაკუუმირებული ჭურჭელი შესანიშნავი იზოლატორია და ინახავს ნებისმიერ სითბოს, რომელიც გამოიყოფა რეაგენტების მიერ გარემოში გაჟონვით. მინის ჭურჭელი შეიძლება გატყდეს დავარდნის დროს, ასე რომ, იყავით ფრთხილად, არ დაუშვათ, რომ ხსნარის სრული მოცულობა აღემატებოდეს კალორიმეტრის მოცულობის 75%-ს.

კალორიმეტრზე გაზომვებისას მიყევით შემდეგ ძირითად საფეხურებს:

1. ჭურჭლის თავს აქვს პლასტმასის ხრახნიანი ხუფი, რომელიც გახვრეტილია თერმომეტრის შესაყვანად. ჩაუშვით თერმომეტრი ჩამჭერიდან, რომელიც

დამაგრებულია სადგამზე. მოათავსეთ კალორიმეტრი მაგნიტური სარეველას თავზე და მოათავსეთ სარეველას ჩხირი კალორიმეტრში ხსნარის მოსარევეად. თერმომეტრი არ უნდა ეხებოდეს კალორიმეტრის ძირს ან კედელს ან სარეველას ჩხირს.

2. შეიტანეთ პირველი რეაგენტი კალორიმეტრში. თერმომეტრი შეიყვანეთ ხუფის ხვრელში და დაადაბლეთ ისე, რომ თერმომეტრის წვერი იყოს ხსნარში, მაგრამ სარეველას ჩხირს ზევით. შემდეგ მოუჭირეთ ხუფი.
3. ჩართეთ სარეველა ზომიერ სიჩქარეზე. ჩაიწერეთ ტემპერატურა 30-30 წამის ინტერვალებით რამდენიმე წუთი პირველი რეაგენტის საწყისი ტემპერატურის ($T_{საწყ}$) მიღწევამდე.
4. დაინიშნეთ დრო, შემდეგ მოხრახნეთ ხუფი და სწრაფად და ფრთხილად დაუმატეთ წინასწარ აწონილი საკვლევი ნიმუში. დარწმუნდით, რომ ნიმუში მთლიანად ჩაეშვა პირველ რეაგენტში.
5. მოუჭირეთ ისევ ხუფი და ისევ აითვალეთ ტემპერატურა 30-30 წამის ინტერვალებით რეაგენტების შერევის შემდეგ.
6. ტემპერატურის ათვლა 30-30 წამის ინტერვალებით გააგრძელეთ ათ წუთამდე მაქსიმალური ტემპერატურის მიღწევის შემდეგ. ეს საშუალებას მოგცემთ დაადგინოთ სიჩქარე, რომლითაც სითბო გაედინება კალორიმეტრიდან, ასე რომ, ეს შეიძლება გამოიყენოთ საბოლოო სიჩქარის დასაზუსტებლად სითბოს კარგვის ამ სიჩქარისთვის.
7. ცდის დასრულების შემდეგ მოაცილეთ კალორიმეტრი, გარეცხეთ გამოხდილი წყლით და გააშრეთ. ამოიღეთ კალორიმეტრიდან სარეველას ჩხირი. ამისათვის გამოიყენეთ ჯოხი მაგნიტით ბოლოში, შემდეგ ჩხირი გარეცხეთ და გააშრეთ.
8. კალორიმეტრის შემცველობა გადაიტანეთ სხვა კონტეინერში, გაანეიტრალეთ (pH 7-მდე) რეაგენტების დამატებით და ჩაუშვით წყალსადენ მილში. შემდეგ კალორიმეტრი გამორეცხეთ გამოხდილი წყლით და გააშრეთ მომავალი ცდისთვის.

გრაფიკის აგება

გამოიყენეთ მილიმეტრიანი ქაღალდი ტემპერატურა-დრო დამოკიდებულების გრაფიკის ასაგებად თითოეული რეაქციისათვის. თუ მაქსიმალური ტემპერატურა შენარჩუნებულია რამდენიმე წუთის განმავლობაში, შეგიძლიათ გამოიყენოთ ეს მნიშვნელობა საბოლოო ტემპერატურისათვის ($T_{საბ}$). თუ არის მცირეოდენი გადახრა ტემპერატურის მაქსიმალური მნიშვნელობიდან, მაშინ აიღეთ $T_{საბ}$ -ს სწორი მნიშვნელობა საწინააღმდეგო მიმართულებით, როდესაც რეაგენტები შერეულია. შერევის დრო სამი წუთია. მოახდინეთ გაცივების კურსის ექსტრაპოლირება სამი წუთისკენ და განსაზღვრეთ ამ დროის შესაბამისი ტემპერატურა. საწყისი ტემპერატურა იზომება შერევის მომენტში.

თერმომეტრის დაკალიბრება

მნიშვნელოვანია ტემპერატურის ცვლილების ზუსტი გაზომვა, რაც დაკავშირებულია ამ რეაქციებთან. ექსპერიმენტის დაწყებამდე შეამოწმეთ თერმომეტრის მუშაობის სიზუსტე. ჩაუშვით თერმომეტრი დამტკრეულ ყინულიან/წყლის აბაზანაში რამდენიმე წუთით. შეადარეთ თერმომეტრის ჩვენება ყინულის დნობის ცნობილ წერტილთან.

მასალები (სამუშაო 1-3): კალორიმეტრი, თერმომეტრი (დაკალიბრებული), მენზურა, გამახურებელი ქურა, მაგნიტური სარეველას ჩხირი, ავტომატური სარეველა, ყინული.

ქიმიური რეაქტივები და ინფორმაცია უსაფრთხოების შესახებ

ნაერთი	პოტენციური საფრთხე	სიფრთხილის ზომები
ნატრიუმის ჰიდროქსიდი $NaOH$ (წყ)	აღიზიანებს თვალებს და კანს, სასუნთქ მილს	ხელთათმანები და დამცავი სათვალები. ვენტილაცია
მარილმჟავა HCl (წყ)	კოროზიულია. აღიზიანებს თვალებს, კანს, სასუნთქ და	ხელთათმანები და დამცავი სათვალები. ვენტილაცია

ნაერთი	პოტენციური საფრთხე	სიფრთხილის ზომები
	საყლაპავ მილებს	
სპილენძის (II) სულფატის პენტაჰიდრატი $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ (მყ)	კოროზიულია. აღიზიანებს თვალებს, კანს, სასუნთქ და საყლაპავ მილებს	მოარიდეთ კანთან და თვალებთან კონტაქტს. მუშაობის შემდეგ დაიბანეთ
სპილენძის (II) უწყლო სულფატი, $CuSO_4$ (მყ)	კოროზიულია. აღიზიანებს თვალებს, კანს, სასუნთქ და საყლაპავ მილებს	მოარიდეთ კანთან და თვალებთან კონტაქტს. მუშაობის შემდეგ დაიბანეთ

სამუშაო 11.1. სხვა სითბოს გადატანის გამოთვლა

გამოკვლევა

კალორიმეტრის მუდმივა, რომელიც ასევე ცნობილია როგორც კალორიმეტრის სითბოტევადობა, არის კალორიმეტრის მიერ ენერჯის კარგვის რაოდენობა ტემპერატურის ერთი გრადუსით ცვლილებისას. ექსპერიმენტიდან ცნობილია, რომ კალორიმეტრის მუდმივა ცოტად თუ ბევრად მნიშვნელოვნად მოქმედებს სითბოს რაოდენობის გაზომილ სიდიდეზე, რომელიც მიმოიცვლება ქიმიური რეაქციის დროს. გასათვალისწინებელია ის გარემოება, თუ რამდენად ზუსტად არის გაზომილი ეს სიდიდე ამ მოქმედების შედეგად. თქვენ უნდა დაადგინოთ კალორიმეტრის K -ს მნიშვნელობა, რათა გამოიყენოთ ის სითბოს მიმოცვლის გამოთვლის ყველა შედეგის კორექტირებისათვის. ერთ-ერთი ასეთი გზა არის ცხელი წყლის და ცივი წყლის შერევა გარკვეულ ტემპერატურაზე.

გამოთვლები

სითბოს რაოდენობა, გადატანილი შერევის შედეგად, ასე გამოისახება:

$$q = mC\Delta T, \text{ სადაც } \Delta T = T_{\text{საბ}} - T_{\text{საწყ}}$$

ენერჯის შენახვის კანონის თანახმად ცნობილია, რომ $q_{\text{დაკ}} + q_{\text{მიღ}} = 0$, ასე რომ, $q_{\text{მიღ}} = -q_{\text{დაკ}}$.

თუ დავიწყებთ ცივი წყლით და შემდეგ დაუმატებთ ცხელ წყალს კალორიმეტრში, სითბოს უმეტესი რაოდენობა გადაეცემა ცივ წყალს. სითბოს რაღაც რაოდენობა შეიძლება გავიდეს გარეთ კალორიმეტრის კედლების გავლით. ასე რომ:

$$q_{\text{მიღებული ცივი წყლით}} + q_{\text{კალორიმეტრი}} = -q_{\text{დაკარგული ცხელი წყლის მიერ}},$$

$$\text{სადაც } q_{\text{მიღ}} = [mC\Delta T]_{\text{ცივი წყალი}}, q_{\text{კალორიმეტრი}} = k\Delta T_{\text{კალორიმეტრი}}, q_{\text{დაკ}} = [mC\Delta T]_{\text{ცხელი წყალი}}.$$

$$\text{ჩასმით: } = [mC\Delta T]_{\text{ცივი წყალი}} + k\Delta T_{\text{კალორიმეტრი}} = -[mC\Delta T]_{\text{ცხელი წყალი}}.$$

$$\text{ამიტომ } K = (-[mC\Delta T]_{\text{ცხელი წყალი}} - [mC\Delta T]_{\text{ცივი წყალი}}) / \Delta T_{\text{კალორიმეტრი}}$$

ნარჩენების განთავსება

აქ ნარჩენი მხოლოდ წყალია, ჩაუშვით წყალსადინარ მილში.

ანალიზი, სამუშაო 1

ა) გამოთვალეთ გამოყენებული კალორიმეტრის მუდმივა. თვლით თუ არა, რომ ის იმოქმედებს თქვენს შედეგებზე შემდეგი ცდებისას? რატომ ან რატომ არა?

სამუშაო 11.2. მჟავა-ფუძე რეაქცია

გამოკვლევა

მარილმჟავა და ნატრიუმის ჰიდროქსიდი, შესაბამისად, არის ძლიერი მჟავა და ძლიერი ფუძე. მათ შორის ნეიტრალიზაციის რეაქციის შედეგად წარმოიქმნება მარილი და წყალი. დაგეგმეთ ექსპერიმენტების სერია სითბოს მიმოცვლის შესასწავლად ნეიტრალიზაციის რეაქციას 0,5მ მარილმჟავას ხსნარისა და 0,5მ ნატრიუმის ჰიდროქსიდის ხსნარს შორის. თითოეული ხსნარის მოცულობა უნდა იყოს 60.0 მლ – 90.0 მლ ფარგლებში.

ნარჩენების განთავსება

გადაიტანეთ ნარჩენები შესაბამის კონტეინერებში.

გამოთვლები

როგორ უნდა ვიპოვოთ რეაქციის სითბო ტემპერატურის ცვლილების მონაცემებიდან: (მაგალითად, დაუშვათ, რომ რეაქციაში გამოყენებულია 0,5მ HCl-ის და NaOH-ის ხსნარის ზუსტად 200 მლ).

რეაქციის შედეგად გამოყოფილი სითბო ათბობს 200 მლ. ხსნარს $T_{საწყ}$ -დან $T_{საბ}$ -მდე და ასევე ათბობს კალორიმეტრის $T_{საწყ}$ -დან $T_{საბ}$ -მდე. რეაქციის შედეგად გამოყოფილი სრული სითბო დაიხარჯა ხსნარის და კალორიმეტრის $T_{საწყ}$ -დან $T_{საბ}$ -მდე გათბობაზე, რაც გამოიხატება განტოლებით:

$$q_{rxn} + q_{ხსნ} + q_{კალორიმეტრი} = 0$$

$q_{ხსნ}$ მნიშვნელობა მიიღება ხვედრითი სითბოს და წყლის მასის გამრავლებით ΔT -ზე: $q_{ხსნ} = [200\text{გრ} \times 4,18\text{ჯ}/^{\circ}\text{C}] \times \Delta T$

ადრე ჩატარებულმა კალორიმეტრულმა გაზომვებმა აჩვენა, რომ ამ ვაკუუმირებული ჭურჭელ-კალორიმეტრების ხვედრითი სითბოტევადობა ახლოსაა ნულთან. ასე რომ, $q_{კალორიმეტრი} = C \times \Delta T = 0$

ახლა

$$q_{rxn} + q_{ხსნ} + 0 = 0$$

$$q_{rxn} + [200\text{გრ} \times 4,18\text{ჯ}/^{\circ}\text{C}] \times \Delta T + 0 = 0$$

$$q_{rxn} = -[200\text{გრ} \times 4,18\text{ჯ}/^{\circ}\text{C}] \times \Delta T$$

თუ რეაქციით ხსნარში გამოიყოფა სითბო, თქვენ შენიშნავთ ხსნარის ტემპერატურის ზრდას და q_{rxn} მნიშვნელობა იქნება უარყოფითი სიდიდე. მეორე მხრივ, თუ რეაქციის დროს სითბო შთაინთქმება, ხსნარის ტემპერატურა კლებულობს და $q_{rxn} > 0$. q_{rxn} არის სითბოს რაოდენობა, რომელიც გამოიყოფა ან შთაინთქმება რეაქციის შედეგად, კალორიმეტრში ჩატარებული ცდის დროს იმისათვის, რომ განსაზღვროთ მოლური ენთალპიის ცვლილების მნიშვნელობა, ΔH_{rxn} , უნდა იცოდეთ, თუ შემზღუდველი რეაგენტის რამდენი მოლია გამოყენებული:

$$\Delta H_{rxn} = \frac{q_{rxn}}{\text{შემზღუდველი რეაგენტის რეაქციაში შესული მოლების რაოდენობა}}$$

ანალიზი, სამუშაო 2

ა) დაწერეთ HCl -სა და $NaOH$ -ს შორის რეაქციის გაწონასწორებული განტოლება. გამოთვალეთ თითოეული რეაგენტის მოლების რაოდენობა. გამოიყენეთ ეს განტოლება იმის განსასაზღვრავად, თუ რომელი რეაგენტი იყო შემზღვეველი და მისი რამდენი მოლი დაიხარჯა. არის ასეთი რეაგენტი მჟავა ან ფუძე?

ბ) გამოთვალეთ ენთალპიის ცვლილების მნიშვნელობა (ΔH_{rxn}) ჯ/მოლი ერთეულებში რეაქციისათვის: $NaOH(წყ)+HCl(წყ)$. არის ეს რეაქცია ენდოთერმული თუ ეგზოთერმული?

