

სახელმძღვანელო

ქართულ ენაში მომზადების პროგრამის
სტუდენტებისათვის

ენისა და საგნის ინტეგრირებული სწავლების კურსი

ფიზიკა

გამომცემლობა „მერიდიანი“

თბილისი 2015

პროექტი

„არაქართულენოვან სტუდენტთა აკადემიური მხარდაჭერა ქართულ ენაში მომზადების პროგრამის ფარგლებში“



OPEN SOCIETY GEORGIA FOUNDATION
ფონდი ღია საზოგადოება საქართველო

გამოცემულია ფონდი „ღია საზოგადოება - საქართველოს“ ფინანსური მხარდაჭერით. ავტორის/ავტორების მიერ საინფორმაციო მასალაში გამოთქმული მოსაზრება შესაძლოა არ გამოხატავდეს ფონდ „ღია საზოგადოება-საქართველოს“ პოზიციას. შესაბამისად, ფონდი არ არის პასუხისმგებელი მასალის შინაარსზე.

Published with the financial support of the Open Society Georgia Foundation. The views, opinions and statements expressed by the authors and those providing comments are theirs only and do not necessarily reflect the position of Open Society Georgia Foundation. Therefore, the Open Society Georgia Foundation is not responsible for the content of the information material

ავტორი: კონსტანტინე ჩაფიძე

კონცეფციის ავტორები: კახა გაბუნია, ჭაბუკი ქირია

რედაქტორი: ქეთევან გოჩიტაშვილი

ISBN

თემა 1

ფიზიკის საუკუნე

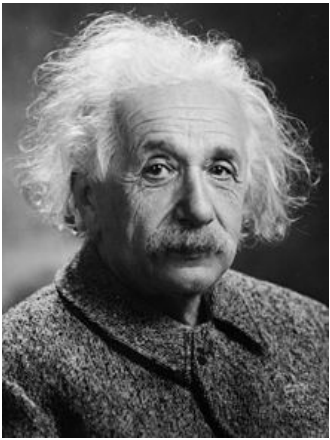
მე-20 საუკუნე განსაკუთრებით მდიდარი აღმოჩნდა მეცნიერული აღმოჩენებით ბუნების კანონების შემსწავლელ ისეთ დარგში, როგორც არის ფიზიკა. ამ მიღწევების გამო მას ხშირად ფიზიკის საუკუნესაც უწოდებენ. გადავავლოთ თვალი იმ ძირითად შედეგებს, რაც ფიზიკამ მოიპოვა ამ პერიოდში.

ნიშანდობლივია ის გარემოება, რომ გასული საუკუნე დაიწყო ფიზიკაში ორი დიდი აღმოჩენით, რომლებმაც უდავოდ კვალი დაამჩნიეს არა მარტო ამ მეცნიერებას, არამედ საერთოდ მეცნიერულ აზროვნებას და კიდევ მეტი - საზოგადოების განვითარებას.

ეს აღმოჩენებია:

პირველი: 1900 წელს გერმანელმა მეცნიერმა მაქს პლანკმა ე. წ. „ულტრაიისფერი კატასტროფის“ თავიდან აცილების მიზნით ფიზიკაში პირველად შემოიტანა ფუნდამენტური მნიშვნელობის მქონე მუდმივა, რომელსაც ქმედების განზომილება ჰქონდა და რომელმაც შემდგომ **პლანკის მუდმივას** სახელწოდება მიიღო; პლანკის ჰიპოთეზის შედეგად საფუძველი ჩაეყარა თანამედროვე ფიზიკის ისეთ მნიშვნელოვან დარგს, როგორცაა **კვანტური ფიზიკა**.

მეორე: ჰოლანდიელი ჰენდრიკ ლორენცისა და ფრანგი ანრი პუანკარეს შრომებში დაფუძნებული და ალბერტ აინშტაინის მიერ 1905 წელს დასრულებული სახით ჩამოყალიბებული თერაპიის სპეციალური თეორია. ამ თეორიამ ძირეული გადატრიალება მოახდინა მანამდე არსებულ ნიუტონისეულ წარმოდგენებში სივრცისა და დროის შესახებ, როგორც მხოლოდ ასპარეზზე, რომელშიც ნივთიერების მოძრაობის სხვადასხვა მოვლენები მიმდინარეობს და რომელიც თავისთავად აბსოლუტურია, არაფერზეა დამოკიდებული.



ალბერტ აინშტაინი



მაქს პლანკი

გასული საუკუნის 20-იან წლებში მრავალი მეცნიერის მოღვაწეობის შედეგად და, პირველ რიგში, დანიელი ნილ ბორის, ფრანგი ლუი დე ბროილის, გერმანელი ვერნერ ჰაიზენბერგისა

და ავსტრიელი ერვინ შრედინგერის შრომების საფუძველზე ჩამოყალიბდა კვანტური მექანიკა - ატომური პროცესებისა და, საერთოდ, მიკროსამყაროს მოვლენების თეორია, რომელმაც ძირფესვიანად შეცვალა კლასიკური წარმოდგენები ნივთიერების თვისებებსა და ყოფაქცევაზე.



ნილს ბორი და ვერნერ ჰაიზენბერგი

და ბოლოს, 1928-30 წლებში ინგლისელმა მეცნიერმა პოლ დირაკმა შეძლო ფარდობითობის თეორიისა და კვანტური მექანიკის გაერთიანება და შექმნა ე.წ. **რელატივისტური** კვანტური მექანიკა. ამრიგად, მომზადდა საფუძველი ატომური და ატომბირთვული მოვლენების შემდგომი უფრო ღრმა შესწავლისათვის.



პოლ დირაკი

მომდევნო 30-იანი და 50-იანი წლები აღინიშნა თანამედროვე ფიზიკის ისეთი მნიშვნელოვანი დარგის განვითარებით, როგორცაა ატომის ბირთვის ფიზიკა. ამ დარგის განვითარების შედეგად კაცობრიობამ შეძლო შეეღწია ატომბირთვის შიგნით და მისი აღნაგობა შეესწავლა. აღმოჩენილ იქნა ის ძალები, რომლებიც განაგებენ ბირთვის შიგნით მიმდინარე მოვლენებს და რომლებიც ჩვეულებრივ პირობებში არ იჩენენ თავს. ამ ძალებს ატომბირთვული უწოდეს. ისინი სინამდვილეში „კოსმოსურ“ ძალებს წარმოადგენენ ამ სიტყვის პირდაპირი მნიშვნელობით, რადგან ენერგია, რომელსაც მზე ან სხვა ვარსკვლავები ასხივებენ, ამ ძალებით არის გამოწვეული. ამ ძალების მოქმედების შედეგია აგრეთვე ზეახალი ვარსკვლავების აფეთქებები და სხვა მრავალი კოსმოსური კატაკლიზმები, რომელთაც ადგილი აქვთ სამყაროში.

როდესაც ადამიანი შეძლებს ატომბირთვული ძალების დამორჩილებას და თავის სასარგებლოდ გამოყენებას, ენერჯის უმძლავრესი და პრაქტიკულად ამოუწურავი წყაროს დახმარებით განუზომლად გაიზრდება ტექნოლოგიური პროგრესის შესაძლებლობები. ჯერ-ჯერობით კი ატომბირთვული ენერჯის მხოლოდ უმნიშვნელო ნაწილი გამოიყენება ადამიანის საკეთილდღეოდ. სამწუხაროდ, როგორც ხშირად მომხდარა, მეცნიერების მიღწევები ამ შემთხვევაშიც გამოყენებულ იქნა საომარი, ნგრევითი მიზნებისთვის. დღეისთვის კაცობრიობამ

უკვე მრავალი ათასი ატომური ბომბი დაამზადა, რომელთა აფეთქების შედეგად გამოყოფილი ენერგია ბევრად აღემატება იმ ენერგიას, რომელიც საკმარისია ჩვენს დედამიწაზე სიცოცხლის მოსასპობად, ყოველ შემთხვევაში, გონიერი სიცოცხლის მოსასპობად.

ფიზიკამ დასვა და წარმატებით გასცა პასუხი ისეთ გრანდიოზულ საკითხს, როგორიც არის სამყაროს წარმოქმნის პრობლემა არა პლანეტების, ვარსკვლავების, მზის სისტემის ან გალაქტიკის წარმოქმნისა, არამედ მთელი სამყაროს წარმოშობისა და განვითარების საკითხს.