სამუშაო 11.3. მარილების გახსნა

გამოკვლევა

თქვენ უკვე იცნობთ სპილენძის (II) სულფატის უწყლო და ჰიდრატულ ფორმებს. ჰიდრატები განსხვავდება უწყლო მარილებისგან იმით, რომ მათ კრისტალურ სტრუქტურაში ჩართულია წყლის მოლეკულები. როგორ მოქმედებს ჰიდრატირებული წყალი ენთალპიაზე მარილის გახსნისას? განსაზღვრეთ გახსნის სითბო სპილენძის სულფატის ორივე ფორმისათვის (უწყლო ფორმა და ჰიდრატი). ჩაატარეთ ცდები ისე, რომ გახსნათ მარილის ორივე ფორმის სხვადასხვა მასები. მასათა დიაპაზონი შეიძლება იყოს 2,5-დან 4.0 გრამამდე.

ნარჩენების განთავსება

განათავსეთ ნარჩენები შესაბამის კონტეინერებში.

ანალიზი, სამუშაო 3

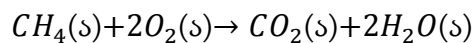
ა) გამოთვალეთ ენთალპიის ცვლილების მნიშვნელობა ($\Delta H_{\text{გახსნ}}$) კჯ/მოლ ერთეულებში ორივე ფორმის გახსნილი მარილისათვის. არის გახსნა ენდოთერმული თუ ეგზოთერმული პროცესი?

ბ) დაწერეთ გაწონასწორებული განტოლება გახსნის ორივე პროცესისათვის. როგორ ეთანადება ერთმანეთს $\Delta H_{\text{გახსნ}}$ მნიშვნელობები მარილის ამ ორი ფორმისათვის? გეუბნებათ თქვენ რაიმეს განსხვავება $\Delta H_{\text{გახსნ}}$ ამ მნიშვნელობებს შორის ამ ორი მარილის შესახებ? მაგალითად, მარილის რომელი ფორმაა უფრო სტაბილური? არის რაიმე გზა იმის დასადგენად, თუ რამდენი სითბოს დამატებაა საჭირო მარილის ერთი ფორმიდან მეორეზე გადასასვლელად?

თავი 12. ჟანგვა-აღდგენის რეაქციები

შესავალი

ჟანგვა-აღდგენის რეაქციები ქიმიური რეაქციების ყველაზე გავრცელებული სახეა ჩვენს ეკონომიკაში. წვისას ნებისმიერი სათბობი იჟანგება. ეს ეხება ბენზინს, როგორც ავტომობილების საწვავს, ნახშირს ელექტროენერჯის გენერაციისათვის, ბუნებრივ აირს, რომელიც ათბობს საცხოვრებელს და შეშას, რომელიც იძლევა საუცხოო კოცონს. ყველა ამ შემთხვევაში სათბობი რეაგირებს ჰაერის ჟანგბადთან. ყველა ეს სათბობი წარმოადგენს წყალბადიდან და ნახშირბადიდან შედგენილ ნახშირწყლებს, რომლებიც რეაგირებენ ჟანგბადთან ნახშირის დიოქსიდის, წყლისა და ენერჯის უდიდესი რაოდენობის წარმოქმნით. მაგალითად, მეთანის წვა გამოსახება რეაქციით:



ნებისმიერი ნაერთი იჟანგება ჟანგბადთან რეაქციის დროს. არის ძალიან ბევრი ჟანგვის რეაქცია, რომელშიც ჟანგბადი პირდაპირ არ მონაწილეობს. ცდების დროს თქვენ შეისწავლით ზოგიერთ მათგანს. ამ შესწავლის მიზანია უფრო ზოგადი განსაზღვრების დადგენა, თუ რას წარმოადგენს ჟანგვის ან აღდგენის რეაქცია და სხვადასხვა ნაერთების, როგორც აღმდგენლების, ფარდობითი უნარიანობის დადგენა.

აღჭურვილობა (სამუშაო 1-3): 50 მლ-ანი ჭიქა, 400 მლ-ანი ჭიქა, 10 მლ-ანი მენზურა, პლასტმასის პიპეტი, 48 ფოსფორიანი კულტურალური პლანშეტი (ფირფიტა) და სარეველას ჩხირი, ბოთლი გამოხდილი წყლით.

ქიმიური რეაგენტები და ინფორმაცია საფრთხის შესახებ

ქიმიური ნაერთი	პოტენციური საფრთხე	სიფრთხილის ზომები
მეტალური კალციუმი Ca (მყ)	რეაგირებს წყალთან. საშიშია, როდესაც სველია	ხელთათმანები და დამცავი სათვალეები შეინახეთ მშრალი
მეტალური სპილენძი	აღიზიანებს თვალებს და	ხელთათმანები და

ქიმიური ნაერთი	პოტენციური საფრთხე	სიფრთხილის ზომები
<i>Cu</i> (მყ)	კანს	დამცავი სათვალეები
მეტალური რკინა (ლურსმნები), <i>Fe</i> (მყ)	წვრილად დაფხვნილი აალებადია	—
მეტალური მაგნიუმი <i>Mg</i> (მყ)	მყარ მდგომარეობაში აალებადია. წყალთან რეაგირებს	ხელთათმანები და დამცავი სათვალეები. უნდა იყოს მშრალი
მეტალური ნატრიუმი <i>Na</i> (მყ)	მძაფრად რეაგირებს წყალთან, საშიშია, როდესაც სველია აალებადია	ხელთათმანები და დამცავი სათვალეები უნდა იყოს მშრალი და მოაშორეთ ცეცხლს
მეტალური კალა <i>S</i> <i>n</i> (მყ)	აღიზიანებს კანს და თვალებს	ხელთათმანები და დამცავი სათვალეები
მეტალური თუთია <i>Zn</i> (მყ)	აღიზიანებს კანს და თვალებს	ხელთათმანები და დამცავი სათვალეები
კალციუმის ქლორიდი 0,1მ <i>CaCl₂</i> (წყ)	კანთან შეხება აღიზიანებს კანს და იწვევს წვას	ხელთათმანები და დამცავი სათვალეები
რკინის (III) ქლორიდი 0,1მ <i>FeCl₃</i> (წყ)	კოროზიულია. კანთან კონტაქტი იწვევს გაღიზიანებას და წვას	ხელთათმანები და დამცავი სათვალეები
მაგნიუმის ქლორიდი 0,1მ <i>MgCl₂</i> (წყ)	კოროზიულია. კანთან კონტაქტი იწვევს გაღიზიანებას და წვას	ხელთათმანები და დამცავი სათვალეები
ნატრიუმის ქლორიდი 0,1მ <i>NaCl</i> (წყ)	—	—
კალას ქლორიდი 0,1მ <i>SnCl₂</i> (წყ)	კოროზიულია. კანთან კონტაქტი იწვევს გაღიზიანებას და წვას	ხელთათმანები და დამცავი სათვალეები
თუთიის ქლორიდი	კოროზიული. აღიზიანებს	ხელთათმანები და

ქიმიური ნაერთი	პოტენციური საფრთხე	სიფრთხილის ზომები
0,1მ $ZnCl_2$ (წყ)	კანს და იწვევს წვას	დამცავი სათვალეები
სპილენძის ქლორიდი 0,1მ $CuCl_2$ (წყ) $CuCl_2 \cdot 2H_2O$ (მყ)	კოროზიული. აღიზიანებს კანს და იწვევს წვას	ხელთათმანები და დამცავი სათვალეები
მარილმჟავა 3მ HCl (წყ)	კოროზიულია. აღიზიანებს სასუნთქ მილს	ხელთათმანები და დამცავი სათვალეები, ვენტილაცია
ნატრიუმის ჰიდროქსიდი 0,1მ $NaOH$ (წყ)	კოროზიულია. აღიზიანებს თვალებს, კანს, სასუნთქ და საყლაპავ მილებს	ხელთათმანები და დამცავი სათვალეები, ვენტილაცია

ნარჩენების განთავსება

მოათავსეთ ნარჩენები შესაბამის კონტეინერებში. არის ცალკე კონტეინერები მეტალის ნიმუშებისთვის და თხევადი ნარჩენებისთვის. დარწმუნდით, რომ არ ჩაუშვით თქვენი ნარჩენები შესაბამის კონტეინერში.

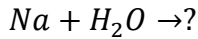
სამუშაო 12.1. ზოგიერთი მეტალის რეაქცია წყალთან

ამ ნაწილში თქვენ გამოიყენებთ შემდეგ მეტალებს: კალციუმი, სპილენძი, რკინა, მაგნიუმი, ნატრიუმი, კალა და თუთია. აგრეთვე გექნებათ დანაყოფებიანი ბიურეტი უნივერსალური ინდიკატორისათვის და 0,1მ $NaOH$.

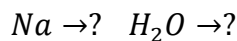
დემონსტრირება და საწყისი დაგეგმარება

თქვენი ინსტრუქტორი ჩაატარებს ნატრიუმის წყალთან რეაქციას საჩვენებლად. ნატრიუმის კუბურა, ~0.5სმ ზომის, მოთავსებულია 1 ლიტრიან ჭიქაში, რომელშიც ჩასხმულია 500 მლ გამოხდილი წყალი. დააკვირდით ამ რეაქციას და აღწერეთ თუ რა მოხდება.

- სად არის ნატრიუმი რეაქციის დასრულების შემდეგ?
- რეაქციაში შედიან მხოლოდ მეტალური ნატრიუმი და წყალი. წყალი შედგება მხოლოდ წყალბადის და ჟანგბადის ატომებისგან. რა პროდუქტები შეიძლება წარმოიქმნას ამ რეაქციის შედეგად? როგორ შეამოწმებთ ამას?



აიღეთ ნიმუშები ჭიქაში ჩასხმული ხსნარიდან და შეეცადეთ განსაზღვროთ ამ რეაქციის პროდუქტები. გამოიყვანეთ ამ რეაქციის გაწონასწორებული განტოლება. ცდის დამთავრების შემდეგ ინსტრუქტორი დაგეხმარებათ გამოიყვანოთ გაწონასწორებული იონური განტოლება, რომელიც ასახავს მხოლოდ იმას, თუ რა მოუვიდა მეტალურ ნატრიუმს. თქვენ შემდეგ უნდა გაიმეოროთ ეს საფეხური გაწონასწორებული იონური განტოლების ჩაწერით, რომელიც ასახავს მხოლოდ იმას, თუ რა მოუვიდა წყლის მოლეკულას.



ექსპერიმენტული მეთოდისა

თქვენ ახლა შეამოწმებთ დანარჩენი ექვსი მეტალის რეაქციის უნარიანობას წყალთან მიმართებაში:

1. მეტალები უნდა დაჭრათ პატარა ნაჭრებად.
2. აიღეთ სპილენძის, თუთიისა და კალას წვრილი ზოლები (~1სმ სიგანის). მაკრატილით დაჭერით კალა, თუთია და სპილენძი. თქვენ გჭირდებათ 2მმ×1სმ ზომის თითოეული მეტალის ნაჭერი.
3. რკინის ნიმუშები ~1,3 სმ სიგრძის პატარა ლურსმნებია. გამოიყენეთ ერთ-ერთი მათგანი.
4. მაგნიუმი წარმოადგენს 2მმ სისქის ლენტს. მაკრატილით ჩამოჭერით ამ ლენტის ~1სმ.
5. ყველაზე ძნელია კადმიუმის ნიმუშის მომზადება. ის არის არასწორი ფორმის ბურბუმელას სახით, რომელიც უნდა დაიჭრას ან დაიმტვრას უფრო პატარა ნაჭრებად, რაც ძნელი საქმეა.

6. სანახევროდ აავსეთ 48-ფოსოიანი ფირფიტის 5 ფოსო გამოხდილი წყლით. მოათავსეთ მათ შიგნით სპილენძის, თუთიის, კალას, რკინისა და მაგნიუმის ნაჭრები წყალში. გააჩერეთ ხუთი წუთი.
7. შეამოწმეთ თითოეული ფოსო რეაქციის რაიმე ნიშანზე. ხუთი წუთის შემდეგ ამოიღეთ ყველა მეტალი, რომელიც არ შევიდა რეაქციაში და გააშრეთ, შეინახეთ შემდეგი გამოყენებისათვის. შეამოწმეთ ხსნარები, რათა დარწმუნდეთ, არის თუ არა მტკიცებულება იმისა, რომ წყალი შევიდა რეაქციაში.

კალციუმის რეაქციის უნარიანობა შემდეგნაირად მოწმდება:

1. სანახევროდ აავსეთ 400მლ-ანი ჭიქა გამოხდილი წყლით.
2. დაუმატეთ კალციუმის ერთი ბურბუშელა და დააკვირდით. ჩაიწერეთ რეაქციის ნებისმიერი ნიშანი.
3. ყველა სტუდენტმა უნდა შეამოწმოს ხსნარი ჭიქაში, რათა ნახოს წყლის რეაქციის რაიმე კვალი.

ანალიზი და დისკუსია, სამუშაო 1

ა) ექვსიდან რამდენმა მეტალმა ირეაგირა წყალთან? დაწერეთ თითოეული რეაქციის გაწონასწორებული განტოლება.

ბ) დაწერეთ გაწონასწორებული იონური განტოლება, რომელიც აჩვენებს, თუ რა ემართება თითოეულ მორეაგირე მეტალს.

გ) დაწერეთ გაწონასწორებული იონური განტოლება, რომელიც აჩვენებს, თუ რა ემართება წყალს თითოეულ რეაქციაში.

დ) მეტალის წყალთან თითოეული რეაქციისათვის, ნატრიუმსა და წყალს შორის რეაქციის ჩათვლით, შეადარეთ თქვენი დაკვირვება, თუ რამდენად მძაფრი იყო რეაქცია. ჩამოწერეთ რეაქციები კლუბადი რიგით ყველაზე მძაფრიდან და ა. შ., ყველაზე სუსტამდე.

სამუშაო 12.2. ზოგიერთი მეტალის რეაქციები მარილმჟავასთან

თითოეული მეტალი, რომელიც მთლიანად არ გაქრა წყალთან რეაქციის შემდეგ, შეიძლება გამოყენებულ იქნას ამ ექსპერიმენტში. თქვენ შეგიძლიათ ამოიღოთ ნიმუშები წყლიდან და გააშროთ.

ექსპერიმენტის ჩატარების მეთოდისა

1. შეავსეთ ერთი ფოსო სანახევროდ $3M\ HCl$ -ით და ჩაუშვით მეტალი, როგორც ეს გააკეთეთ წყლის შემთხვევაში. გაიმეორეთ ეს ხუთი დანარჩენი მეტალისათვის.
2. გააჩერეთ მეტალები ფოსოებში ხუთი წუთი და დააკვირდით თითოეულ მათგანს რეაქციის ნიშნის კვალობაზე. ჩაინიშნეთ ყველა მტკიცებულება იმისა, რომ ქიმიური რეაქცია მოხდა.

ანალიზი და დისკუსია, სამუშაო 2

თქვენ უკვე დაადგინეთ, რომ ეს მეტალები არ რეაგირებენ წყალთან. $3M\ HCl$ -ის ხსნარი უპირატესად შედგება წყლისგან. წყალში გახსნილი HCl არის ძლიერი ელექტროლიტი.

ა) რომელი იონები არსებობენ ამ ხსნარში?

ბ) რა პროდუქტების წარმოქმნაა მოსალოდნელი როდესაც ეს ხსნარი რეაგირებს მეტალთან?

გ) დაწერეთ გაწონასწორებული განტოლება თითოეული მეტალის რეაქციისათვის $3M\ HCl$ -თან.

დ) დაწერეთ იონური განტოლება, რომელიც ასახავს მხოლოდ იმას, თუ რა დაემართა იმ მეტალს, რომელიც შევიდა რეაქციაში

ე) დაწერეთ იონური განტოლება, რომელიც ასახავს მხოლოდ იმას, თუ რა დაემართა იონს ხსნარში, რომელთანაც ირეაგირა მეტალმა.

ვ) თუ 3მ HCl -თან რეაგირებს ერთზე მეტი მეტალი, გამოიყენეთ თქვენი დაკვირვებები რეაქციების შედარებითი სიმძაფრის შესახებ იმის დასადგენად, თუ რომელი მეტალი უფრო მძაფრად რეაგირებს 3მ HCl -ის ხსნართან. ჩამოწერეთ ეს რეაქციები სიმძაფრის კლების მიხედვით. პირველი დაწერეთ ყველაზე მძაფრი რეაქცია და ა. შ.

სამუშაო 12.3. ზოგიერთი მეტალის რეაქციები მეტალთა კათიონების ხსნარებთან

მოამზადეთ 10 მლ 0,1მ $CuCl_2$. ლაბორატორიაში უნდა იყოს შემდეგი ხსნარები: 0,1მ $CaCl_2$, 0,1მ $FeCl_3$, 0,1მ $HgCl_2$, 0,1მ $NaCl$, 0,1მ $SnCl_2$, 0,1მ $ZnCl_2$.

ექსპერიმენტული მეთოდика

თქვენ უნდა შეამოწმოთ თითოეული მეტალი, რომელიც არ რეაგირებს წყალთან, თითოეულ ამ შვიდ ხსნართან და ჩაიწეროთ შედეგები. ძირითადი პროდუცურა ასეთია:

1. სანახევროდ შეავსეთ ერთ-ერთი ფოსო, რომელშიც მეტალია, ერთ-ერთი ხსნარით.
2. მოათავსეთ სხვა მეტალი თითოეულ ფოსოში, რომელიც შეიცავს ხსნარს და დააყოვნეთ ხუთი წუთი.
3. დააკვირდით ფოსოებს რეაქციების რაიმე ნიშანზე და დააფიქსირეთ ისინი. ხუთი წუთის შემდეგ ამოიღეთ მეტალები და შეამოწმეთ. თუ ისინი შეიცვალა, აღნიშნეთ ეს ფაქტი და შეცვალეთ მეტალის ნიმუში იგივე ზომის ახლით შემდეგი ცდისთვის.

ანალიზი, სამუშაო 3

ა) მოამზადეთ რეზიუმე თითოეული მეტალის იონის ხსნარისათვის, რომელიც აჩვენებს, რომ ყველა მეტალის ნიმუში რეაგირებს ამ ხსნართან. თუ არც ერთი მეტალი არ რეაგირებს, ჩაინიშნეთ ეს. თქვენ გექნებათ შვიდი რეზიუმე თითოეული მეტალის ხსნარისათვის.

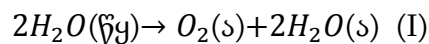
ბ) ყველა შემდგარი რეაქციისათვის დაწერეთ რეაქციის გაწონასწორებული განტოლება, დაწერეთ გაწონასწორებული იონური განტოლება, რომელიც აჩვენებს, თუ რა ხდება იმ შემთხვევაში, როდესაც მეტალი რეაგირებს და დაწერეთ ასეთივე განტოლება, რომელიც აჩვენებს, თუ რა ხდება მაშინ, როდესაც რეაგირებს მეტალის იონი.

დისკუსია, სამუშაო 3

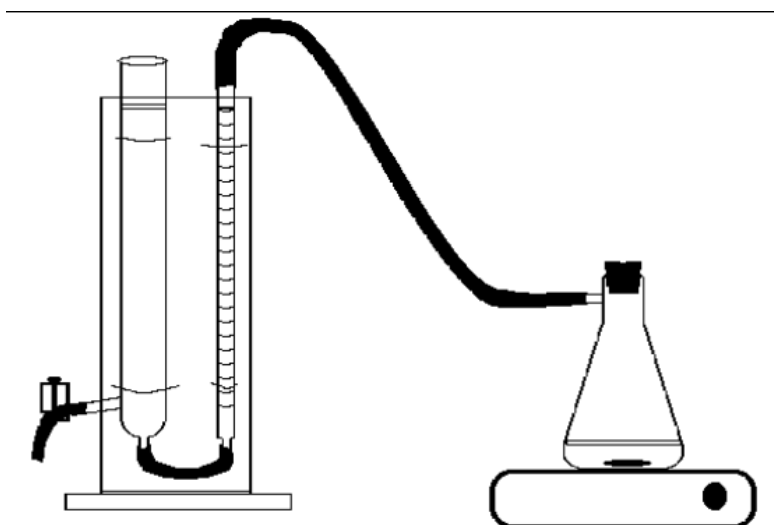
ა) რეაგირებენ მეტალთა იონები მყარ მეტალებთან თუ ქლორიდ-იონებთან? როგორ დაადგენთ ამას?

თავი 13. ქიმიური კინეტიკა. წყალბადის ზეჟანგის დაშლის კინეტიკა

როგორც სალექციო კურსიდან იცით, ქიმიური კინეტიკა შეისწავლის ქიმიური რეაქციის სიჩქარეს, რომლის ქვეშ იგულისხმება ერთ-ერთი რეაგენტის კონცენტრაციის ცვლილება დროის ერთეულში. რეაქცია, რომელსაც ამ ექსპერიმენტში შეისწავლით, არის წყალბადის ზეჟანგის დაშლა. ამ რეაქციის განტოლება ასეთია.



ამ რეაქციის მსვლელობას მოყვება რეაქციის დროს გამოყოფილი აირადი ჟანგბადის ჩაჭერა და მოცულობის გაზომვა. ნახ. 18-ზე ნაჩვენებია მარტივი მოწყობილობა ამ პროცედურის ჩასატარებლად. გამოიყენება 250 მლ-იანი ფილტრიანი კოლბა. რეზინის მილი აკავშირებს კოლბის გვერდს გადამყვანთან, რომელიც მიერთებულია ბიურეტის მილის ღია ბოლოსთან. ამ მილის ძირი შეერთებულია მინის მილთან მილის პატარა ნაწილით. ეს მოწყობილობა ავსებულია წყლით ბიურეტის სკალის შესაბამის ნიშნამდე, როგორც 0 მლ-იანი ნიშანი. მინის მილი ღიაა თავზე, ასე რომ, წყალს შეუძლია თავისუფლად იმოძრაოს ამ მილში. თავიდან წყლის დონე ბიურეტში და წყლის დონე ამ მილში და ერთი და იგივეა.



ნახ.18. მოწყობილობა აირადი ჟანგბადის მოცულობის გასაზომად.

თქვენ დაიწყებთ რეაქციას გაზომილი რეაგენტების კოლბაში დამატებით. როდესაც უკანასკნელი რეაგენტი დაემატება, თქვენ ხურავთ კოლბას ისე, რომ გამოყოფილი ჟანგბადი გადავიდეს კოლბიდან ბიურეტში და ჩაეშვას წყალზე ბიურეტის მილში. ამის შემდეგ ის ცდილობს შეინჩუნოს ატმოსფერული წნევის ტოლი წნევა და მცირეოდენი წყალი გადავა მინის მოლში. აირის მოცულობის ზრდის ათვლა ჩაკეტილ სისტემაში: კოლბა-ბიურეტი შესაძლებელია ბიურეტის ნიშანის მიხედვით.

როდესაც წყალი გადავა მინის მოლში აირის წნევა კოლბა-ბიურეტის სისტემაში ოდნავ შემცირდება. ეს გამოიწვევს იმას, რომ აირის მოცულობა იქნება ოდნავ უფრო მცირე, ვიდრე ის არის ატმოსფერულ წნევაზე; მაგრამ, განსხვავება იმდენად მცირეა, რომ ამ ექსპერიმენტში შეიძლება მისი უგულვებელყოფა.

სამუშაო 13.1. ზოგიერთი წინასწარი ექსპერიმენტი

აღჭურვილობა: პატარა სინჯარები

ქიმიური რეაქტივები და ინფორმაცია სიფრთხილის შესახებ (სამუშაოები 1-2)

ქიმიური ნაერთი	პოტენციური საფრთხე	სიფრთხილის ზომები
3% წყალბადის ზეჟანგი 3% H_2O_2 (წყ)	იწვევს კანის ან თვალების გალიზიანებას	ხელთათმანები და დამცავი სათვალეები
კალიუმის იოდიდი KI (მყ)	იწვევს კანის ან თვალების გალიზიანებას	ხელთათმანები და დამცავი სათვალეები
კალიუმის ქლორიდი KCl (წყ)	იწვევს მსუბუქ გალიზიანებას	ხელთათმანები და დამცავი სათვალეები
რკინის (III) ქლორიდი $FeCl_3$ (წყ)	იწვევს გალიზიანებას და წვას	ხელთათმანები და დამცავი სათვალეები

მომზადება

წყალბადის ზეჟანგი თავისთავად იშლება, მაგრამ, რეაქცია ძალიან ნელია. წყალბადის ზეჟანგის განზავებული ხსნარი საკმაოდ სტაბილურია, რათა გაიყიდოს როგორც ანტისეპტიკი, მაგრამ გამოყენების ვადა შეზღუდულია სუსტი დაშლის გამო. ჭურჭელი ასევე აღჭურვილია სასუნთქი სარქველით, რათა თავიდან იქნას აცილებული აირადი ჟანგბადის შიგნით ჩაჭერა და ზედმეტი წნევა კონტეინერში. სხვადასხვა ნაერთი კატალიზურ ქმედებას ახდენს ამ რეაქციაზე, რაც იწვევს მისი სიჩქარის ზრდას. განიხილეთ განტოლება 1 და პასუხი გაეცით შემდეგ შეკითხვებს:

- რა ეფექტს ახდენს კატალიზატორი ქიმიურ რეაქციაზე?
- რა იქნება იმის დადასტურება, რომ დაშლის რეაქცია კატალიზურია?
- რა იქნება იმის დადასტურება, რომ ნივთიერება არ ახდენს კატალიზურ ქმედებას დაშლის რეაქციაზე?

ექსპერიმენტული მეთოდება

შეისწავლეთ შემდეგი ნაერთები, რათა დაადგინოთ, არიან თუ არა ისინი ეფექტური კატალიზატორები წყალბადის ზეჟანგის დაშლისას:

- 0,5მ KI;
- 1.0მ KCl (დაგჭირდებათ ამ ხსნარის 10 მლ-ის მომზადება);
- 0.1 მ $FeCl_3$

ამ ცდებისათვის საკმარისია გამოიყენოთ 3% წყალბადის ზეჟანგის მცირე რაოდენობა სინჯარაში და დაამატეთ ნივთიერების იგივე მცირე რაოდენობა, რომელსაც განიხილავთ როგორც შესაძლო კატალიზატორს.

ნარჩენების განთავსება

ყველა ნარჩენი ხსნარი ფრთხილად უნდა ჩაუშვან ნიჟარაში.

ანალიზი და დისკუსია, სამუშაო 1

ა) სამი ხსნარიდან რომელი ზრდის ყველაზე ეფექტურად წყალბადის ზეჟანგის დაშლის სიჩქარეს?

ბ) რომელია ყველაზე ნაკლებად ეფექტური?

გ) ყველა ეს ხსნარი ძლიერი ელექტროლიტია. რომელი იონი ზრდის ყველაზე ეფექტურად წყალბადის ზეჟანგის დაშლის სიჩქარეს?

დ) არის სხვა იონები ასევე ეფექტური?

ე) რომელი იონი არ იძლევა კატალიზურ ეფექტს?

სამუშაო 13.2. წყალბადის ზეჟანგის კატალიზური დაშლის სიჩქარის გაზომვა

აღჭურვილობა: 10 მლ-იანი დანაყოფებიანი პიპეტი, 250 მლ-იანი ფილტრიანი კოლბა, სარეველას ჩხირი, აირის გასაზომი აპარატურა (ნახ. 17), ტაიმერი.

გამოკვლევა

აირჩიეთ ნივთიერება, რომელიც კატალიზურ ქმედებას ახდენს წყალბადის ზეჟანგის დაშლაზე.

- დაგეგმეთ ექსპერიმენტი, რათა დაადგინოთ რეაქციის სიჩქარე სარეაქციო ხსნარში წყალბადის ზეჟანგის სხვადასხვა კონცენტრაციების პირობებში.
- დაგეგმეთ ექსპერიმენტი, რათა დაადგინოთ რეაქციის სიჩქარე სარეაქციო ხსნარში კატალიზატორის სხვადასხვა კონცენტრაციების პირობებში.

ექსპერიმენტული მეთოდის

თქვენი ცდები და ანალიზი გაადვილდება, თუ მოამზადებთ ექსპერიმენტის გეგმას მუშაობის დაწყებამდე. ასევე სასარგებლოა იცოდეთ ის ფაქტი, რომ 3%-იანი H_2O_2 დაახლოებით 1მ H_2O_2 -ია. სარეაქციო ხსნარის მომზადების პროცესში ადგილი აქვს წყალბადის ზეჟანგის და კატალიზატორის ხსნარების განზავებას. აუცილებელია გამოთვალეთ სარეაქციო ხსნარში როგორც წყალბადის ზეჟანგის,

ასევე კატალიზატორის საშუალო კონცენტრაცია. ქვემოთ მოცემულია მითითებები ხსნარების მოცულობის შესახებ:

- გამოიყენეთ 5-დან 8მლ-მდე 1მ H_2O_2 .
- გამოიყენეთ 2-დან 8მლ-მდე კატალიზატორის ხსნარი.
- ხსნარის საერთო მოცულობა უნდა იყოს 15-30 მლ
- ყველა რეაქციას უნდა დაემატოს ცოტაოდენი დეიონიზირებული წყალი.

გულდასმით გარეცხეთ სარეაქციო კოლბა ექსპერიმენტის დაწყებამდე ისე, რომ არ იყოს არავითარი კვალი სხვა ისეთი ნივთიერებისა, რომელმაც ასევე შეიძლება შეასრულოს კატალიზატორის როლი. გაწმინდეთ სარეაქციო კოლბა, შემდეგ გამორეცხეთ დაახლოებით 10 მლ განზავებული წყლით, შემდეგ სამჯერ გამორეცხეთ დაახლოებით 5მლ დეიონიზირებული წყლით. თითოეული გამორეცხვისას წყალი კონტაქტში უნდა შევიდეს კოლბის ყველა შიდა ზედაპირთან. ეს პროცედურა სპობს წინა ხსნარის ყველა კვალს.