ტექსტზე მუშაობა

1. ამოიწერეთ ტექსტიდან ახალი სიტყვები და ტერმინები. მოიძიეთ ლექსიკონში და განმარტეთ:

2. შეადგინეთ წინადადებები ამ ტერმინების გამოყენებით:

3. უპასუხეთ კითხვებს:

3.1. რატომ უწოდებენ მე-20 საუკუნეს ფიზიკის საუკუნეს?

3.2. რით დაინჯო გასული საუკუნე ფიზიკაში?

3.3. რას უკავშირდება ალბერტ აინშტაინის სახელი?

3.4. რის საფუძველზე შეიქმნა რელატივისტური კვანტური მექანიკა?

3.5. რას ეწოდება ატომბირთვული ძალები?

3.6. რა დაამზადა კაცობრიობამ ატომბირთვული ფიზიკის მიღწევების საფუძველზე?

4. ჩასვით გამოტოვებული სიტყვები:

პროგრესის, ატომბირთვული, მეცნიერების, ენერჯის, საკეთილდღეოდ, უმნიშვნელო.

როდესაც ადამიანი შეძლებს ძალების დამორჩილებას და თავის სასარგებლოდ გამოყენებას,უმძლავრესი და პრაქტიკულად ამოუწურავი წყაროს დახმარებით განუზომლად გაიზრდება ტექნოლოგიური შესაძლებლობები. ჯერ-ჯერობით კი ატომბირთვული ენერჯის მხოლოდ ნაწილი გამოიყენება ადამიანის..... სამწუხაროდ, როგორც ხშირად მომხდარა, მიღწევები ამ შემთხვევაშიც გამოყენებულ იქნა საომარი, ნგრევითი მიზნებისთვის.

5. წარმოდგენილია სიტყვათა არეული რიგი: გამართეთ (აანყვეთ) წინადადებები:

5.1. ამ შედეგად განვითარების შეძლო დარჯის შევლნია ატომბირთვის შიგნით კაცობრიობამ

5.2. დღეისთვის ბომბი უკვე მრავალი ათასი კაცობრიობამ ატომური დაამზადა.

5.3. ჯერჯერობით ადამიანის მხოლოდ უმნიშვნელო ატომბირთვული ნაწილი ენერჯის გამოიყენება საკეთილდღეოდ.

6. დაასრულეთ წინადადებები შემდეგი სიტყვების გამოყენებით:

აფეთქებები, უწოდებენ, ყოფაქცევაზე, აღმოჩენით

6.1. ამ მიღწევების გამო მას ხშირად ფიზიკის საუკუნესაც

6.2. გასული საუკუნე დაიწყო ფიზიკაში ორი დიდი

6.3. ამ ძალების მოქმედების შედეგია აგრეთვე ზეახალი ვარსკვლავების

6.4. მან ძირფესვიანად შეცვალა კლასიკური წარმოდგენები ნივთიერების თვისებებსა და

7. შეადგინეთ წინადადებები წარმოდგენილი სიტყვების გამოყენებით:

ფიზიკა

.....

ალმოჩენა

.....

ატომბირთვი

.....

ენერგია

.....

8. დაწერეთ ტექსტის მოკლე შინაარსი რამდენიმე წინადადებით.

9. შეავსეთ ცხრილი:

რა ვიცოდი	რა ვიცი	რა მინდა ვიცოდე

თემა 2 ფიზიკის საგანი

ფიზიკა ძველ ბერძნულად ნიშნავს „ბუნებას“. ფიზიკა არის საბუნებისმეტყველო მეცნიერება, რომელიც შეისწავლის ბუნების უმარტივეს და ამავე დროს ყველაზე უზოგადეს კანონზომიერებებს, იკვლევს მატერიის აგებულებასა და თვისებებს, სივრცესა და დროში მის მოძრაობის ზოგად ფორმებს.

ფიზიკა სხვა საბუნებისმეტყველო მეცნიერებებთან ერთად შეისწავლის გარემომცველი სამყაროს ობიექტურ თვისებებს. ფიზიკის შესწავლის ერთ-ერთ ცენტრალურ თემას წარმოადგენს მატერიის აგებულების შესწავლა.

ტრადიციულად ფიზიკაში გამოყოფენ მატერიის ორ ფუნდამენტურ სახეს: ნივთიერებასა და ფიზიკურ ველს. თუმცა ასეთი დაყოფა პირობითია.

ყველა მატერიალური ობიექტი განიცდის ცვლილებას, დროის მიხედვით იცვლება მათი ურთიერთმდებარეობა, ფორმა, ზომები, აგრეგატული მდგომარეობა, ფიზიკური და ქიმიური თვისებები და ა.შ. ყოველგვარი ცვლილება, ყოველგვარი პროცესი, რომელიც მიმდინარეობს ჩვენს გარემომცველ სამყაროში, წარმოადგენს მატერიის მოძრაობას. მოძრაობა მატერიის შინაგანი თვისებაა, იგი წარმოუდგენელია მატერიის გარეშე. მოძრაობა არის მატერიის არსებობის საშუალება.

ფიზიკის მიერ შესწავლადი მატერიის უზოგადეს მოძრაობის ფორმები (მექანიკური, მოლეკულურ-სითბური, ელექტრომაგნიტური, ატომური, ბირთვული) წარმოადგენს მატერიის უფრო რთულ მოძრაობის ფორმების (ქიმიური, ბიოლოგიური და სხვა) შემადგენელ ნაწილს. ამიტომაც, ფიზიკა წარმოადგენს სხვა საბუნებისმეტყველო საგნების (ასტრონომია, ქიმია, ბიოლოგია, გეოლოგია და სხვ.) საფუძველს.

ამრიგად, ფიზიკა სწავლობს ამა თუ იმ სახის მატერიის თვისებებს და ქცევას მისი გამოვლინების ფართო საზღვრებში, დანყებული სუბმიკროსკოპული ელემენტარული ნაწილაკებით და დამთავრებული მთლიანად სამყაროთი.

მეცნიერებას, რომელსაც დღევანდელი გაგებით ჩვენ ფიზიკას ვუწოდებთ, ჩამოყალიბდა დაახლოებით 200 წლის წინ.

საბუნებისმეტყველო მეცნიერებებს შორის ფიზიკას ცენტრალური ადგილი უკავია. ფიზიკის ზუსტი განმარტების მოცემა არც თუ ისე ადვილია, რადგან ის მჭიდროდაა გადაჯაჭვული სხვა დისციპლინებთან.

ყველაფერი რაც ჩვენს ირგვლივ არსებობს, ბუნებაა. ბუნება განუწყვეტლივ იცვლება.

ბუნებაში მომხდარ ყოველგვარ ცვლილებას მოვლენა ეწოდება.

ფიზიკა ბუნების მოვლენების შემსწავლელი ერთ-ერთი მეცნიერებაა.

ფიზიკის ძირითადი ცნებებია: მატერია, დრო, სივრცე და ენერჯია.

ფიზიკა ექსპერიმენტული მეცნიერებაა, სწორედ ამიტომ ფიზიკურ პროცესებზე დაკვირვებას და სხვადასხვა ფიზიკური სიდიდეების გაზომვას აქ განსაკუთრებული ყურადღება ექცევა. ყველაფერი, რაც შეიძლება იყოს მეტი, ნაკლები ან ტოლი და რისი გაზომვაც შეიძლება,

არის ფიზიკური სიდიდე. ფიზიკურ სიდიდეებს შორის რაოდენობრივი თანაფარდობების დასადგენად საჭიროა მათი გაზომვა.

სიდიდის გაზომვა - ეს ნიშნავს ამ სიდიდის შედარებას პირობით ერთეულად მიღებულ ერთგვაროვან სიდიდესთან - ეტალონთან.

ფიზიკური სიდიდეების ერთეულთა ერთობლიობას ერთეულთა სისტემა ჰქვია.