ხსნარის მოცულობის ყველა გაზომვა მნიშვნელოვანია, ასე რომ, ჩაატარეთ ისინი განსაკუთრებით გულდასმით. გამოიყენეთ 10 მლ-ანი დანაყოფებიანი პიპეტი მოცულობის გასაზომად. გამორეცხეთ პიპეტი დეიონიზირებული წყლით ხსნარების გამოყენებებს შორის. ასე, რომ, თქვენ არ დააჭუჭყიანებთ თქვენს ხსნარებს. ყველა ექსპერიმენტი დაიწყეთ სარეაქციო კოლბაში ცოტაოდენი წყლის ჩასხმით. ყოველთვის გამოიყენეთ დეიონიზირებული წყალი, რადგან ის არის ყველაზე სუფთა წყალი.

მნიშვნელოვანია ხსნარის მუდმივი მორევის შენარჩუნება ისე, რომ აირადი ჟანგბადი გამოიდევენოს ხსნარიდან სტაბილური სიჩქარით. შეგიძლიათ გამოიყენოთ მაგნიტური სარეველა და სარეველას ჩხირი მორევის ჩასატარებლად.

ძირითადი მეთოდის სიჩქარის შესახებ მონაცემების მისაღებად

1. მონიშნეთ სამი ჭურჭელი დეიონიზირებული წყლის, წყალბადის ზეჟანგის ხსნარის და შესაძლო კატალიზატორის ხსნარის შესანახად.
2. მოათავსეთ გასუფთავებული სარეაქციო კოლბა მაგნიტურ სარეველაზე და ჩართეთ სარეველა ზომიერ სიჩქარეზე.

3. დაამატეთ დეიონიზირებული წყლის თქვენს მიერ დაგეგმილი ზუსტი მოცულობა.
4. დაამატეთ შესაძლო კატალიზატორის ხსნარის თქვენს მიერ დაგეგმილი ზუსტი მოცულობა.
5. როგორც რეაქციის დასაწყისის საბოლოო საფეხური, დაამატეთ 3% წყალბადის ზეჟანგის თქვენ მიერ დაგეგმილი ზუსტი მოცულობა. მყისიერად დახურეთ კოლბა წარმოქმნილი აირადი ჟანგბადის ჩასაჭერად.
6. ჩართეთ ტაიმერი კოლბის დახურვისთანავე და იმავდროულად დააკვირდით და ჩაინიშნეთ წყლის დონე ბიურეტში რეაქციის დაწყებისას.
7. ჩაიწერეთ გასული დრო, როდესაც ჩაჭერილი ჟანგბადის მოცულობა ბიურეტში მიაღწევს ჯერ 1/2 მლ და შემდეგ მთელ მილილიტრს. ეს ბევრად უფრო ადვილია, ვიდრე შეეცადოთ აითვალოთ აირის მოცულობა ბიურეტში დროის ზუსტ ინტერვალებში.
8. თუ ტაიმერი ითვლის წუთებს და წამებს. ჩაიწერეთ ეს და გადაიყვანეთ წუთები წამებში ცდის დასრულების შემდეგ.
9. ჩაიწერეთ დრო და აიღეთ ანათვლები 10 წუთის (600 წმ) განმავლობაში ან სანამ არ ჩაიჭერთ სულ ცოტა 30 მლ ჟანგბადს. აქ აღნიშნული დრო და მოცულობა არ არის გადამწყვეტი ექსპერიმენტისთვის, მაგრამ მოგცემთ ძირითად მიმართულებას, თუ როდის უნდა შეწყვიტოთ ანათვლების აღება.

ნარჩენების განთავსება

ყველა გამოყენებული ხსნარი ფრთხილად უნდა გადაასხათ ნიჟარაში.

ანალიზი და დისკუსია, სამუშაო 2

თქვენ აკვირდებით სიჩქარეს იმ სიჩქარის გაზომვით, რომლითაც რეაქციის ერთ-ერთი პროდუქტი, კერძოდ, ჟანგბადი წარმოიქმნება. აირადი ჟანგბადის მოცულობა დამოკიდებული ცვლადია და დრო-დამოუკიდებელი ცვლადი. შეიტანეთ თქვენ მიერ გაზომილი ეს სიდიდეები ცხრილში. ამ მონაცემებით ააგეთ გრაფიკი, რომელზეც y -ღერძზე გადაზომილი იქნება ჟანგბადის მოცულობა მლ-ში. ხოლო x -ღერძზე – დრო წამებში.

უპასუხეთ შემდეგ კითხვებს და განიხილეთ შედეგები ჯგუფთან ერთად.

ა) რას აჩვენებს თქვენი შედეგები – რა ემართება ჟანგბადის წარმოქმნის სიჩქარეს დროის განმავლობაში?

ბ) თქვენ მიერ მოპოვებული შედეგების რომელი ნაწილი ასახავს ყველაზე ზუსტად აირადი ჟანგბადის წარმოქმნის სიჩქარეს თქვენს მიერ შერჩეული რეაგენტების მოცულობებისა და კონცენტრაციებისათვის?

გ) როგორ გამოიყენებთ გრაფიკს ამ სიჩქარის რიცხობრივი მნიშვნელობის დასადგენად?

დ) რა ერთეულებში გამოისახება ეს სიჩქარე?

- ახსენით, თუ როგორ იცვლება რეაქციის სიჩქარე წყალბადის ზეჟანგის სიჩქარის ცვლილებასთან ერთად.
- არის სიჩქარის ცვლილება კონცენტრაციის ცვლილების პროპორციული?
- რას გულისხმობს ეს შედეგი წყალბადის ზეჟანგისთვის რეაქციის რიგთან დაკავშირებით?

ე) შეადარეთ ჟანგბადის წარმოქმნის სიჩქარე სხვადასხვა ექსპერიმენტისათვის, როდესაც გამოიყენებოდა იგივე კატალიზატორი იგივე კონცენტრაციაზე წყალბადის ზეჟანგის მუდმივი კონცენტრაციის დროს.

- ახსენით, თუ როგორ იცვლება რეაქციის სიჩქარე კატალიზატორის კონცენტრაციის ცვლილებასთან ერთად.
- არის სიჩქარის ცვლილება კონცენტრაციის ცვლილების პროპორციული?
- რას გულისხმობს ეს შედეგი კატალიზატორისათვის რეაქციის რიგთან დაკავშირებით?

ვ) დაწერეთ სიჩქარის გამოსახულება ასეთი ფორმით: $\text{სიჩქარე} = k[H_2O_2]^a [\text{კატალიზატორ}]^b$.

ზ) გამოთვალეთ საშუალო სიჩქარის მუდმივა, k , კატალიზური რეაქციისათვის ოთახის ტემპერატურაზე.

თავი 14. წონასწორობა

შესავალი

ქიმიური რეაქციის დროს მორეაგირე იონები, ან მოლეკულები, წარმოქმნიან პროდუქტებს, ითვლება, რომ რეაქცია დასრულდა, როდესაც ყველა მორეაგირე ნაწილაკი დაიხარჯა პროდუქტების წარმოქმნისას. თქვენ გაგიკვირდებათ ის, რომ შესაძლებელია რეაქციის პროდუქტების ერთმანეთთან ხელახალი რეაგირება და საწყისი რეაგენტების წარმოქმნა. მრავალ ქიმიურ რეაქციაში ეს არა მარტო შესაძლებელია, არამედ ძალზედ ხშირად ხდება რეაქციის ჩატარებისას.

მრავალი ქიმიური რეაქცია შექცევადია. პროდუქტებს შეუძლიათ ისევ ირეაგირონ და ისევ გახდნენ საწყისი რეაგენტები და მრავალ შემთხვევაში ეს რეაქცია იწყება მაშინვე, როგორც კი წარმოიქმნება პროდუქტების საკმარისი რაოდენობა. თქვენ გაქვთ ორი კონკურირებადი რეაქცია ამ წერტილში. ერთი რეაქცია_ეს არის პროდუქტის მოლეკულების წარმოქმნა რეაგენტებიდან და მეორე – რეაგენტის მოლეკულების წარმოქმნა მიღებული პროდუქტებიდან.

საწყის საფეხურზე პროდუქტები არ არის, ასე რომ, მიმდინარეობს ერთადერთი რეაქცია პროდუქტების წარმოქმნით. როდესაც იწყება რომელიმე პროდუქტის დაგროვება, რეაქცია, რომლითაც წარმოიქმნება ისევ რეაგენტი, გაცილებით უფრო ნელია, ვიდრე პროდუქტების წარმოქმნის რეაქცია. როდესაც წარმოიქმნება მეტი პროდუქტი, უფრო ადვილია უკურეაქციის მიმდინარეობა, რომელიც სულ უფრო სწრაფი ხდება.

საბოლოოდ მიმდინარეობს როგორც პროდუქტების წარმოქმნის რეაქცია, ასევე რეაგენტების წარმოქმნის შებრუნებული რეაქცია ერთი და იმავე სიჩქარით. ამ დროს სისტემაში რეაგენტების და პროდუქტების რაოდენობრივი ცვლილება აღარ ხდება. თუმცა მიმდინარეობს ორივე რეაქცია, ამ შემთხვევაში პირდაპირი რეაქცია პროდუქტების წარმოქმნით მიდის იმავე სიჩქარით, რომლითაც შებრუნებული რეაქცია. ამბობენ, რომ ასეთი რეაქცია “გაწონასწორებულია”, რაც გულისხმობს მხოლოდ იმას, რომ რეაგენტების ან პროდუქტების საერთო რაოდენობა სისტემაში უცვლელია.

არსებობს წონასწორული მდგომარეობის უამრავი მაგალითი ქიმიური რეაქციების დროს. დახურულ კონტეინერში სითხე ქროლდება, სანამ იქ არის ჰაერის მოლეკულების საკმარისი კონცენტრაცია, რათა დაიწყოს სითხის თავიდან წარმოქმნა. თუმცა აორთქლება გრძელდება, მაგრამ აორთქლის კონცენტრაცია კონტეინერში არ იზრდება, რადან აორთქლი კონდენსირდება და გარდაიქმნება სითხედ იმავე სიჩქარით, რომლითაც სითხე აორთქლდება.

ორგანული მჟავას განაწილება პოლარულ და არაპოლარულ გამხსნელებში

წონასწორული სისტემის მეორე მაგალითია ნივთიერების განაწილება ერთმანეთთან კონტაქტში მყოფ ორ სხვადასხვა გამხსნელს შორის. ტოლუოლი ($C_6H_5CH_3$) არაპოლარული ნახშირწყალბადია, რომელიც ხშირად გამოიყენება როგორც სხვა არაპოლარული ნაერთების გამხსნელი. წყალი პოლარული ნაერთია, რომელიც გამოიყენება სხვა პოლარული ნაერთების გასახსნელად. არაპოლარული ნაერთები იხსნება არაპოლარულ გამხსნელებში და პოლარული ნაერთები - პოლარულ გამხსნელებში.

წყალი და ტოლუოლი არ იხსნება ერთმანეთში, რადგან ისინი სხვადასხვა პოლარობის არიან. ეს ორი სითხე შერევისას ქმნის განცალკევებულ ფენებს. ნაკლებად მკვრივი სითხე ტივტივებს უფრო მკვრივი სითხის ზედაპირზე. ორ სითხეს შორის ზედაპირს ფაზათა გაყოფის საზღვარი ეწოდება. ნივთიერებას, რომელიც იხსნება ორივე სითხეში, შეუძლია თავისუფლად გადავიდეს ერთი სითხიდან საზღვრის გავლით მეორე სითხეში. დროთა განმავლობაში ამ სისტემაში მყარდება წონასწორული მდგომარეობა, როდესაც გახსნილი ნივთიერების გაყოფის საზღვრის გავლით მოძრაობის სიჩქარე ერთი და იგივეა ორივე მიმართულებით წონასწორობის დროს. გახსნილი ნივთიერების ფარდობითი რაოდენობა, ნაპოვნი პოლარულ+არაპოლარულ გამხსნელში, არის გახსნილი ნივთიერების სწრაფვის ზომა პოლარული ან არაპოლარული ნაერთისკენ.

როგორ იქცევიან ნივთიერებები, რომლებსაც აქვთ როგორც პოლარული, ასევე არაპოლარული ნაწილები პოლარულ და არაპოლარულ გამხსნელებთან მიმართებაში? ორგანული მჟავები წარმოადგენენ მოლეკულებს, რომლებსაც აქვთ

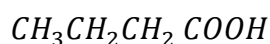
როგორც პოლარული, ასევე არაპოლარული ნაწილები. ქვემოთ ჩამოთვლილია ორგანული მჟავები, რომლებსაც თქვენ შეისწავლით. მოლეკულის ნახშირწყალბადური ნაწილი არაპოლარულია. კარბოქსილმჟავას ფუნქციური ჯგუფი ($-COOH$) - პოლარული ნაწილია.

არაპოლარული ბოლო პოლარული ბოლო



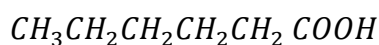
ძმარმჟავა

არაპოლარული ბოლო პოლარული ბოლო



ერზომჟავა

არაპოლარული ბოლო პოლარული ბოლო



კაპრონმჟავა

სამუშაო 14.1. მომზადება

მასალები (სამუშაო 1-2): 3 ცალი 5 მლ-ანი ერთჯერადი შპრიცი. ერთი შპრიცი თითოეული მჟავისათვის. 1 ცალი 1 მლ-ანი ერთჯერადი შპრიცი, გამოიყენება ნატრიუმის ჰიდროქსიდის დასატიტრად ბიურეტის ნაცვლად. 1 ცალი 10 სმ-ანი ბლაგვი ნემსი.

ქიმიური რეაქტივები და ინფორმაცია საფრთხის შესახებ

ნაერთი	პოტენციური საფრთხე	უსაფრთხოების ზომები
გამოხდილი წყალი H_2O_2 (ს)	—	—
ტოლუოლი $C_6H_5CH_3$ (ს)	კანცეროგენულია	რესპირატორი
ნატრიუმის ჰიდროქსიდი 0,1მ $NaOH$	იწვევს წვას, საშიშია შესუნთქვისთვის	ხელთათმანი და დამცავი სათვალეები
ძმარმჟავა 0,1მ CH_3COOH (ს)	გამაღიზიანებელია	ხელთათმანი და დამცავი სათვალეები

ნაერთი	პოტენციური საფრთხე	უსაფრთხოების ზომები
ყინულოვანი ძმარმჟავა 18მ CH_3COOH (ს)	კოროზიულია, აალებადია, იწვევს შიდა წვას	ხელთათმანი და დამცავი სათვალები
ერბომჟავა 0,1მ C_3H_7COOH (ს)	ძლიერ სუნიათა, ალიზიანებს სასუნთქ მილს	ხელთათმანი და დამცავი სათვალები
კაპრონმჟავა 0.1მ $C_5H_{11}COOH$ (ს)	ძლიერ სუნიათა, ალიზიანებს სასუნთქ მილს	ხელთათმანი და დამცავი სათვალები
ინდიკატორი თიმოლის ლურჯი	მსუბუქი გამაღიზიანებელია	ხელთათმანი და დამცავი სათვალები

გამოკვლევა

რა ხდება როდესაც ორგანული მჟავა ირევა წყალთან? როგორ გაზომავთ მჟავის რაოდენობას, რომელიც გაიხსნა გამხსნელში? როგორ იქცევა წყალი და ტოლული, რომლებიც ერთ კონტეინერშია მოთავსებული და როგორ განაცალკევებთ მათ ისევ? და როგორ შეასრულებთ ყველაფერ ამას თითოეული სითხის ან ხსნარის ძალიან მცირე რაოდენობით? აქ მოცემულია ტოლუოლის, წყლისა და ორგანული მჟავების ხსნარების მართვის პრაქტიკული მეთოდები, ისევე როგორც მჟავას მცირე რაოდენობის ზუსტი განსაზღვრის ხერხები.