ერთეულთა სისტემის აგების მეთოდიკა შემოთავაზებულ იქნა გერმანელი მეცნიერის კ. გაუსის მიერ XIX საუკუნის პირველ ნახევარში. მან აჩვენა, რომ ფიზიკურ სიდიდეთა ერთეულთა სისტემის ასაგებად საკმარისია შეირჩეს რამდენიმე ერთმანეთისგან დამოუკიდებელი ერთეული. ამ ფიზიკურ სიდიდეთა ერთეულებს უწოდებენ ძირითად სიდიდებს. ხოლო დანარჩენი ფიზიკური სიდიდეები, რომლებიც განისაზღვრებიან ძირითადი სიდიდეებით (განტოლებების მეშვეობით) იწოდება წარმოებულ ერთეულებად.

ძირითად და წარმოებულ ერთეულთა ერთობლიობას უწოდებენ ერთეულთა სიტემას.

საერთაშორისო ერთეულთა სისტემა შვიდი საბაზისო ერთეულის გარდა ასევე შეიცავს ორ დამატებით და საკმაოდ დიდი რიცხვ წარმოებულ ერთეულებს.

სხვადასხვა ერთეულთა სისტემებს შორის უპირატესობას ვანიჭებთ ერთეულთა საერთაშორისო სისტემას, შემოკლებით SI - (I) ინტერნაციონალური (S) სისტემა.

ძირითად ერთეულებად მიღებულ იქნენ:

- მეტრი - მანძილის (სიგრძის) ერთეული.
- კილოგრამი - მასის ერთეული
- წამი - დროის ერთეული
- ამპერი - დენის ძალის ერთეული
- კელვინი - ტემპერატურის ერთეული,
- მოლი - ნივთიერების რაოდენობის ერთეული
- კუბური მეტრი (m^3) - მოცულობის ერთეული
- კვადრატული მეტრი (m^2) - ფართობის ერთეული

ხშირად ამოცანებში განზომილებები გვაქვს სხვა და სხვა სისტემებში, ამიტომ აუცილებელია გადავიყვანოთ მონაცემები ერთეულთა SI სისტემაში.

მაგ კილომეტრი-მეტრებში, საათი-წამებში, კმ/სთ- მ/წმ და სხვ.

მაგ. $1 \text{ კმ/სთ} = 1000 \text{ მ} / 3600 \text{ წმ} = 5/18 \text{ მ/წმ}$

საზომ ერთეულებს ,საჭიროების მიხედვით აღიღებენ ან ამცირებენ 10-ჯერ, 100-ჯერ, 1000-ჯერ და ა.შ.

ტექსტზე მუშაობა

1. ამოიწერეთ ტექსტიდან ახალი სიტყვები და ტერმინები. მოიძიეთ ლექსიკონში და განმარტეთ:

3.5. მოვლენაა

- ა) ფოთოლცვენა
- გ) რეზინი

- ბ) დედამინა
- დ) არც ერთი პასუხი არაა სწორი

3.6. ფეხბურთის ბურთის მასა სტანდარტით 430გ-ია. ეს იგივეა, რაც

- ა) $4,3 \cdot 10^4$ მგ
- გ) 430მლ

- ბ) 0,43კგ
- დ) არც ერთი პასუხი არაა სწორი

4. მრავალწერტილის ნაცვლად ჩასვით გამოტოვებული სიტყვები:

სივრცე, ამპერი, მატერიის, მოვლენის, გაზომვა.

1. ბუნებაში მომხდარ ყოველგვარ ცვლილებას ეწოდება.
2. ფიზიკის ძირითადი ცნებებია : მატერია, დრო, და ენერჯია.
3. საერთაშორისო ერთეულთა SI სისტემაში დენის ძალის ერთეულად მიღებულია
4. ფიზიკის შესწავლის ერთ-ერთ ცენტრალურ თემას წარმოადგენს აგებულების შესწავლა.
5. სიდიდის ნიშნავს ამ სიდიდის შედარებას პირობით ერთეულად მიღებულ ერთგვაროვან სიდიდესთან - ეტალონთან.

5. უპასუხეთ კითხვებს?

- 5.1. რამ გამოიწვია ერთეულთა უნივერსალური სიტემის შექმნა?
- 5.2. რას სწავლობს ფიზიკა?
- 5.3. რა არის ფიზიკური სიდიდე?
- 5.4. რა არის ერთეულთა სისტემა?
- 5.5. რა არის მოვლენა?

6. რას ნიშნავს სიტყვა „ფიზიკა“? დაწერეთ და გადმოეცით თხრობით.

7. სიტყვათა არეული რიგით შეადგინეთ წინადადება:

- 7.1. არსებობის, მატერიის, არის, საშუალება, მოძრაობა.

7. 2. ბუნებაში, ყოველგვარ, მოვლენა, ცვლილებას, ეწოდება

7. 3. შეიძლება, ფიზიკური, რისი, არის, სიდიდე, ყველაფერი, გაზომვაც

7.4. ერთეულის, რომელიც, ტოლად, ეტალონი, მიღებული, სიდიდეა, პირობითად, არის

8. დაწერეთ ტექსტის მოკლე შინაარსი რამდენიმე წინადადებით.

9. შეავსეთ ცხრილი:

რა ვიცოდი	რა ვიცი	რა მინდა ვიცოდე

თემა 3 ნივთიერების აგებულება

ნივთიერება ქიმიური მატერიის ფორმაა, რომელიც ყველგან გვხვდება. ნივთიერება შეიძლება იყოს ბუნებრივი, მაგალითად, წყალი, უანგბადი; ასევე ხელოვნური, მაგალითად, კაპრონი, პოლიეთილენი და სხვა. დღეისათვის ცნობილია ათ მილიონზე მეტი ნივთიერება და მათი რაოდენობა დღითიდღე მატულობს, ერთ ნაწილს ბუნებაში პოულობენ, მეორეს კი ადამიანი იღებს სინთეზით.

ნივთიერებას, რომელიც გამოიყენება საგნების, ფიზიკური სხეულების დასამზადებლად, მასალას უწოდებენ. ჩვენ ირგვლივ უამრავი სხეულია, რომლებიც ერთმანეთისაგან განსხვავდებიან ფორმით, ფერით, სიდიდით და სხვა თვისებებით. მაგრამ ისინი შეიძლება ერთი და იმავე მასალისაგან იყოს დამზადებული. მაგალითად, ხის კოვზი, ხის სკამი და სხვა ხის საგნები (სხეულები) შედგებიან ერთი და იმავე - ხის მასალისაგან, ხოლო მთავარი ნივთიერება, რაც წარმოქმნის ხეს, არის ცელულოზა. აღსანიშნავია, რომ ძალიან ხშირად ნივთიერების და მასალის (რისგანაც შედგება სხეული) სახელი ერთმანეთს ემთხვევა, რადგან ნივთიერება, რისგანაც ამზადებენ რამეს, წარმოადგენს მასალას. ასე რომ რკინის შტატივი, განსხვავდება სიდიდითა და ფორმით ლურსმნისაგან, მავთულისაგან და სხვა რკინის სხეულებისაგან, მაგრამ, მიუხედავად ამისა, ყველა ეს რკინის საგანი ერთმანეთის მსგავსია იმით, რომ დამზადებულია ერთი და იმავე მასალისაგან - რკინისაგან და ერთი და იგივე ნივთიერებისაგან - რკინისაგან. რკინის ლურსმანი, სპილენძის ფირფიტა და ალუმინის მავთული ფიზიკური სხეულებია. რკინა, სპილენძი და ალუმინი მასალებია, რისგანაც დამზადებულია ეს სხეულები და, ამასთანავე, ნივთიერებებიცაა. აქ სახელწოდებები არ ემთხვევა. ერთი და იგივე ფიზიკური სხეული შეიძლება დამზადდეს სხვადასხვა ნივთიერებისაგან და, პირიქით, სხვადასხვა ფიზიკური სხეული შეიძლება დამზადდეს ერთი და იმავე ნივთიერებისაგან.

ფიზიკური სხეული შედგება ნივთიერებებისაგან. ფიზიკურ სხეულს აქვს ფორმა და მოცულობა.

ნივთიერებები შეიძლება არსებობდეს მყარ, თხევად და აირად მდგომარეობებში. ყინული, წყალი და ორთქლი - ეს ერთი და იმავე ნივთიერების მყარი, თხევადი და აირადი მდგომარეობაა. მყარი, თხევადი და აირადი ფორმა არაა ნივთიერების ინდივიდუალური მახასიათებელი, ისინი შეესაბამება ნივთიერების სხვადასხვა მდგომარეობას განსაზღვრულ პირობებში. ამიტომაც არ შეიძლება წყალს მიაწერო თხევადობის ნიშანი, უანგბადს - აირის ნიშანი, ხოლო სუფრის მარილს - მყარი მდგომარეობის ნიშანი. ნებისმიერი ნივთიერება პირობების შეცვლისას შეიძლება გადავიდეს რომელიმე სხვა აგრეგატულ მდგომარეობაში. აქედან გამომდინარე, აგრეგატული მდგომარეობა - ეს არის ნივთიერების არა ფიზიკური თვისება, არამედ მდგომარეობა, რომელშიც ის არის გარკვეული პირობების არსებობის დროს.

როდესაც ნივთიერების ფიზიკურ თვისებებს ახასიათებენ, ჩვეულებრივ, მიანიშნებენ მის აგრეგატულ მდგომარეობას კონკრეტულ პირობებში.

ყველა საგანი, ცოცხალი თუ არაცოცხალი ბუნება და თვით ადამიანი ნივთიერებებისგან შედგება. მაგრამ რისგან შედგება თვით ნივთიერება? სადამდე შეიძლება დავიყვანოთ ნივთიერებს დაყოფა? 2500 წლის წინ ბერძენმა ფილოსოფოსებმა დემოკრიტემ და ლევკიპემ გამოთქვეს მოსაზრება ატომების შესახებ. თუმცა ისინი ატომებს უწოდებდნენ იმას, რასაც ჩვენ მოლეკულებს ვეძახდით ამიტომ მათ შეძლეს აეხსნათ მხოლოდ ფიზიკური მოვლენები, როგორცაა მზიან ამინდში სველი ქსოვილის გაშრობა, სუნის გავრცელება, ცვეთა და სხვა...

დღეს ექსპერიმენტალურ საფუძველზე დამტკიცებულია მოლეკულების და ატომების არსებობა. 1860 წელს ქიმიკოსთა საერთაშორისო ყრილობაზე, ე. კარლსრუეში, საყოველთაოდ აღიარეს ატომებისა და მოლეკულების არსებობა და ჩამოაყალიბეს ცნებად:

მოლეკულა არის ნივთიერების უმცირესი ნაწილაკი, რომელიც ინარჩუნებს ამ ნივთიერების შედგენილობას და ქიმიურ თვისებებს ატომი არის ქიმიურად განუყოფელი უმცირესი ნაწილაკი, რომელიც შედის მოლეკულის შედგენილობაში.

წარმოდგენები ატომებისა და მოლეკულების შესახებ გაერთიანებულია ატომურ-მოლეკულურ თეორიად. ამ თეორიის ძირითადი დებულებები შეიძლება ასე ჩამოვყალიბოთ:

1. ნივთიერება შედგება უმცირესი ნაწილაკებისაგან - მოლეკულებისა და ატომებისაგან ;
2. ატომები და მოლეკულები განუწყვეტლივ მოძრაობენ;
3. მოლეკულებს შორის მოქმედებს ურთიერთქმედების ძალები (მიზიდულობა და განზიდულობა).

როგორ შეიძლება დავამტკიცოთ რომ მოლეკულები და ატომები მოძრაობენ?

მაგ., თუ ოთახში დავდებთ ნაფთალინის კრისტალებს, ჩვენ ცოტა ხანში შევიგრძნობთ მის სუნს მთელ ოთახში.

შეხებაში მყოფი ორი სხვადასხვა ნივთიერების მოლეკულები დროთა განმავლობაში ერთმანეთში ირევა. ამ პროცესს ფიზიკური დიფუზია ეწოდება.

დიფუზია ერთი ნივთიერების ნაწილაკების მეორე ნივთიერების ნაწილაკთა შორისებში შეღწევის მოვლენაა. დიფუზიის სიჩქარე დამოკიდებულია ქაოსურად მოძრავი მოლეკულების სიჩქარეზე და მანძილზე, ნივთიერების ტემპერატურასა და მდგომარეობაზე.

დიფუზიის შედეგია უშუალო კონტაქტში მყოფი აირების ან სითხეების (ასევე ძალიან ნელა – მყარი სხეულების) ერთმანეთში შერევა; სითბოს ან ელექტრული მუხტის გავრცელება სხეულის ერთი ბოლოდან მეორეში.

დიფუზიის მიზეზი მოლეკულების უწყვეტ ქაოსურ მოძრაობაში მდგომარეობს. რაც მეტია ამ მოძრაობის სიჩქარე, მით უფრო სწრაფად ხორციელდება დიფუზია. შესაბამისად, უფრო მჩატე მოლეკულების დიფუზია უფრო სწრაფად ხორციელდება, ვიდრე მძიმე მოლეკულების. მოლეკულების დიფუზია გაზებში უფრო სწრაფია, ვიდრე დიფუზია სითხეებში, ეს უკანასკნელი კი ბევრად უფრო სწრაფია, ვიდრე დიფუზია მყარ სხეულებში. მაგ., ჩაის ფერის ცხელ წყალში გახსნა, ყავის ან სიგარეტის სუნის გავრცელება ჰაერში, მეტალების შეღებვა და სხვ.

დიფუზიის მოვლენა შეიძლება აიხსნას მხოლოდ მოლეკულების უწყვეტ მოძრაობით. მაგრამ მოლეკულების მოძრაობა ყველაზე ნათლად მტკიცდება მაშინ, როცა მიკროსკოპით

ვაკვირდებით რაიმე მყარი ნივთიერების წყალში შეტივტივებულ მცირე ზომის ნაწილაკებს. ეს ნაწილაკები უნესრიგოდ მოძრაობენ. ამ მოძრაობას ბროუნის მოძრაობა ეწოდება.

სითხეებსა და გაზებში სხეულს სხვადასხვა მხრიდან ქაოსურად ეჯახებიან მოლეკულები ან ატომები. თუკი სხეულის მასა დიდია, მაშინ დაჯახებათა ჯამური ძალა განონასწორებულია, რადგან ყოველი მხრიდან მოქმედი ძალა საშუალოდ ერთმანეთს უდრის და ტოლქმედი ნულია.

თუკი სხეულის ზომა პატარაა, მაშინ დაჯახებების რიცხვი ნაკლებია და შეიძლება წარმოიშვას ძალთა ტოლქმედი, რომელიც მოქმედებს სხეულზე ცვალებადი მიმართულებით.

ნივთიერების მოლეკულებს შორის არსებობს ურთიერთქმედების ძალა, რომელსაც მოლეკულური ძალა ეწოდება. მოლეკულები რომ ერთმანეთს არ იზიდავდეს, მაშინ ყველა ნივთიერება ნებისმიერ პირობებში მხოლოდ აირად მდგომარეობაში იქნებოდა. სწორედ მიზიდვის ძალების გამოა, რომ მოლეკულები ერთმანეთთან ახლოა და თხევადსა და მყარ სხეულებს ქმნიან. მაგრამ მხოლოდ მიზიდვის ძალებს არ შეუძლია განაპირობოს ატომებისა და მოლეკულებისაგან შედგენილი მდგრადი წარმონაქმნების არსებობა. ძალიან მცირე მანძილზე მოლეკულებს შორის მოქმედებს განზიდვის ძალა.

ატომი, მით უმეტეს მოლეკულა, რთული სისტემაა, რომელიც შედგება ცალკეული დამუხტული ნაწილაკებისაგან: ელექტრონებისა და ატომბირთვებისაგან. მოლეკულები მთლიანობაში ელექტრულად ნეიტრალურია, თუმცა მათ შორის მცირე მანძილებზე მნიშვნელოვანი ელექტრული ძალები მოქმედებენ. მოლეკულებსა და ატომებში ნაწილაკთა მოძრაობისა და მოლეკულებს შორის არსებულ ურთიერთქმედების ძალის აღწერა მეტად რთული ამოცანაა. ატომები და მოლეკულები შედგება საპირისპირო ნიშნით დამუხტული ნაწილაკებისგან. ერთი მოლეკულის ელექტრონებსა და მეორის ატომბირთვებს შორის მოქმედებს მიზიდვის ძალა, ამავე დროს ორივე მოლეკულის ელექტრონებს შორის და მათ ბირთვებს შორის მოქმედებს განზიდვის ძალა. ატომებისა და მოლეკულების ელექტრული ნეიტრალობის გამო მოლეკულური ძალა ახლოქმედიანია. მანძილზე, რომელიც რამდენიმეჯერ აღემატება მოლეკულის ზომებს, ურთიერთქმედების ძალა პრაქტიკულად არ ვლინდება. მანძილის შემცირებასთან ერთად მიზიდვის ძალა იზრდება და ამავე დროს თავს იჩენს განზიდვის ძალა. ეს ძალა ძლიერ სწრაფად იზრდება, როცა ატომთა ელექტრონული გარსები იწყებს ურთიერთგადაფარვას. ამის შედეგად, შედარებით დიდ მანძილზე მოლეკულები მიიზიდებიან, მცირეზე კი განიზიდებიან.