ბენზომჟავა და კაპრონმჟავა ხასიათდება მძაფრი სუნით, რაც მოქმედებს კანზე. შეინახეთ ისინი ხუფის ქვეშ და იმუშავეთ მათთან ფრთხილად!

ექსპერიმენტული მეთოდება

1ა – 5მლ-ანი შპრიცების მომზადება

თავდაპირველად დაგჭირდებათ სამი 5მლ-იანი შპრიცი. მონიშნეთ ისინი ფერადი ნიშნით. ერთი მათგანი იქნება ძმარმჟავასთვის, მეორე – ბენზომჟავასთვის და მესამე – კაპრონმჟავასთვის.

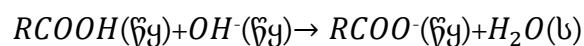
ექსპერიმენტული მეთოდისა

1ბ – შეერთება და განცალკევება

- ახლა გააერთიანეთ წყალი და ტოლუოლი 5მლ-ან შპრიცში.
 - გააკეთეთ ეს ბლავი ნემსის მიერთებით ერთ-ერთ 5მლ-ან შპრიცთან. ამოიღეთ 2მლ გამოხდილი წყალი, გაწმინდეთ ნემსი და შემდეგ ამოიღეთ 2მლ ტოლუოლი, ისევ გაწმინდეთ ბლავი ნემსი და მოაცილეთ ის სითხის დანაკარგის გარეშე. (დახურეთ შპრიცი ხელთათმანიანი თითით)
 - დააკვირდით შპრიცს – ხედავთ განსხვავებას წყალსა და ტოლუოლს შორის? სად არის განლაგებული თითოეული გამხსნელი?
 - რა მოხდება თუ უფრო მეტად შეურევთ წყალს და ტოლუოლს? დახურეთ შპრიცი ხელთათმანიანი თითით და რამდენჯერმე გადმოაბრუნეთ: როდესაც ამას გააკეთებთ, ჩაინიშნეთ, თუ რა დაემართა ამ ორ სითხეს.
- გაცალკევით ქვედა ფენა მონიშნულ სინჯარაში. ორ ფენას აქვს მკვეთრი გაყოფის საზღვარი – გამოიყენეთ ეს იმის დასადგენად, რომ გამოაცალკევით ქვედა ფენა და დატოვეთ მხოლოდ ზედა. გადაასხით დარჩენილი ფენა მეორე მონიშნულ სინჯარაში. იმეორეთ ეს პროცესის დასრულებამდე.
- გადაიტანეთ ტოლუოლი ნარჩენების კონტეინერში. წყალი გადაასხით ნიჟარაში. სამჯერ გარეცხეთ შპრიცი და ბლავი ნემსი გამოხდილი წყლით.

ექსპერიმენტული მეთოდისა 1გ – რა რაოდენობის მჟავა იხსნება საწყის ხსნარში?

ორგანულ მჟავათაგან თითოეული იხსნება წყალში და მომზადებული მჟავას წყალხსნარი ინახება ხუფის ქვეშ სარეაქციო მაგიდაზე. ბოთლებზე მითითებული კონცენტრაციები მიახლოებითია, თქვენ გჭირდებათ უკეთესი მნიშვნელობები. ორგანული მჟავები რეაგირებენ ნატრიუმის ჰიდროქსიდთან შემდეგი ზოგადი განტოლების მიხედვით, სადაც R აღნიშნავს მჟავას მოლეკულის არაპოლარულ ნაწილს:



- თქვენი აზრით, 0,1მ $NaOH$ -ის რამდენი მოცულობა იქნება საჭირო თითოეული მჟავას ხსნარის 2 მლ მოცულობის გასანეიტრალებლად? ამისათვის გამოიყენეთ ჭურჭელზე მითითებული მჟავას კონცენტრაცია.

2. გამოიყენეთ შპრიცი და ბლაგვი ნემსი ორგანული მჟავას წყალხსნარის 2მლ-ის სინჯარაში გადასატანად.

ა) დაამატეთ ინდიკატორის თიმოლის ლურჯი-ს 2 წვეთი წყალხსნარს სინჯარაში. თიმოლის ლურჯს აქვს ყვითელი ფერი მჟავაში და ლურჯი ფუძეში. ბოლო წერტილში ინდიკატორი მწვანდება, როდესაც ის გადადის ყვითელიდან ლურჯში.

ბ) “დატიტრეთ” სინჯარაში მოთავსებული წყალხსნარი 0,1მ $NaOH$ -ით ნელი დამატებით 1მლ-იანი შპრიციდან. პერიოდულად შეწყვიტეთ დამატება და შეანჯღრიეთ სინჯარა, რათა $NaOH$ შერეული იყოს ხსნართან. $NaOH$ უნდა დაამატოთ წვეთ-წვეთად, როდესაც მიუახლოვდებით ბოლო წერტილს.

გ) განათავსეთ განეიტრალებული მჟავას ხსნარი ნარჩენების კონტეინერში, ხოლო შპრიცი და ბლაგვი ნემსი გარეცხეთ.

ანალიზი, სამუშაო 1

ა) რა ხდება, როდესაც ერთმანეთში ირევა წყალი და ტოლოული?

ბ) დაწერეთ სამი გაწონასწორებული ქიმიური რეაქცია თითოეული ორგანული მჟავას $NaOH$ -ით განეიტრალების დროს.

გ) გამოთვალეთ მჟავას წყალხსნარის კონცენტრაცია. შეიტანეთ თქვენს მიერ დატიტრული მჟავას კონცენტრაცია ცხრილში, რომელშიც ჩაწერილია თითოეული ორგანული მჟავას საწყისი კონცენტრაციები.

დისკუსია, სამუშაო 1

ა) მეორე ნაწილში თქვენ შეისწავლით ორგანული მჟავების მოძრაობას ორ გამხსნელს შორის. რა ზემოქმედებას ახდენს შერევა ამ პროცესზე?

ბ) შეაგროვეთ 1-ლ ნაწილში გამოთვლილი კონცენტრაციები სამივე გამოცდილი მჟავასათვის. როგორ ეთანადება ეს მნიშვნელობები ჭურჭლებზე მითითებულ სიდიდეებს?

გ) თუ მჟავას მოლეკულები გაიხსნა ტოლუოლში და არა წყალში, როგორ განსაზღვრავთ მათ კონცენტრაციას?

დ) წააწყდით რაიმე სიძნელეებს, რაც გათვალისწინებული იყო ექსპერიმენტების დაგეგმვისას?

ე) გამოჩნდა ისეთი რამ, რაც დაგეხმარებათ იმაში, რომ შემდეგი ექსპერიმენტი იყოს უფრო ეფექტური?

ნარჩენების განთავსება

პროდუქტი გადაიტანეთ ნარჩენის კონტეინერში

სამუშაო 14.2. ორგანული მჟავების წონასწორობა გამხსნელის საზღვარზე

გამოკვლევა

გამოიყენეთ მეთოდიკა, რომლითაც ისარგებლეთ 1-ლ ნაწილში, რათა შეისწავლოთ სამი ორგანული მჟავას განაწილება წყალ-ტოლუოლის ფაზათა გაყოფის საზღვარზე. განსაზღვრეთ, სულ ცოტა, ორი პასუხი, რომელიც უნდა გასცეთ, დაადგინეთ, თუ რა ექსპერიმენტებია საჭირო, რა დრო დაჭირდება თითოეულ ექსპერიმენტს და თითოეული ხსნარის საჭირო მოცულობები.

ექსპერიმენტული მეთოდიკა

1. ძმარმჟავა ტოლუოლში. შეიტანეთ 50 მლ ტოლუოლი 100 მლ-იან ჭურჭელში. დაამატეთ 1/4-დან 1/2-მდე სუფთა (ყინულოვანი, 18მ) ძმარმჟავა, და არა 1მ ძმარმჟავას ხსნარი, ტოლუოლს და შეანჯღრიეთ მჟავას გასახსნელად. ეს

იძლევა მმარმყავას საკმარის მოცულობას, გახსნილს ტოლუოლში, 25 ცდისათვის.

2. თქვენს მიერ ჩატარებულ თითოეულ ცდაში წარმოქმენით ფაზათა გაყოფის საზღვარი ტოლუოლსა და მჟავას წყალხსნარს შორის ან წყალსა და მჟავას ტოლუოლის ხსნარს შორის. შეურიეთ ფენები და საშუალება მიეცით მჟავას, რათა განაწილდეს ორ გამხსნელს შორის. გააცალკევეთ ორი ფენა და განსაზღვრეთ მჟავას კონცენტრაცია თითოეულ ფენაში.
3. ტოლუოლის ფენების დატიტვრა პრობლემურია, რადგან ტოლუოლი არ ირევა $NaOH$ -ის წყალხსნარში და ინდიკატორში. დატიტვრისას მჟავა ტოლუოლის ფენიდან უნდა ექსტრაგირდეს წყლის ფენაში. შეანჯღრიეთ სინჯარა $NaOH$ -ის ჩაწვეთებებს შორის და დააკვირდით წყლიანი ფენის ფერს, რომელშიც ინდიკატორია. თუ წყლიანი ფენა ლურჯია, შენჯღრევის შემდეგ 30 წმ-ის განმავლობაში, მჟავა მთლიანად არის ექსტრაგირებული ტოლუოლის მიერ და დატიტვრა დასრულდა. თუ დატიტვრა შეუძლებელია შესაბამის ფენაში მჟავას ძალიან მცირე რაოდენობის გამო, $NaOH$ უნდა განზავდეს.

ანალიზი, სამუშაო 2

ა) გამოთვალეთ მჟავას კონცენტრაცია თითოეულ დატიტრულ ფენაში.

ბ) თითოეული სისტემის წონასწორობის მუდმივას გამოთვლა შესაძლებელია მჟავას კონცენტრაციის განსაზღვრით თითოეულ სითხეში და ამ კონცენტრაციების გაყოფით.

$$K = \frac{[\text{ორგანული მჟავა}]_{\text{ტოლუოლი}}}{[\text{ორგანული მჟავა}]_{\text{წყალი}}}$$

დისკუსია, სამუშაო 2

ა) რას გეუბნებათ წონასწორობის მუდმივა თითოეული მჟავას ფარდობით განაწილებაზე ტოლუოლსა და წყალს შორის?

ბ) რა ტენდენციები ან ქცევები შეამჩნიეთ?

გ) არის რაიმე განსხვავება იმ სიტუაციებს შორის, როდესაც ძმარმყავა ჯერ იხსნება პოლარულ გამხსნელში და როდესაც ის თავდაპირველად იხსნება არაპოლარულ გამხსნელში?

დ) რა ემართება წონასწორობის მუდმივას მჟავას განაწილებისათვის ტოლუოლსა და წყალს შორის, როდესაც მოლეკულის არაპოლარული ნაწილი იზრდება?

ნარჩენების განთავსება

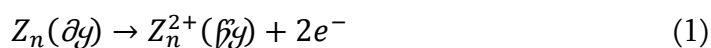
პროდუქტები განათავსეთ შესაბამის კონტეინერში. გამოყენებული შპრიცები ჩააწყეთ ყუთში, რომელიც განცალკევებულია გამოსაყენებელი შპრიცის ყუთისგან.

თავი 15. ელექტროქიმია, გალვანური ელემენტები, ელექტროქიმიური უჯრედები

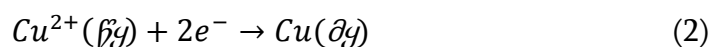
15.1. გალვანური ელემენტები

შესავალი

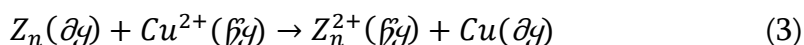
ჟანგვა არის პროცესი, როდესაც ნივთიერება გადასცემს ელექტრონებს მეორე ნივთიერებას. როდესაც ნივთიერება რეაქციაში იჟანგება, ნივთიერების დაჟანგულ ფორმას აქვს ელექტრონების ნაკლები რაოდენობა, ვიდრე აღდგენილ ფორმას. შემდეგი განტოლების თანახმად, მეტალური თუთია არის აღდგენილი ფორმა და თუთია (II) – დაჟანგული ფორმა.



აღდგენა არის პროცესი, როდესაც ნივთიერება იძენს ელექტრონს სხვა ნივთიერებიდან. შემდეგი რეაქციის მიხედვით, სპილენძის (II) იონები აღდგება მეტალურ სპილენძამდე.



ჟანგვას ყოველთვის თან ახლავს აღდგენა. აღდგენას, თავის მხრივ, ყოველთვის თან ახლავს ჟანგვა. ელექტრონები შეიძლება გაჩნდნენ რომელიმე ნივთიერებიდან და გადავიდნენ სხვა ნივთიერებაში. თუმცა ჩვენ შეგვიძლია დავწეროთ (1) და (2) რეაქციების ანალოგიური ნახევრადრეაქციები, მაგრამ ასეთი რეაქცია არ არის დასრულებული ქიმიური რეაქცია. ეს ზუსტად ის არის, რასაც გვეუბნება დასახელება – ნახევრადრეაქცია. განტოლება (3) გამოსახავს დასრულებულ რეაქციას, რომელშიც მეტალური თუთია იჟანგება სპილენძის (II) იონით თუთია (II) იონის წარმოქმნით. იმავდროულად სპილენძის(II) იონი აღდგება მეტალური თუთიით მეტალური სპილენძის წარმოქმნით.



ჟანგვა-აღდგენის რეაქციები მიმდინარეობს ორი ნივთიერების პირდაპირი კონტაქტის დროს. შეიძლება ჟანგვა-აღდგენის რეაქციების მიმდინარეობა არაპირდაპირი გზით ელექტრონების მავთულში მოძრაობისას? შეიძლება ასეთი რეაქციების მიმდინარეობა არამეტალურ ნაერთებს შორის?

სამუშაო 15.1.1. ზოგიერთი მეტალი-მეტალის იონი სისტემები

მასალები: 48 ფოსოიანი კულტურალური პლანშეტი (ფირფიტა), ზუმფარის ქაღალდი, ფილტრის ქაღალდი, შედარების ელექტროდი(ვერცხლი/ვერცხლის ქლორიდი), ინდიკატორული ელექტროდი (პლატინის მავთული), ვოლტმეტრი.