ტექსტზე მუშაობა

1. ამოიწერეთ ტექსტიდან ახალი სიტყვები და ტერმინები. მოიძიეთ ლექსიკონში და განმარტეთ:

2. შეადგინეთ წინადადებები ამ ტერმინების გამოყენებით:

3. სავარჯიშო

1.1. ჩამოთვლილთაგან ამოიწერეთ:

ტელეფონი, ნახშირი, ფანქარი, ვერცხლი, სოდა, კალკულატორი, კომპიუტერი, გოგირდი,
საათი, წყალი, სახამებელი, პლასმასა, შაბიამანი

ა) ფიზიკური სხეულები (საგნები):

ბ) ნივთიერებები:

1.2. დაასახელეთ

ა) მინისაგან ბ) ოქროსაგან გ) ალუმინისაგან დამზადებული საგნები

ა) _____

ბ) _____

გ) _____

1.3. დაასახელეთ ნივთიერებები, რომლებსგანაც დამზადებულია სამზარეულოს
ნივთები

4. შემოხაზეთ სწორი ვარიანტი

4.1. ნივთიერებაა

ა) ბურთი

ბ) ალუმინი

გ) წვიმა

დ) არც ერთი პასუხი არაა სწორი

4.2. ფიზიკური სხეულია

ა) ავტომობილი

ბ) ციმციმა

გ) ოქრო

დ) არც ერთი პასუხი არაა სწორი

5. ააწვეთ წინადადება სიტყვათა არეული რიგით:

5.1. საგანი, ცოცხალი, შედგება, ყველა, ბუნება, ნივთიერებისაგან, თუ, არაცოცხალი.

5.2. მოძრაობაში, მიზეზი, უწყვეტ, მოლეკულების, მდგომარეობს, დიფუზიის, ქაოსურ.

5.3. ელექტრონებისა, შედგება, ატომბირთვისაგან, და, ატომი.

6. ჩასვით სათანადო აღილას შემდეგი სიტყვები:

ურთიერთქმედების, ნივთიერებისაგან, განზიდვის, მოვლენა,

6.1. ბუნებაში მომხდარ ყოველგვარ ცვლილებას ჰქვია.

6.2. ფიზიკური სხეული შედგება

6.3. ნივთიერების მოლეკულებს შორის არსებობს ძალა.

6.4. ძალიან მცირე მანძილზე მოლეკულებს შორის მოქმედებს ძალა

7. დაუკავშირე ერთმანეთს სიტყვა და მისი გამართება

ფიზიკა	მსგავს ან განმასხვავებელ ნიშნებს
მოვლენა	არის, ის რისგანაც შედგება სხეული
ნივთიერება	არის საბუნებისმეტყველო მეცნიერება
თვისებები	ენოდება ყველა ცვლილება

8. დაწერეთ ტექსტის მოკლე შინაარსი რამდენიმე წინადადებით.

9. შეავსეთ ცხრილი:

რა ვიცოდი	რა ვიცი	რა მინდა ვიცოდე

თემა 4
მექანიკური მოძრაობა.
ათვლის სხეული.
ათვლის სისტემა.

როგორც ვიცით, ყოველ სხეულს სივრცეში დროის ნებისმიერ მომენტში სხვა სხეულების მიმართ გარკვეული მდებარეობა უკავია.

„მდებარეობა“ ნიშნავს, რომ სხეული იმყოფება, ძვეს, უჭირავს ადგილი დედამიწის ზედაპირზე ან სივრცეში სხვა სხეულების მიმართ. სხეულის მდებარეობა ფარდობითია, ანუ, იგი სხვადასხვაა სხვადასხვა სხეულის მიმართ. თუ დროთა განმავლობაში სხეულის მდებარეობა იცვლება, ამბობენ, რომ ეს სხეული მოძრაობს.

თუ სხეულის ყოველი წერტილი ერთნაირად მოძრაობს, ასეთ მოძრაობას **გადატანითი მოძრაობა** ეწოდება.

დროის განმავლობაში სხეულის მდებარეობის ცვლილებას სივრცეში სხვა სხეულების მიმართ **მექანიკური მოძრაობა** ეწოდება. ხოლო, ფიზიკის იმ ნაწილს, რომელიც შეისწავლის სხეულების მოძრაობისა და ურთიერთქმედების ზოგად კანონებს, მექანიკა ეწოდება.

„მექანიკა“ ბერძნული სიტყვაა და ნიშნავს მანქანას.

იგი პასუხს იძლევა სხეულის მოძრაობასთან დაკავშირებულ ნებისმიერ კითხვაზე. მისი ძირითადი ამოცანაა, განსაზღვროს მოძრავი სხეულის მდებარეობა დროის ნებისმიერ მომენტში.

მექანიკის იმ ნაწილს, რომელიც შეისწავლის სხეულის მოძრაობას მათი გამომწვევი მიზეზების გარეშე, **კინემატიკა** ეწოდება.

მექანიკის იმ ნაწილს, რომელიც სწავლობს მექანიკური მოძრაობის გამომწვევ მიზეზებს **დინამიკა** ეწოდება.

მექანიკის იმ ნაწილს, რომელიც იხილავს სხეულზე მოქმედ ძალთა წონასწორობის პირობებს **სტატიკა** ეწოდება.

სხეულის მდებარეობა იცვლება მისი მოძრაობის შესაბამისად, ამიტომ იმისთვის, რომ ეს მოძრაობა შევისწავლოთ, უნდა შევძლოთ მისი მდებარეობის განსაზღვრა. როგორც ვიცით, ყველა სხეულს აქვს გარკვეული ზომა და ფორმა, ე.ი. მის შემადგენელ წერტილებს სივრცეში უკავიათ სხვადასხვა ადგილი. სწორედ ამიტომ სხეულის მოძრაობის შესასწავლად აუცილებელია ვიცოდეთ მისი ყველა წერტილის მდებარეობის ცვლილება დროში. ამ ამოცანის გადაწყვეტისას უმეტეს შემთხვევაში სხეულის მოძრაობა დაიყვანება ერთი, ნივთიერი წერტილის მოძრაობად.

სხეულს, რომლის ზომები მოცემულ პირობებში შეიძლება უგულებელვყოთ, ნივთიერი (მატერიალური) წერტილი ეწოდება. მაგ. დედამიწა მოძრაობს მზის ირგვლივ, დედამიწის რადიუსია $R=6400$ კმ, რაც გაცილებით ნაკლებია დედამიწასა და მზეს შორის მანძილზე

($L=150000000$ კმ); შეფარდება ამ ორ სიდიდეს შორის არის $L/R=23437,5$. ასეთ პირობებში დედამინა შეიძლება წარმოვიდგინოთ, როგორც მატერიალური წერტილი.

ნებისმიერი სხეულის მოძრაობა ასევე შეგვიძლია ჩავთვალოთ მატერიალური წერტილის მოძრაობად, როცა მის მიერ განვლილი მანძილი გაცილებით მეტია მის ზომამზე. მაგ., თუ მატარებლის სიგრძეა $L=150$ მ, ხოლო განვლილი მანძილი $S=650$ კმ, მაგრამ თუ მატარებელი გადადის ხიდზე, რომლის სიგრძე ნაკლებია ან ტოლია მატარებლის სიგრძეზე, მაშინ აუცილებელია გავითვალისწინოთ მატარებლის ზომებიც.

სხეულის მდებარეობა განისაზღვრება რომელიმე სხვა სხეულის მიმართ, რომელსაც **ათვლის სხეული** ეწოდება. ათვლის სხეული შეიძლება შერჩეულ იქნეს ნებისმიერად. ეს შეიძლება იყოს სახლი, მატარებელი, დედამინა, მზე და ა.შ. თუ სხეულის მდებარეობა ათვლის სხეულის მიმართ იცვლება, მაშინ სხეული **მოძრაობს**, თუ არ იცვლება - **უძრავია**.

სხეულს, რომლის მიმართაც განიხილება სხვა სხეულების მდებარეობა ან მოძრაობა, ათვლის სხეული ეწოდება. ათვლის სხეული პირობითად ითვლება უძრავად.

სხეულის მდებარეობა განსაზღვრულია, თუ ცნობილია მისი კოორდინატები, ამიტომ აუცილებელია ათვლის სხეულთან დავაკავშიროთ **კოორდინატთა სისტემა**.

ვინაიდან მექანიკური მოძრაობა მიმდინარეობს დროში, მის შესასწავლად საჭიროა **დროის ათვლის სისტემის** შემოღებაც.

ათვლის სხეული მასთან დაკავშირებული კოორდინატთა სისტემით და დროის ათვლის სისტემა ერთად ქმნიან ათვლის სისტემას.

წრფივი მოძრაობის შესასწავლად საჭიროა შევარჩიოთ ათვლის სისტემა: ათვლის სხეული, მასთან დაკავშირებული კოორდინატთა ღერძი და დროის საზომი ხელსაწყო.

მექანიკური მოძრაობის მახასიათებლებია ტრაექტორია, გადაადგილება, გავლილი მანძილი, სიჩქარე, აჩქარება.

სხეულის მოძრაობის დროს მისი ყოველი წერტილი აღწერს გარკვეულ წირს, რომელსაც ამ წერტილის მოძრაობის ტრაექტორია ეწოდება.

იგი ახასიათებს მოძრაობის ფორმას სივრცეში. ტრაექტორიის ფორმის მიხედვით მოძრაობა შეიძლება იყოს **წრფივი** და **მრუდწირული**.

წრფივია მოძრაობა, თუ მისი ტრაექტორია წარმოადგენს წრფის მონაკვეთს, მრუდწირულია, თუ ტრაექტორია მრუდე წირის ნაწილია.

ტრაექტორია მუდამ არ არის ხილული, ხშირად ჩვენ მიერ წარმოდგენილი წირია. სხვადასხვა ათვლის სხეულის მიმართ მოძრაობის ტრაექტორიის ფორმა შეიძლება იყოს სხვადასხვა. მაგ., უქარო ამინდში წვიმის წვეთი უძრავი მატარებლის ფანჯარაზე ტოვებს ვერტიკალურ კვალს, მოძრავისაზე კი დახრილს.

სხვადასხვა სხეულის მოძრაობის ტრაექტორია შეიძლება განსხვავდებოდეს არა მარტო ფორმით, არამედ სიკძითაც.

ტრაექტორიის სიგრძეს, რომელსაც სხეული გადის რაიმე დროის შუალედის განმავლობაში, ამ დროის შუალედში გავლილი მანძილი ეწოდება.

ამასთან, თუ სხეულმა ტრაექტორიის ერთი და იგივე უბანი დროის ამ შუალედში რამდენჯერმე აღწერა, იმდენჯერვე უნდა ავილოთ მისი სიგრძე შესაკრებად.

გავლილი მანძილის ცოდნა არ არის საკმარისი, რომ განვსაზღვროთ სხეულის მდებარეობა სივრცეში დროის ნებისმიერ მომენტში. მაგ., თუ ცნობილია, რომ სხეულმა O წერტილიდან გასვლის შემდეგ 10 წმ-ში გაიარა 50 მ წრფის გასწვრივ, ვერ განვსაზღვრავთ სად იქნება იგი ამ მანძილის გავლის შემდეგ, რადგან O წერტილიდან 50 მ დაშორებული უამრავი წერტილი არსებობს, მაგრამ თუ მივუთითებთ მოძრაობის მიმართულებას, საკითხი ადვილად გადაწყდება.

სიდიდეს, რომელიც ხასიათდება დადებითი რიცხვითი მნიშვნელობით, მიმართულებით და მოდების წერტილით ვექტორული სიდიდე ეწოდება.

სიდიდეს, რომელიც მხოლოდ რიცხვითი მნიშვნელობით ხასიათდება **სკალარული სიდიდე** ეწოდება. მრავალ ფიზიკურ სიდიდეს, როგორცაა მასა, ტემპერატურა, ენერგია, წნევა არ აქვს მიმართულება. ისინი სკალარული სიდიდეებია. განვლილი მანძილი სკალარული სიდიდეა.

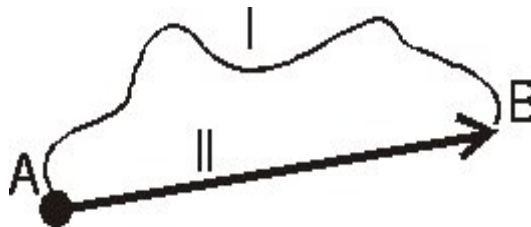
წრფის მიმართულ მონაკვეთს, რომელიც აერთებს სხეულის საწყის მდებარეობას მის მომდევნო მდებარეობასთან, **გადაადგილება** ეწოდება.

გადაადგილება ვექტორული სიდიდეა. მას აქვს რიცხვითი მნიშვნელობა, მიმართულება და მოდების წერტილი.

თუ მოძრაობის მიმართულება არ იცვლება, მაშინ გადაადგილება რიცხობრივად გავლილი მანძილის ტოლია.

ვექტორული სიდიდე გამოისახება წრფის მიმართული მონაკვეთით, რომლის სიგრძე განსაზღვრული მასშტაბით წარმოადგენს ფიზიკური სიდიდის რიცხვით მნიშვნელობას - ვექტორის მოდულს.

ჩაკეტილ ტრაექტორიაზე მოძრაობისას გადაადგილება დროდადრო ნულის (ნულოვანი ვექტორის) ტოლი ხდება.



(I) შრული არის მოძრაობის ტრაექტორია, მისი სიგრძე არის განვლილი მანძილი, ხოლო (II) ვექტორი არის გადაადგილება.

ნივთიერი წერტილის მოძრაობას **წრფივი** ეწოდება, თუ მისი ტრაექტორია წარმოადგენს წრფეს.

ტექსტზე მუშაობა

1. ამოიწერეთ ტექსტიდან ახალი სიტყვები და ტერმინები. მოიძიეთ ლექსიკონში და განმარტეთ:

_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____

2. შეადგინეთ წინადადებები ამ ტერმინების გამოყენებით:

3. გაიაზრეთ:

ქვემოთ მოცემულ რომელ შემთხვევაში შეიძლება უგულებელვყოთ სხეულის ზომები :

- ა) ბავშვი სკოლაში მისვლამდე 1კმ მანძილს გადის
- ბ) ბავშვი დილის გამამხნეველ ვარჯიშს ასრულებს
- გ) დედამიწა მზის გარშემო მოძრაობს
- დ) დედამიწა საკუთარი ღერძის გარშემო ბრუნავს

4. უპასუხე კითხვებს

4.1. რას ეწოდება განვლილი მანძილი?

4.2. რას ეწოდება გადაადგილება?

4.3. რას ეწოდება გადატანითი მოძრაობა?

4.4. რას ეწოდება ტრაექტორია?

4.5. რა არის საჭირო, რომ ვიპოვოთ სხეულის მდებარეობა?

5. შეადგინეთ წინადადებები სიტყვათა არეული რიგიდან

5.1. მდებარეობა, კოორდინატები, სხეულის, მისი, თუ, ცნობილია, განსაზღვრულია.

5.2. წრფის, წრფეია, მისი, წარმოადგენს, მოძრაობა, ტრაექტორია, მონაკვეთს, თუ.