ქიმიური რეაქტივები და ინფორმაცია უსაფრთხოების შესახებ

ნაერთი	პოტენციური საფრთხე	უსაფრთხოების ზომები
სპილენძის (II) სულფატი 1მ CuSO ₄ (წყ)	აღიზიანებს კანს და სასუნთქ მილს	ხელთათმანები და დამცავი სათვალები
მეტალური სპილენძი, Cu (მყ)	სუსტი გაღიზიანება	ხელთათმანები და დამცავი სათვალები
იოდი/კალიუმის იოდიდის ხსნარი, I ₃ ⁻ /I ⁻ (წყ)	აღიზიანებს კანს და თვალებს, იწვევს ალერგიას, რაც ვლინდება ამ მასალასთან განმეორებით მუშაობის დროს	ხელთათმანები და დამცავი სათვალები
მეტალური რკინა (ლურსმნები), Fe (მყ)	–	–
რკინის (III) ქლორიდი, 0,1მ FeCl ₃ (წყ)	კოროზიულია. აღიზიანებს კანს და იწვევს წვას	ხელთათმანები და დამცავი სათვალები
რკინის (II) სულფატის ჰეპტაჰიდრატი, FeSO ₄ ·7H ₂ O (მყ)	აღიზიანებს კანს და თვალებს	ხელთათმანები და დამცავი სათვალები

ნაერთი	პოტენციური საფრთხე	უსაფრთხოების ზომები
მეტალური მაგნიუმი Mg (მყ)	აალებადია, რეაგირებს წყალთან	ხელთათმანები და დამცავი სათვალები მოარიდეთ ნესტს და ალს
მაგნიუმის სულფატის ჰექტაჰიდრატი, MgSO ₄ ·7H ₂ O (მყ)	აღიზიანებს კანს და თვალებს	ხელთათმანები და დამცავი სათვალები
კალას ქლორიდი 1მ SnCl ₂ (წყ)	აღიზიანებს კანს და თვალებს	ხელთათმანები და დამცავი სათვალები
მეტალური კალა, Sn (მყ)	აღიზიანებს კანს და თვალებს	ხელთათმანები და დამცავი სათვალები
ნატრიუმის ნიტრატი 1მ Na NO ₃ (წყ)	იწვევს გაღიზიანებას	ხელთათმანები და დამცავი სათვალები
თუთიის სულფატი 1მ ZnSO ₄ (წყ)	აღიზიანებს კანს და თვალებს	ხელთათმანები და დამცავი სათვალები
მეტალური თუთია, Zn (მყ)	აღიზიანებს კანს და თვალებს	ხელთათმანები და დამცავი სათვალები

სამუშაო 15.1.1ა. სპილენძ-თუთიის სისტემა

ექსპერიმენტული მეთოდика

პირდაპირი რეაქცია

გახსოვდეთ: თუ თქვენ ადრე აკვირდებით ერთ ან ორივე ამ რეაქციას, არ არის საჭირო ამ დაკვირვების გამეორება.

გაასუფთავეთ ფოსოები 48-ფოსოიან ფირფიტაზე აირჩიეთ ორი ფოსო და სანახევროდ შეავსეთ 1მ CuSO₄-ით. მეორე ფოსო სანახევროდ შეავსეთ 1მ ZnSO₄ -

ით, აიღეთ მეტალური სპილენძის და მეტალური თუთიის თითო-თითო პატარა ნაჭერი.

2- მოათავსეთ მეტალური სპილენძი 1მ $ZnSO_4$ -ის ხსნარში. მოათავსეთ მეტალური თუთია 1მ $CuSO_4$ -ის ხსნარში. დააკვირდით ორივე ფოსოს რეაქციის რაიმე ნიშნის დასადგენად. ჩაიწერეთ დაკვირვებები. დააყოვნეთ ხსნარები რამდენიმე წუთით, რათა რეაქცია განვითარდეს დროში. ცდისას პასუხი გაეცით შემდეგ შეკითხვებს.

შეამოწმეთ ფოსო, რომელშიც მოათავსებულია სპილენძის აღდგენილი ფორმა და თუთიის დაჟანგული ფორმა.

- არის ქიმიური რეაქციის რაიმე ნიშანი?
- შეიცვალა თუთიის დაჟანგული ფორმა?
- საკმარისია სპილენძის აღდგენილი ფორმა თუთიის დაჟანგული ფორმის აღსადგენად?

შეამოწმეთ ფოსო, რომელშიც მოათავსებულია თუთიის აღდგენილი ფორმა და სპილენძის დაჟანგული ფორმა.

- არის ქიმიური რეაქციის რაიმე ნიშანი?
- შეიცვალა თუთიის აღდგენილი ფორმა?
- შეიცვალა სპილენძის დაჟანგული ფორმა?
- საკმარისია თუთიის აღდგენილი ფორმა სპილენძის დაჟანგული ფორმის აღსადგენად?

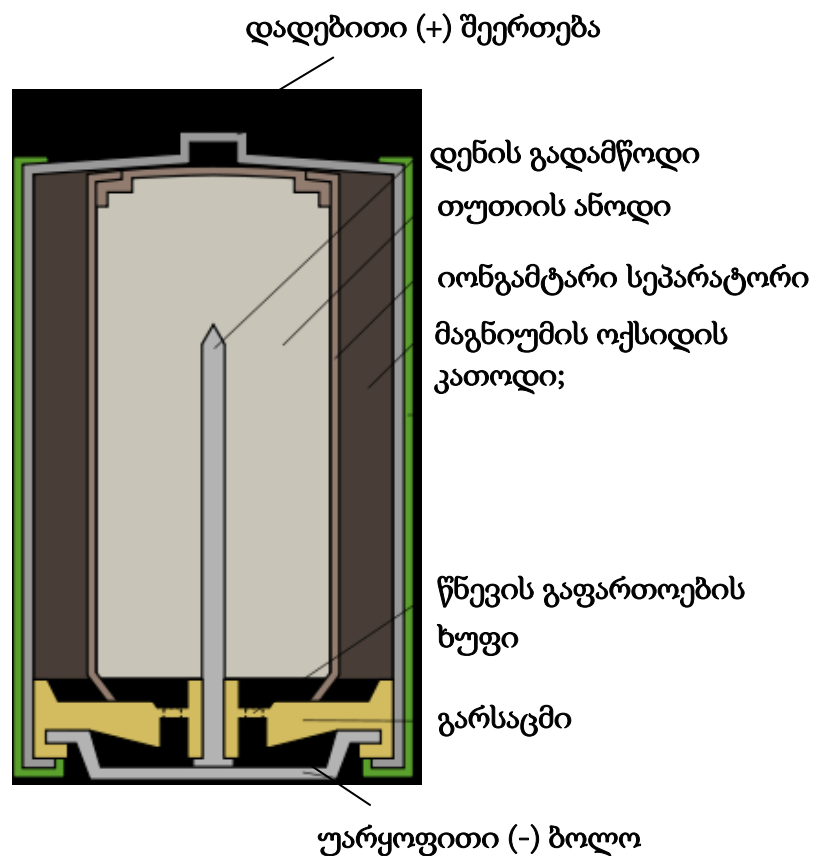
დაწერეთ გაწონასწორებული ქიმიური განტოლება თქვენს მიერ დაკვირვებული რეაქციისათვის.

ახლა დაწერეთ ეს განტოლება როგორც ორი ნახევრადრეაქცია თითოეული რეაგენტისთვის.

არაპირდაპირი რეაქცია

შეიძლება თუ არა იმ რეაქციის არაპირდაპირი გზით ჩატარება, რომელსაც თქვენ დააკვირდით, მავთულის გამოყენებით ელექტრონების გადასატანად, როგორც ეს ნაჩვენებია (1) და (2) რეაქციებით?

ეს არაპირდაპირი ჟანგვა-აღდგენის რეაქცია არის გალვანური ელემენტის საფუძველი. ელემენტში უნდა მიმდინარეობდეს ორი ნახევრადრეაქცია, რომლებიც განცალკევებულია, ნებისმიერი პირდაპირი რეაქციის თავიდან აცილების მიზნით, წინააღმდეგ შემთხვევაში ქიმიური რეაგენტები დაიხარჯება პირდაპირ რეაქციაში და ელემენტის გამოყენება შეუძლებელი იქნება. ელემენტის ნაწილები შეერთებული უნდა იყოს ისეთნაირად, რომ შეიკრას სრული წრედი, წინააღმდეგ შემთხვევაში ელექტრონები არ იმოძრავენ და არაპირდაპირი რეაქცია არ განვითარდება. ეს შეერთება ისე უნდა შესრულდეს, რომ თითოეული ნაწილის მუხტი უნდა იყოს შენარჩუნებული. ნახ. 19-ზე მოტანილია ტუტე ელემენტის სქემა. საყურადღებოა, რომ თუთიის ანოდი და მანგანუმის ოქსიდის კათოდი განცალკევებულია. ასევე, გამყოფი იონებს მასში გასვლის საშუალებას აძლევს. ხშირად ამ ფუნქციას ასრულებს მარილის ბოგირი.



ნახ. 19. ტუტე ელემენტის აგებულება.

1. გამოიყენეთ 48 ფოსოიანი ფირფიტის მეზობელი ფოსოები ხსნარის შესანახად. რომელ მეტალს მოათავსებთ და რომელ ხსნარში ნახევრადრეაქციის შესაქმნელად? როგორ აპირებთ წარმოქმნილი ელექტრული მუხტის დისბალანსის თავიდან აცილებას? (როგორ მოაწყობთ ბოგირს ორ ელემენტს შორის, რომელშიც გავა იონები?). როგორ დაადგენთ რეაქციის მიმდინარეობის ფაქტს?

2. ჩაატარეთ რეაქცია თქვენი გეგმის მიხედვით. შეამოწმეთ მეტალები.

- არის ქიმიური რეაქციის მიმდინარეობის რაიმე ნიშანი?
- შეიცვალა სპილენძი?
- შეიცვალა თუთია?
- შეიცვალა რაიმე ხსნარი?
- არის არაპირდაპირი რეაქციის მიმდინარეობის რაიმე ნიშანი? თუ ასეთი ნიშანი არ არის რამდენიმე წუთის შემდეგ, ნიშნავს თუ არა ეს იმას, რომ რეაქცია არ შედგა?

ლაბორატორიაში ხელმისაწვდომია ვოლტმეტრები.

- შეიძლება ორ მეტალს შორის პოტენციალთა სხვაობის განსაზღვრა? თუ ეს ასეა, ეს არის ორი ნახევრადრეაქციის ელექტრული პოტენციალი.
- რას ნიშნავს ეს ელექტრული პოტენციალი არაპირდაპირი რეაქციისათვის?
- არის ეს პოტენციალი დადებითი ან უარყოფითი?
- ცვლის ვოლტმეტრზე მავთულის შეერთებების გადართვა გაზომილ პოტენციალს?
- რატომ არის მნიშვნელოვანი ის ფაქტი, თუ რომელი ნახევრადრეაქცია არის მიერთებული ვოლტმეტრის რომელ შესასვლელთან?

ნარჩენების განთავსება

ცდის დამთავრების შემდეგ მოხსენით ელექტროდები და გარეცხეთ გამოხდილი წყლით. დააბრუნეთ ისინი საწყის კონტეინერებში შემდეგი გამოყენებისათვის. გადაიტანეთ ფოსოების შემცველობა ნარჩენების კონტეინერში და კარგად გარეცხეთ ფოსოები გამოხდილი წყლით.

ანალიზი, სამუშაო 1ა

ა) უპასუხეთ ზემოთ ჩამოწერილ კითხვებს სპილენძ-თუთიის სისტემის შესახებ და პასუხები შეიტანეთ რვეულში.

დისკუსია, სამუშაო 1ა

ა) ახსენით საკუთარი სიტყვებით, თუ რა მოხდა თქვენს მიერ დაკვირვებულ პირდაპირ რეაქციაში. როგორია ამ პირდაპირი ჟანგვა-აღდგენის რეაქციის ქიმიური განტოლება.

ზოგიერთი ტერმინი

არაპირდაპირი რეაქცია ორი ნახევრადრეაქციით განცალკევებულ ნაწილებში, რომლებიც შეერთებულია ელექტრულად, განიხილება როგორც **ელექტროქიმიური უჯრედი**. ეს სახელწოდება გვეუბნება, რომ ელექტრონების წყაროს წარმოადგენს ქიმიური რეაქცია, რომელსაც ადგილი აქვს ორ ნახევრადრეაქციას შორის. თითოეული ნახევრადრეაქცია განიხილება როგორც ნახევრადუჯრედი. თითოეული ნახევრადუჯრედი შეიძლება ალტერნატიულად განხილულ იქნას როგორც ელექტროდი, თუმცა ზუსტად რომ ვთქვათ, მეტალი ფაქტობრივად ელექტროდს წარმოადგენს. ელექტროდს, რომელზეც ჟანგვის რეაქცია მიმდინარეობს, ელემენტის ანოდს უწოდებენ. ელექტროდს, რომელზეც აღდგენის რეაქცია მიმდინარეობს, უწოდებენ ელემენტის კათოდს. იონების გამტარს, რომელიც აერთებს ორ ნახევრადელემენტს, მარილის ბოგირი ეწოდება.

- a) შეასრულეთ სპილენძ-თუთიის ელემენტის ნახაზი. მონიშნეთ ამ ელემენტის ყველა ნაწილი, უჩვენეთ ელექტრონების ნაკადის და იონების მოძრაობის მიმართულებები. აღნიშნეთ აღდგენილი და დაჟანგული ნივთიერებები.
- b) ახსენით თქვენი სიტყვებით, თუ რა მოხდება თქვენს მიერ ჩატარებული ცდის დროს პირდაპირ რეაქციაში. არის არაპირდაპირი ჟანგვა-აღდგენის რეაქციის ქიმიური განტოლება იგივე, რაც პირდაპირი რეაქციის დროს?

სამუშაო 15.1.1ბ. სპილენძ-კალას სისტემა

ექსპერიმენტული მეთოდისა

გაიმეორეთ ექსპერიმენტი, ისე როგორც 1ა ნაწილში, ოღონდ თუთიის ყველა რეაგენტი შეცვალეთ კალას რეაგენტებით. ჩაიწერეთ ყველა მონაცემი და უპასუხეთ იგივე კითხვებს.

ანალიზი და დისკუსია, სამუშაო 1ბ

ა) უპასუხეთ იგივე კითხვებს, რაც 1ა სამუშაოში, ოღონდ სპილენძ-კალას სისტემისთვის ნაცვლად სპილენძ-თუთიის სისტემისა.