6. ჩასვით გამოტოვებული სიტყვები:

- 6.1. მექანიკის იმ ნაწილს, რომელიც შეისწავლის სხეულის მოძრაობას მათი გამომწვევი მიზეზების გარეშე ეწოდება.
- 6.2. მექანიკის იმ ნაწილს, რომელიც სწავლობს მექანიკური მოძრაობის გამომწვევ მიზეზებს ეწოდება.
- 6.3. მექანიკის იმ ნაწილს, რომელიც იხილავს სხეულზე მოქმედ ძალთა წონასწორობის პირობებს ეწოდება.
- 6.4. დროის განმავლობაში სხეულის მდებარეობის სივრცეში სხვა სხეულების მიმართ მექანიკური მოძრაობა ეწოდება.

7. იპოვეთ შესაბამისობა:

გადაადგილება	სხეულის მოძრაობისას მისი ყოველი წერტილის მიერ აღწერილი წირი
ტრაექტორია	ტრაექტორიის სიგრძე, გავლილი დროის შუალედში
გავლილი მანძილი	სიდიდე, რომელიც ხასიათდება დადებითი რიცხვითი მნიშვნელობით, მიმართულებით და მოდების წერტილით
ვექტორულია	სიდიდე, რომელიც მხოლოდ რიცხვითი მნიშვნელობით ხასიათდება
სკალარულია	წრფის მიმართული მონაკვეთი, აერთებს სანყის მდებარეობას მომდევნო მდებარეობასთან

8. შემოხაზეთ სწორი ვარიანტი:

- 8.1. როდესაც თქვენ იცვლით მდებარეობას სკოლის მიმართ, მაშინ:
 - ა) თქვენ მოძრაობთ სკოლის მიმართ, სკოლა უძრავია თქვენს მიმართ
 - ბ) თქვენ მოძრაობთ სკოლის მიმართ, სკოლა მოძრაობს თქვენს მიმართ
 - გ) თქვენ არ მოძრაობთ სკოლის მიმართ, სკოლა მოძრაობს თქვენს მიმართ
 - დ) თქვენ და სკოლა ერთმანეთის მიმართ არ მოძრაობთ
- 8.2. თუ განსასაზღვრია, რამდენ წუთში ჩავა თვითმფრინავი თბილისიდან ქუთაისში, მაშინ
 - ა) თვითმფრინავი ნივთიერ წერტილად შეიძლება ჩაითვალოს
 - ბ) თვითმფრინავი ნივთიერ წერტილად არ შეიძლება ჩაითვალოს
 - გ) მხოლოდ პატარა თვითმფრინავი შეიძლება ჩაითვალოს ნივთიერ წერტილად

დ) თვითმფრინავი, ჩვენი სურვილის მიხედვით, შეიძლება ჩავთვალოთ ნივთიერ წერტილად, შეიძლება არა.

9. სხეულის მოძრაობასა და მდებარეობაზე საუბარს

- ა) მხოლოდ მაშინ აქვს აზრი, როდესაც იგი განიხილება კონკრეტული ათვლის სისტემის მიმართ.
- ბ) აზრი მაშინაც აქვს, როცა მითითებული არ არის კონკრეტული ათვლის სისტემა,
- გ) მხოლოდ მაშინ აქვს აზრი, როდესაც ცნობილია სხეულზე მოქმედი ერთ-ერთი ძალა მაინც.
- დ) მხოლოდ მაშინ აქვს აზრი, როდესაც ცნობილია სხეულის მასა და მასზე მოქმედი ძალა.

10. ნივთიერი წერტილის მოძრაობის ტრაექტორიის ფორმა

- ა) დამოკიდებულია ათვლის სისტემის არჩევაზე
- ბ) არ არის დამოკიდებული ათვლის სისტემის არჩევაზე
- გ) ათვლის სისტემის არჩევაზე ზოგიერთ შემთხვევაშია დამოკიდებული
- დ) ათვლის სისტემის არჩევაზე, მხოლოდ მაშინ არის დამოკიდებული, როცა ჩვენი სურვილია.

11. დაწერეთ ტექსტის მოკლე შინაარსი რამდენიმე წინადადებით.

12. შეავსეთ ცხრილი:

რა ვიცოდი	რა ვიცი	რა მინდა ვიცოდე

თემა 5

წრფივი თანაბარი და არათანაბარი მოძრაობა

მექანიკაში უმარტივესი სახის მოძრაობა არის წრფივი თანაბარი მოძრაობა.

მეტროს სადგურებში ესკალატორის დახრის შუა ნაწილში მდგომი მგზავრი თანაბრად მოძრაობს, თანაბრად მოძრაობს აგრეთვე სამშენებლო ობიექტზე გამოყენებული ტრანსპორტიორის შუა ნაწილში მოთავსებული ტვირთი და სხვ. ამ შემთხვევებში ესკალატორზე უძრავად მდგარი მგზავრი და ტრანსპორტზე მოთავსებული ტვირთი დროის ნებისმიერ ტოლ შუალედში ტოლ მანძილებს გადის.

მოძრაობას ჰქვია **წრფივი თანაბარი**, თუ სხეული დროის ნებისმიერ ტოლ შუალედში ტოლ მანძილებს გადის და ტრაექტორია არის წრფე.

სხეულთა წრფივი თანაბარი მოძრაობისას, მათ მიერ გავლილი მანძილები დროის ტოლ შუალედებში შეიძლება სხვადასხვა იყოს. მაგალითად, შარავზე მოძრაობს ადამიანი, ავტომობილი მიქრის, თვითმფრინავი მიფრინავს. ვთქვათ, ყველა ეს სხეული თანაბრად მოძრაობს, მაგრამ, მიუხედავად ამისა, მათი მოძრაობა ერთმანეთისაგან განსხვავდება. ავტომობილი ქვეითზე სწრაფად მოძრაობს, თვითმფრინავი კი - ავტომობილზე უფრო სწრაფად. რაც იმას ნიშნავს, რომ ერთი და იმავე მანძილის გავლას ავტომობილი უფრო ნაკლებ დროს მოანდომებს, ვიდრე ქვეითი, ხოლო თვითმფრინავი უფრო ნაკლებს, ვიდრე ავტომობილი. აღნიშნული სხეულების მოძრაობას ერთმანეთისაგან განასხვავებენ ფიზიკური სიდიდით, რომელსაც **სიჩქარე** ქვია.

თანაბარი მოძრაობი სიჩქარე იზომება გავლილი მანძილის ფარდობით დროის იმ შუალედთან რომლის განმავლობაშიც სხეულმა ეს მანძილი გაიარა.

$$V=S/t , (1)$$

სადაც V -არის სიჩქარე, S -გავლილი მანძილი და t დრო.

სიჩქარეს გარდა რიცხვითი მნიშვნელობისა, მიმართულებაც აქვს.

სიჩქარე, ისევე როგორც გადაადგილება ვექტორული სიდიდეა და მისი მიმართულება ემთხვევა გადაადგილების მიმართულებას.

$$\vec{V} = \vec{S} / t \quad (2)$$

წრფივი თანაბარი მოძრაობის სიჩქარე მუდმივია. სიჩქარე ფიზიკური სიდიდეა, ე. ი. იზომება. თუ $S = 1\text{მ}$ და $t = 1\text{წმ}$, მაშინ $V=S/t$ ფორმულის თანახმად სიჩქარის საზომი ერთეული იქნება 1მ/წმ .

მაშასადამე, ერთეულთა SI სისტემაში სიჩქარის ერთეულია მ/წმ . პრაქტიკაში სიჩქარის ერთეულად მიღებულია აგრეთვე სმ/წმ ; კმ/სთ ; მ/წთ და სხვ.

ამრიგად, SI სისტემაში სიჩქარის ერთეულად მიღებულია ისეთი მოძრაობის სიჩქარე, როდესაც სხეული ერთ წამში ერთ მეტრის ტოლ გადაადგილებას ასრულებს.

თუ ცნობილია თანაბარი მოძრაობის სიჩქარე და დრო, მაშინ (1) ფორმულიდან გავლილი მანძილი

$$S = v \cdot t \quad (3)$$

მაშასადამე, თანაბარი წრფივი მოძრაობის დროს გავლილი მანძილი მოძრაობის დროის პროპორციულია.

(2) ფორმულიდან

$$\begin{aligned} &\rightarrow \rightarrow \\ S &= V \cdot t \quad (4) \end{aligned}$$

ე. ი. გადაადგილებაც მოძრაობის დროის პროპორციულია.

თუ თანაბარი მოძრაობისას ვიცით სხეულის საწყისი x_0 კოორდინატი და v სიჩქარე, მაშინ $x = x_0 + v_x t$.