ბ) გამოიყენეთ მხოლოდ 1ა და 1ბ სამოშაოების შედეგები კალა-თუთიის ელემენტის პოტენციალის გამოსათვლელად. ამის ჩატარებამდე განიხილეთ შემდეგი ანალოგია: სწორხაზოვან ტრასაზე განლაგებულია სამი ქალაქი. ქალაქი A 10 მილით არის დაშორებული ქალაქ B-დან და ქალაქი C-15 მილით ქალაქ B-დან. რა მანძილით არის დაშორებული ქალაქი A ქალაქ C-დან? არის ერთზე მეტი შესაძლო პასუხი? რა დამატებითი ინფორმაციაა საჭირო ამ კითხვაზე პასუხის გასაცემად? თქვენი მასწავლებელი ჩაატარებს დისკუსიას, რომელიც დაიწყება შეკითხვებით, თუ რა იცით თქვენ სპილენძ-თუთიის ელემენტის შესახებ და რა იცით სპილენძ-კალას ელემენტის შესახებ.

გ) დისკუსიის შემდეგ, ახსენით საკუთარი სიტყვებით, თუ როგორ გააკეთებთ ამას მხოლოდ თქვენს მიერ მოპოვებული ინფორმაციის გამოყენებით.

სამუშაო 15.1.1გ. კალა-თუთიას სისტემა

ექსპერიმენტული მეთოდика

ექსპერიმენტი გაიმეორეთ 1ა ნაწილის მითითებების მიხედვით, ოღონდ სპილენძის ყველა რეაგენტი შეცვალეთ კალას რეაგენტებით. ჩაიწერეთ ყველა მონაცემი და უპასუხეთ იგივე კითხვებს.

ანალიზი და დისკუსია, სამუშაო 1გ

ა) უპასუხეთ 1ა ნაწილის დისკუსიის კითხვებს კალა-თუთიას სისტემის შესწავლისას მიღებული შედეგების გამოყენებით.

ბ) როგორ გამოთვლით კალა-თუთიას სისტემის პოტენციალს თქვენს მიერ მიღებული მონაცემების საფუძველზე?

სამუშაო 15.1.2. დამატებითი ელემენტების გამოკვლევა

გამოკვლევა

- დაამზადეთ ისეთი ელემენტები, რომლებიც საშუალებას მოგცემთ მოათავსოთ მაგნიუმი და რკინა ელექტროდების ზრდად რიგში. ხელმისაწვდომია რკინის Fe^{2+} და Fe^{3+} ორი მარილი. მოახდენს თუ არა რკინის კათიონის მუხტი ელემენტის პოტენციალზე გავლენას?

იმოქმედებს მარილის ხსნარის კონცენტრაცია გასაზომი პოტენციალის სიდიდეზე? თუ ასეა, რა სიმძლავრის იქნება ეფექტი?

- შეიძლება ელექტროდის დამზადება და გამოყენება ელემენტში პოტენციალის გასაზომად იმ შემთხვევაში, როდესაც Fe^{3+} აღდგება Fe^{2+} -დ? ცხადია, თქვენ ვერ მიამაგრებთ მავთულს იონს, რომელიც ხსნარშია, მაგრამ შეგიძლიათ მოათავსოთ არამორეაგირე მეტალის მავთული ხსნარში იმის საჩვენებლად, თუ რა პირობებს შექმნის ის ხსნარში: პლატინის ინდიკატორული ელექტროდი

სწორედ ამ მიზნითაა დამზადებული. ის მყიფეა და ძვირი, ამიტომ მასწავლებელი გიჩვენებთ, თუ როგორ უნდა მასთან მუშაობა.

- გამოიყენეთ თქვენი ცოდნა, მიღებული, Fe^{3+}/Fe^{2+} ელექტროდის შესწავლიდან, რათა დაამზადოთ ელემენტი, მის მოსათავსებლად ელექტროდების რიგში იოდის ალდგენა - I_2 - ან იოდიდ-იონამდე I^- . იოდი ცუდად იხსნება წყალში, მაგრამ ძალიან ადვილად იხსნება იოდიდ-იონების შემცველ ხსნარში ტრი-იოდიდ იონის, I_3^- , წარმოქმნით. თქვენ გეძნებათ კალიუმის იოდიდის დედახსნარი რომელშიც გახსნილია იოდი. ხსნარი აღინიშნება როგორც I_3^-/I^- და გამოიყენება „როგორც არის“ შესაბამისი ელექტროდის დასამზადებლად.

ანალიზი და დისკუსია, სამუშაო 2

- შეიტანეთ თქვენს მიერ გაზომილი ელემენტის პოტენციალები ცხრილში. მოამზადეთ ელექტროდების კლასიფიკაცია სწორი თანმიმდევრობით ექსპერიმენტული შედეგების მიხედვით.
- სხვადასხვა ჯგუფები იყენებენ სხვა ცნობილ ელექტროდებს ელემენტების დასამზადებლად. ეთანხმება ელექტროდების კლასიფიკაცია ყველა გაზომილ ელემენტის პოტენციალს? თუ არა, რითი ახსნით ამ განსხვავებას?
- ელექტროდების რიგში განთავსებისას თქვენ უნდა გადაწყვიტოთ თუ რომელი ელექტროდი იქნება სიის სათავეში. აღწერეთ საბოლოო განლაგება. იწყება ეს განლაგება საუკეთესო აღმდგენელი ელექტროდით და შემდეგ უარესისაკენ თუ ის იწყება უარესით და გრძელდება საუკეთესო აღმდგენელ ელექტროდადმე?

სამუშაო 15.1.3. ელექტროდების აღდგენის პოტენციალები

გამოკვლევის საფუძველი

თქვენს მიერ ჩატარებული ელექტროდების კლასიფიკაცია სასარგებლოა ერთი ელექტროდის აღდგენითი თვისების შესადარებლად მეორე ელექტროდის მიმართ. მაგრამ ეს არ მოგცემთ საშუალებას დაამატოთ შედეგები ლაბორატორიის სხვა ნაწილიდან, სადაც სხვა ელექტროდები იყო გაზომილი. ეს მეორე ნაწილი მუშაობდა გალვანურ ელემენტებზე, მაგრამ ამ დროს შესწავლილი არცერთი ელექტროდი არ ეთანადებოდა თქვენს მიერ გამოყენებულ ელექტროდებს. მეორე ნაწილმა გამოიყენა კომერციულად ხელმისაწვდომი ელექტროდები, დამზადებული სპილენძის ქლორიდიდან, რომელიც დალექილი იყო სპილენძის მავთულზე. თქვენს ლაბორატორიაში არის ვერცხლი/ვერცხლის ქლორიდის შედარების ელექტროდი

გამოკვლევა

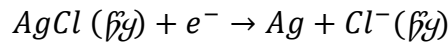
ჩაატარეთ გაზომვები, რათა ზუსტად მოათავსოთ სპილენძი/სპილენძის ქლორიდის ელექტროდი სწორ ადგილას რიგში.

ნარჩენების განთავსება

მოხსენით მეტალის ელექტროდები და გარეცხეთ განზავებული წყლით. დააბრუნეთ ისინი საწყის კონტეინერებში შემდეგი გამოყენებისათვის. გადაიტანეთ ფოსოების შემცველობა ნარჩენების კონტეინერში და ფოსოები კარგად გარეცხეთ გამოხდილი წყლით.

ანალიზი, სამუშაო 3

ა) არის გარკვეული პრობლემები სხვადასხვა ლაბორატორიაში გაზომილი ელექტროდების პოტენციალებთან დაკავშირებით, რადგან თითოეული ლაბორატორია იყენებს განსხვავებულ ათვლის წერტილს. მოწოდებულია სტანდარტი – წყალბადის სტანდარტული ელექტროდი, როგორც ათვლის წერტილი 0,0 ვოლტ პოტენციალის მნიშვნელობით წყალში მყოფ წყალბადის იონის აირად წყალბადამდე აღსადგენად. ამ სტანდარტის გამოყენებით გაიზომა აღდგენის პოტენციალი +0,22 ვოლტი ვერცხლი/ვერცხლის ქლორიდის ელექტროდისათვის. აღდგენის პოტენციალი ეხება ელექტროდულ რეაქციას, რომელიც ჩაწერილია როგორც აღდგენის რეაქცია:



ბ) გაანალიზეთ ჯგუფის მონაცემები და გამოთვალეთ აღდგენის პოტენციალი თითოეული ელექტროდისათვის და დაამატეთ +0,22 ვოლტი მნიშვნელობა ვერცხლი/ვერცხლის ელექტროდისათვის.

დისკუსია, სამუშაო 3

როდესაც შეადგენთ სრულ ცხრილს, იპოვეთ თქვენს მიერ გალვანურ ელემენტში გამოყენებული ნებისმიერი ორი ელექტროდის აღდგენის მაჩვენებლები.

- გამოთვალეთ თქვენს ცხრილში მოცემული ორი ელექტროდის აღდგენის პოტენციალებს შორის განსხვავება.
- როგორ ეთანადება ეს გამოთვლილი სიდიდე მნიშვნელობას, რომელიც თქვენ გაზომეთ ამ უჯრედისათვის. არის ასეთი თანხვედრა?
- როგორ ეთანხმება ეს მონაცემები სხვა სტუდენტების მონაცემებს?
- რატომ არ გამოიყენება კოეფიციენტები ელემენტის პოტენციალების გამოსათვლელად?

თუმცა ამ ექსპერიმენტში თქვენ არ გამოიყენეთ წყალბადის სტანდარტული ელექტროდი თქვენს მიერ დამზადებულ არცერთ ელემენტში, თქვენ მიიღეთ

ინფორმაცია, რომელიც საშუალებას გაძლევთ განათავსოთ ეს ელექტროდი ელექტროდების ცხრილში.

- მოათავსეთ წყალბადის სტანდარტული ელექტროდი სწორ პოზიციაზე აღდგენის პოტენციალების თქვენს ცხრილში
- ახსენით საკუთარი სიტყვებით, თუ რატომ არის მნიშვნელოვანი იმის ცოდნა, თუ სად არის განთავსებული წყალბადის სტანდარტული ელექტროდი ამ ცხრილში.

15.2. ელექტროქიმიური უჯრედები

შესავალი

თქვენ უკვე იცით, თუ როგორ წარმოიქმნება ელექტრობა ჟანგვა-აღდგენის რეაქციების საშუალებით. აქ თქვენ გაიგებთ, შეუძლია თუ არა ელექტრობამ გამოიწვიოს ქიმიური რეაქცია. ელექტროქიმიურ უჯრედში მეტალთა იონების ხსნარში დენის გავლის შემდეგ ვითარდება არათავისთავადი რეაქცია, რომლის მიმართულება თავისთავადი რეაქციის საწინააღმდეგოა. ელექტროქიმიური უჯრედის ეს სახეობა განიხილება როგორც ელექტროლიტური უჯრედი და პროცესს ელექტროლიზი ეწოდება. 1-ლ სამუშაოში თქვენ გამოიყენებთ ელექტროლიზის პროცესს კალიუმის სულფატის, კალიუმის იოდიდის და სპილენძის სულფატის საშუალებით.

ელექტროლიზი ფართოდ გამოიყენება. მაგალითად, მრავალი მეტალი, როგორცაა Al, Cu და Ag არ არის ნაპოვნი მათ სუფთა ელემენტურ მდგომარეობაში, ამის სანაცვლოდ ისინი არსებობენ როგორც მეტალთა ოქსიდები. ელექტროლიზის საშუალებით შეიძლება სუფთა მეტალების მიღება მათი ხსნარებიდან. ელექტროლიზის ყველაზე გავრცელებული გამოყენებაა “გალვანური დაფარვა“ ანუ მეტალის თხელი ფენის დაფენა გამტარ ზედაპირზე. გალვანური დაფარვა სხვადასხვა მიზნით ხორციელდება: ზედაპირის გარეგნობის გაუმჯობესება, კოროზიული მედეგობის უზრუნველყოფა, ცვეთამედეგობის გაუმჯობესება და უბრალოდ ზედაპირის სისქის გაზრდა. მე-2 სამუშაოში თქვენ ჩაატარებთ მეტალური სპილენძის გალვანურ დაფარვას (მოსპილენძებას)

ფარადეიმ დაადგინა დამოკიდებულება გამოყენებული მუხტის რაოდენობასა და დაფარული მეტალის რაოდენობას შორის. ეს დებულება ცნობილია როგორც ელექტროლიზის ფარადეის კანონი და მათემატიკურად ასე გამოისახება:

$$\text{სრული მუხტი (კულონებში)} = nF,$$

სადაც F - ფარადეის მუდმივაა (ელექტრონის ერთი მოლის მუხტი, 96485 კულ მოლი⁻¹); n - გადატანილი ელექტრონების რაოდენობა.

რადგან გადატანილი ელექტრონების მოლების რიცხვი განსაზღვრავს რაოდენობას ანუ დაფარულ მასას, სრული მუხტი, რომელიც აუცილებელია მეტალის გარკვეული მასის დასაფარავად, გამოითვლება ამ განტოლებიდან.

სამუშაო 15.2.1. ელექტროლიზის შესწავლა

ამ ნაწილში თქვენ დააკვირდებით სამი წყალხსნარის: კალიუმის სულფატის, კალიუმის იოდიდის და სპილენძის (II) სულფატის ელექტროლიზს.

ქიმიური რეაქტივები და ინფორმაცია საფრთხის შესახებ

ქიმიური ნაერთი	პოტენციური საფრთხე	უსაფრთხოების ზომები
კალიუმის სულფატი K_2SO_4 (წყ)	აღიზიანებს კანს და თვალებს	ხელთათმანები და დამცავი სათვალებები
ბრომთიმოლის ლურჯი $C_{27}H_{27}BrO_2SNa$	აღიზიანებს კანს და თვალებს	ხელთათმანები და დამცავი სათვალებები
კალიუმის იოდიდი KI (წყ)	აღიზიანებს კანს და თვალებს	ხელთათმანები და დამცავი სათვალებები
ფენოლფტალეინი $C_{20}H_{14}O_4$ (ბ)	აღიზიანებს კანს და თვალებს	ხელთათმანები და დამცავი სათვალებები

ქიმიური ნაერთი	პოტენციური საფრთხე	უსაფრთხოების ზომები
სპილენძის სულფატი $CuSO_4$ (წყ)	აღიზიანებს კანს და თვალებს	ხელთათმანები და დამცავი სათვალები

სამუშაო 15.2.1ა. კალიუმის სულფატის (K_2SO_4) წყალხსნარის ელექტროლიზი

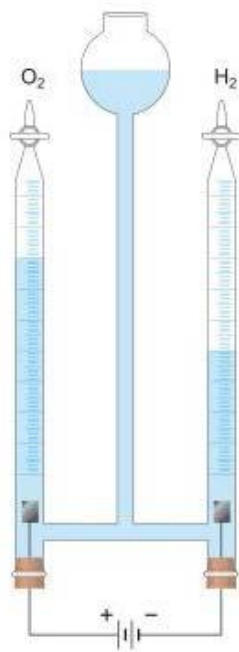
მასალები: ჰოფმანის აპარატურა ელექტროლიზისათვის, კვების წყარო, მულტიმეტრი.

წინასწარი კითხვები

- რა ქიმიური ნივთიერებები იმყოფება ხსნარში?
- ჟანგის და აღდგენის რომელი ნახევრადრეაქციები შეიძლება მიმდინარეობდნენ ამ ნივთიერებებში?
- რა დაკვირვებებს ელოდებით, რომლებიც დაგეხმარებათ იმის დადგენაში, რომ ერთ-ერთი ასეთი რეაქცია რეალურად წარიმართა?
- რა მიმართულებით იმოდრავენ ელექტრონები კვების წყაროს ჩართვის შემდეგ?

ექსპერიმენტული მეთოდოლოგია

თქვენი მასწავლებელი ჩართავს კვების წყაროს და აპარატურას ელექტროლიზისათვის. ხელსაწყოს გამარტივებული სქემა ასეთია (ნახ. 20).



ნახ. 20. ჰოფმანის ელექტროლიზერის სქემა.

ჩაინიშნეთ, თუ რა ხდება ელექტროლიზის დაწყებამდე და ნებისმიერი ნიშანი ქიმიური რეაქციისა ელექტროლიზის დაწყების შემდეგ. სასარგებლოა აღწეროთ აპარატურა თქვენს რვეულში.

გაწმენდა

ექსპერიმენტის დასრულების შემდეგ გადაიტანეთ ხსნარი შესაბამის კონტეინერში. შეიძლება ხსნარის ხელმეორედ გამოყენება.

ანალიზი და დისკუსია, სამუშაო 1ა

- ა) რა პროდუქტები წარმოიქმნა ანოდზე?
- ბ) რა პროდუქტები წარმოიქმნა კათოდზე?
- გ) რომელი ნივთიერება იჟანგება ყველაზე ადვილად ამ ხსნარში?
- დ) რომელი ნივთიერება აღდგება ყველაზე ადვილად ამ ხსნარში?
- ე) დაწერეთ ანოდზე მიმდინარე ნახევრადრეაქცია
- ვ) დაწერეთ კათოდზე მიმდინარე ნახევრადრეაქცია
- ზ) დაწერეთ ხსნარში მიმდინარე სრული ჟანგვა-აღდგენის რეაქცია

სამუშაო 15.2.1ბ. კალიუმის იოდიდის (KI) წყალხსნარის ელექტროლიზი

მასალები: კვების წყარო, იზოლირებული მავთულები და “ნიანგის” ტიპის 3 ჩამჭერი, ციფრული მულტიმეტრი, მცირე ზომის მინის U-ტიპის მილი, უჟანგავი ფოლადის ელექტროდები.

ექსპერიმენტული მეთოდика

1. უპასუხეთ იგივე წინასწარ შეკითხვებს, რაც 1ა სამუშაოში. მასალების და ხელსაწყოების გამოყენებით გააწყვეთ აპარატურა, რომლითაც ჩაატარებთ კალიუმის იოდიდის ხსნარის ელექტროლიზს. გამოიყენეთ ისეთი ინდიკატორი, როგორც ფენოფტალეინია, რომელიც დაგეხმარებათ შედეგების ანალიზში.

კვების წყაროს სამუშაო ინსტრუქცია

ა) შეაერთეთ კვების წყაროს ბოლო ციფრული მულტიმეტრის ბუდეს, რომელიც აღნიშნულია როგორც “საერთო”. შეაერთეთ მულტიმეტრის ბუდე.

ბ) აღნიშნული როგორც “A” ელექტროდთან, რომელიც თქვენ ეს წუთია გათიშეთ კვების წყაროდან. დენი ახლა მოძრაობს მულტიმეტრის გავლით ელექტროდისკენ, სადაც თქვენ ატარებთ ექსპერიმენტს.

გ) აირჩიეთ 2 ამპერიანი (2000 მილიამპერი) სკალა და ჩართეთ მულტიმეტრი. დამატებით, გამოიყენეთ 1ა ნაწილის მითითებები, რათა დარწმუნდეთ, რომ სწორად შეაერთეთ ყველა ნაწილი.

დ) აჩვენეთ მასწავლებელს, თუ როგორ მოძრაობენ ელექტრონები ელექტროლიზის დანადგარში და რა დაკვირვებების ჩატარებას აპირებთ.

ნარჩენების განთავსება

ცდის დამთავრების შემდეგ გადაიტანეთ ხსნარი შესაბამის კონტეინერში.

ანალიზი და დისკუსია, სამუშაო 1ბ

გაეცით პასუხი იგივე კითხვებს, რაც 1ა ნაწილში.

სამუშაო 15.2.1გ. სპილენძის (II) სულფატის ($CuSO_4$) წყალხსნარის ელექტროლიზი

მასალები: კვების წყარო, იზოლირებული მავთულები და 3 ცალი “ნიანგის” ტიპის ჩამჭერი, ციფრული მულტიმეტრი, მცირე ზომის მინის U-ტიპის მილი, უჟანგავი ფოლადის ელექტრიდები, სპილენძის ელექტრიდი.

გამოკვლევა

რა მნიშვნელობა აქვს მასალას, რომლისგანაც დამზადებულია ელექტროდი? ამ ცდაში შეამოწმებთ როგორც უჟანგავი ფოლადის, ასევე სპილენძის ანოდებს სპილენძის (II) სულფატის ელექტროლიზის დროს. არის სპილენძის გამოყოფა უჟანგავ ფოლადზე თავისთავადი? როგორ დაადგენთ ამას?

U-ტიპის მილის გამოყენებით მოამზადეთ აპარატურა უჟანგავი ელექტროდის სპილენძით დასაფარავად. განსაზღვრეთ, არის თუ არა ეს პროცესი თავისთავადი და საჭიროა თუ არა კვების წყარო ელექტრონების ჩატუმბვისათვის. განსაზღვრეთ როგორი უნდა იყოს ანოდი-სპილენძის თუ უჟანგავი ფოლადის. ცდის ბოლოს გამორთეთ კვების წყარო და ჩაიწერეთ დაკვირვებები.

ნარჩენების განთავსება

გამოყენებული ხსნარები მოათავსეთ შესაბამის კონტეინერებში. ელექტროდები დააბრუნეთ შენახვის ადგილას.

ანალიზი და დისკუსია, სამუშაო 1გ

უპასუხეთ იმავე შეკითხვებს, რაც 1ა სამუშაო.

სამუშაო 15.2.2. მოსპილენძების გამოკვლევა და პრობლემა

მასალები: კვების წყარო, იზოლირებული მავთულები და “ნიანგის” ტიპის ჩამჭერები, მულტიმეტრი, ჭურჭელი ხუფით (ხუფი აღჭურვილია ხრახნებით ელექტროდებისათვის), დიდი ზომის უქანგავი ფოლადის ელექტროდები ხვრელით, დიდი ზომის სპილენძის ელექტროდები ხვრელით, წამმზომი.

ქიმიური რეაქტივები და ინფორმაცია უსაფრთხოების შესახებ

ქიმიური ნაერთი	პოტენციური საფრთხე	სიფრთხილის ზომები
აცეტონი $(CH_3)_2CO$ (ს)	აღიზიანებს კანს და თვალებს	ხელთათმანები და დამცავი სათვალები, ვენტილაცია
გამოხდილი წყალი	_____	_____
აზოტმჟავა 6M HNO_3 (წყ)	კოროზიულია, იწვევს გაღიზიანებას ან წვას	ხელთათმანები და დამცავი სათვალები, ვენტილაცია
სპილენძის (II) სულფატი 0,1M $CuSO_4$ (წყ)	აღიზიანებს კანს და სასუნთქ მილს	ხელთათმანები და დამცავი სათვალები, ვენტილაცია
მაგნიუმის სულფატი $MgSO_4$ (წყ)	აღიზიანებს კანს და სასუნთქ მილს	ხელთათმანები და დამცავი სათვალები, ვენტილაცია

პრობლემა

მოიფიქრეთ, თუ როგორ დაამზადოთ საჭირო ზომის U-ტიპის ელექტროქიმიური უჯრედი, გარკვეული მასის ხპილენძით უფრო დიდი ზომის

უქანგავი ფოლადის ელექტროდის დაფარვისათვის. მიმართეთ 1-ლი ნაწილის მითითებებს კვების წყაროს შესახებ, რათა გაგიადვილდეთ აპარატურის დაყენება. არ ჩართოთ დენის მიწოდება, სანამ მასწავლებელი არ შეამოწმებს თქვენს კონსტრუქციას. ასეთი შემოწმების შემდეგ ჩართეთ დენის წყარო. ჩაიწერეთ დაკვირვებები.

მას შემდეგ, რაც გაეცნობით აპარატურის მუშაობას, მიმართეთ მასწავლებელს, რათა გადმოგცეთ სპილენძი. განსაზღვრეთ მასა და დაგეგმეთ:

- რა რაოდენობის მუხტი დაგჭირდებათ, რათა მიიღოთ საჭირო მასა.
- დენის დონე, რომელიც უნდა მიიღოთ კვების წყაროდან და დროის ხანგრძლივობა, რომელიც საჭიროა სასურველი მუხტის მისაღებად.
- აუცილებელი გაზომვები.

სასარგებლო ინფორმაცია

სპილენძის მოლური მასა, გადატანილი ელექტრონების რაოდენობა თითოეული მოლი სპილენძისათვის, რომელიც აღდგება და ფარადის კანონი, თქვენი დაკვირვებები აპარატურის შემოწმების დროს, “მითითებები კვების წყაროს მუშაობასთან დაკავშირებით” და “მითითებები ელექტროდებთან მუშაობის შესახებ”.

მითითებები ელექტროდებთან მუშაობის შესახებ:

1. უქანგავი ფოლადის ელექტროდის გასუფთავების დროს არ აიღოთ ის თითებით. გაწმინდეთ ის ქაღალდის ხელსახოცით.
2. **ელექტროლიზის დაწყებამდე:**

თუ უქანგავი ფოლადის ელექტროდი იმყოფებოდა დამფარავ ხსნარში, გარეცხეთ ის გამოხდილი წყლით. გაწმინდეთ ეს ელექტროდი მისი მოთავსებით ცხელ აზოტმჟავაში რამდენიმე წუთი, გამოიყენეთ ტიგელის მარწუხი ელექტროდის გადასატანად ისე, რომ არ მოგხვდეთ მჟავა კანზე. მოაცილეთ ელექტროდი მარწუხით და ამოავლეთ ის წყლიან მილში, რომელიც მოთავსებულია აზოტმჟავით გაწმენდის ადგილის ახლოს. ეს ელექტროდიდან

მოაცილებს მჟავას უმეტეს ნაწილს. გარეცხეთ ელექტროდი გამოხდილი წყლით, შემდეგ ჩაუშვით აცეტონიან ჭიქაში და შემდეგ გააშრეთ ქაღალდის ხელსახოცით.

3. ელექტროლიზის შემდეგ:

ჩაუშვით ორივე ელექტროდი გამოხდილ წყალში დამფარავი ხსნარის ჩარეცხვის მიზნით. შემდეგ ჩაუშვით ელექტროდები აცეტონში და შემდეგ მოათავსეთ ისინი სუფთა, მშრალი ქაღალდის ხელსახოცზე. აწონეთ უჟანგავი ფოლადის ელექტროდი 1მგ-ს სიზუსტით. გაწმინდეთ ელექტროდი მჟავაში და გარეცხეთ, როგორც ამას აკეთებდით ელექტროლიზის დაწყებამდე.

„მითითებები კვების წყაროს მუშაობასთან დაკავშირებით“

1. შეაერთეთ კვების წყაროს ბოლო ციფრული მულტიმეტრის ბუდეს, რომელიც აღნიშნულია, როგორც „საერთო“. შეაერთეთ მულტიმეტრის ბოლო, აღნიშნული როგორც “A”, ელექტროდთან, რომელიც თქვენ ეს წუთია გათიშეთ კვების წყაროდან. დენი ახლა გაედინება მულტიმეტრის გავლით ელექტროდისკენ, რომელსაც თქვენ იყენებთ ამ ცდაში.
2. აირჩიეთ 2 ამპერიანი (2000 მილიამპერი) სკალა და ჩართეთ მულტიმეტრი.
3. ჩართეთ კვების წყარო და ამავე დროს წამმზომი, დააყენეთ ძაბვა ~1ვ. მყისიერად დაიწყეთ დენის ნაკადის ფიქსირება უჯრედში, რასაც ადასტურებს მულტიმეტრი. ყურადღებით დააკვირდით დენს და ჩაინიშნეთ დენის ცვლილება დროის განმავლობაში. დრო აითვალეთ წამების სიზუსტით. განსაზღვრეთ ელექტროდებს შორის გადატანილი კულონების რაოდენობა 1 წამში. დაფარვის ამ სიჩქარის გამოყენებით დააზუსტეთ თქვენს მიერ დაგეგმილი დაფარვის დრო (თუ აუცილებელია). გააგრძელეთ დენის დროითი მაჩვენებლების ფიქსირება დაფარვის პროცესში. როდესაც დაფარვა დასრულდება, აიღეთ დენის და დროის ბოლო მაჩვენებელი და მყისიერად გამორთეთ კვების წყარო.

ნარჩენების განთავსება

ცდის დამთავრების შემდეგ გადაიტანეთ ხსნარები შესაბამის კონტეინერებში. დააბრუნეთ ელექტროდები მათი შენახვის ადგილას.

ანალიზი, სამუშაო 2

ა) არის სპილენძის დალექვა უჟანგავ ფოლადზე თავისთავადი რეაქცია?

ბ) რას ხედავთ, როდესაც ამონტაჟებთ ელექტროქიმიურ უჯრედს ამ რეაქციისათვის?

გ) დაწერეთ განტოლებები უჯრედში ჟანგვის და აღდგენის რეაქციებისათვის. რამდენი მოლი ელექტრონი გადაეცა?

დ) როგორია დამოკიდებულება გამოყენებული დენის რაოდენობასა და უჟანგავი ფოლადის ელექტროდის მასის ცვლილებას შორის? ახსენით, იზრდება მასა თუ მცირდება? რატომ?

ე) როგორია დამოკიდებულება თქვენი ცდის ხანგრძლივობასა და უჟანგავი ფოლადის მასის ცვლილებას შორის?

ვ) ახსენით როგორ მოქმედებს დროის ან დენის ცვლილება თქვენს შედეგებზე?

ზ) როგორ დააკავშირებთ მასის ცვლილებას, საშუალო დენს და დროს ფარადეის მუდმივასთან?

დისკუსია, სამუშაო 2

ა) რა განსხვავებაა ამ ცდისათვის მომზადებულ ელექტროლიტურ უჯრედსა და წინა ცდაში გამოყენებულ გალავნურ ელემენტს შორის?

ბ) აღწერეთ ცვლილებები, რომლებიც აღმოაჩინეთ თითოეულ ელექტროდში.

გ) გამოთვალეთ საშუალო დენის ნაკადი ელექტროლიზის დროს.

დ) გამოთვალეთ მუხტის სრული რაოდენობა კულონებში, რომელიც გადაეცემა უჟანგავი ფოლადის ელექტროდს.

ე) გამოთვალეთ მეტალური სპილენძის მასა, რომელიც გამოილექა უჟანგავი ფოლადის ელექტროდზე.

ვ) გამოიყენეთ სრული მუხტი და მასა ფარადეის მუდმივას, F , გამოსათვლელად. როგორი იქნება თანხვედენა?