ფორმულის საშუალებით, დროის ნებისმიერ მომენტში განვსაზღვრავთ სხეულის x კოორდინატს - გადავწყვეტთ მექანიკის ძირითად ამოცანას.

დაკვირვებები გვიჩვენებს, რომ სხეულის მოძრაობის სიჩქარე იცვლება.

მაგალითად, სადგურიდან დაძრული მატარებლის სიჩქარე თანდათან მატულობს, ხოლო როცა მიუახლოვდებიან მომდევნო სადგურს, მისი სიჩქარე თანდათან იკლებს და ბოლოს ნულის ტოლი ხდება. მატარებლის მოძრაობა არათანაბარი მოძრაობაა.

ცვლადი სიჩქარით მოძრაობას **არათანაბარი** ან **ცვლადი მოძრაობა** ჰქვია.

არათანაბრად მოძრაობს : გემი, ავტომობილი, თვითმფრინავი და სხვ.

არათანაბარი მოძრაობები განსხვავდება ერთმანეთისაგან. ისინი ხასიათდება სხვადასხვა საშუალო სიჩქარით.

რა არის საშუალო სიჩქარე? ამ კითხვაზე პასუხის გასაცემად მოვიყვანოთ შემდეგი მაგალითი: მანძილი თბილისიდან სოხუმამდე 444კმ-ია, ამ მანძილს მატარებელი გადის 10 სთ-ში. ცხადია, მთელ გზაზე მატარებელი არათანაბრად იმოძრაებდა, მისი სიჩქარე ზოგჯერ მატულობდა, ზოგჯერ კი იკლებდა. ზოგან ჩერდებოდა. ამ შემთხვევაში მატარებლის საშუალო სიჩქარე ასე განისაზღვრება

$$V_{საშ} = 444\text{კმ}/10\text{სთ} = 44,4\text{კმ/სთ}$$

როგორც ვნახეთ, არათანაბარი მოძრაობის სიჩქარე ისევე განისაზღვრება, როგორც თანაბარი მოძრაობის სიჩქარე. რაც ასე უნდა გავიგოთ: მატარებელს თბილისიდან სოხუმამდე თანაბრად რომ ემოძრავა, მაშინ ის ყოველ საათში გაივლიდა 44,4კმ-ს. მაშასადამე,

$$V_{საშ} = S/t$$

$$\rightarrow \rightarrow$$

ვექტორულად $V_{საშ} = S / t$

ხშირად საჭიროა სხეულის მოძრაობის საშუალო სიჩქარის ცოდნა არა დროის დიდ შუალედში, არამედ დროის ძალიან მცირე შუალედში, უფრო ზუსტად რომ ვთქვათ, დროის მოცემულ მომენტში.

სიჩქარეს, რომელიც სხეულს აქვს დროის მოცემულ მომენტში, **მყისი** სიჩქარე ჰქვია. მყისი სიჩქარეც ვექტორული სიდიდეა.

ავტომობილის მყისი სიჩქარის სიდიდე იზომება სპიდომეტრით.

ტექსტზე მუშაობა

1. ამოიწერეთ ტექსტიდან ახალი სიტყვები და ტერმინები. მოიძიეთ ლექსიკონში და განმარტეთ:

2. შეადგინეთ წინადადებები ამ ტერმინების გამოყენებით:

3. უპასუხეთ კითხვებს:

3.1 რას ეწოდება თანაბარი მოძრაობა?

3.2. როგორი სიდიდეა სიჩქარე?

3.3. რა არის სიჩქარის ერთეულად მიღებული?

3.4. როგორ გამოითვლება თანაბარი მოძრაობის დროს გავლილი მანძილი?

3.5. რას ეწოდება ცვლადი მოძრაობა?

3.6. რა არის საშუალო სიჩქარე?

4. შემოხაზეთ სწორი ვარიანტი:

4.1. მოცემული ფორმულებიდან სწორად არ არის ჩანერილი:

ა) $v = s / t$

ბ) $t = v / s$

გ) $s = vt$

დ) $t = s / v$

4.2. ავტომობილის სპიდომეტრი უჩვენებს

ა) გავლილ მანძილს

ბ) მეყსეულ სიჩქარეს

გ) მოძრაობის დროს

დ) საშუალო სიჩქარეს

4.3. როდესაც არათანაბარი მოძრაობისას ავტომობილმა 180 კმ 2 სთ-ში დატარა, მაშინ არასწორია გამონათქვამი

ა) ავტომობილის საშუალო სიჩქარეა 90 კმ/სთ

ბ) 0.5 სთ -ში ავტომობილმა გაიარა 45 კმ

გ) ამოცანის პირობის მიხედვით შეუძლებელია 0.5 სთ-ში ავტომობილის მიერ გავლილი მანძილის განსაზღვრა

დ) ამოცანის პირობის მიხედვით შეუძლებელია ავტომობილის მეყსეული სიჩქარის განსაზღვრა.

5. მოძებნე მართებული მტკიცება:

ა) თანაბრადწრფივი მოძრაობის სიჩქარე მუდმივია

ბ) თანაბრადწრფივი მოძრაობის სიჩქარე არ არის მუდმივი

გ) ნებისმიერი წრფივი მოძრაობის სიჩქარე მუდმივია

6. დაასრულეთ წინადადებები ქვემოთ მოცემულის სიტყვების გამოყენებით:

სიდიდეა, სიჩქარით, წრფე, სპიდომეტრით,

6.1. ავტომობილის მყისი სიჩქარის სიდიდე იზომება

6.2. არათანაბარი მოძრაობები ხასიათდებიან სხვადასხვა

6.3. მყისი სიჩქარე ვექტორული

6.4. მოძრაობას ქვია წრფივი თანაბარი, თუ სხეული დროის ნებისმიერ ტოლ შუალედში ტოლ მანძილებს გადის და ტრაექტორია არის

7. შეავსეთ წინადადებები გამოტოვებული სიტყვებით:

წრფივი, გავლილი, მეტრის, არათანაბარი, მყისი,

- 7.1. ცვლადი სიჩქარით მოძრაობას მოძრაობა ჰქვია.
- 7.2. ავტომობილის სიჩქარის სიდიდე იზომება სპიდომეტრით.
- 7.3. SI სისტემაში სიჩქარის ერთეულად მიღებულია ისეთი მოძრაობის სიჩქარე, როდესაც სხეული ერთ წამში ერთი ტოლ გადაადგილებას ასრულებს.
- 7.4. მექანიკაში უმარტივესი სახის მოძრაობა არის თანაბარი მოძრაობა.
- 7.5. თანაბარი მოძრაობი სიჩქარე იზომება მანძილის ფარდობით დროის იმ შუალედთან რომლის განმავლობაშიც სხეულმა ეს მანძილი გაიარა.

8. დაწერეთ ტექსტის მოკლე შინაარსი რამდენიმე წინადადებით.

9. შეავსეთ ცხრილი:

რა ვიცოდი	რა ვიცი	რა მინდა ვიცოდე

თემა 6

წრფივი თანაბარცვლადი მოძრაობა. აჩქარება

ცვლადი მოძრაობის უმარტივესი სახეა **წრფივი თანაბარცვლადი მოძრაობა**, როცა სხეულის სიჩქარე დროის ნებისმიერ ტოლ შუალედში ერთი და იმავე სიდიდით იზრდება ან მცირდება.

თუ წრფივი მოძრაობისას სხეულის სიჩქარე დროის ტოლ შუალედში ერთი და იმავე სიდიდით იზრდება, ვამბობთ, რომ მოძრაობა არის წრფივი თანაბარაჩქარებული. მაგალითად, თუ დახრილ ღარში მოძრავი ბურთულის სიჩქარე ყოველ წმ-ში 2მ/წმ-ით იზრდება, მაშინ ყოველ ნახევარ წამში გაიზრდება 1მ/წმ-ით, ხოლო ორი წამის შემდეგ მისი სიჩქარე გახდება 4მ/წმ, სამი წამის შემდეგ 6მ/წმ და ა.შ. მაშინ მოძრაობა იქნება **თანაბარაჩქარებული**.

თუ მოძრაობისას სხეულის სიჩქარე იზრდება, ვამბობთ, რომ სხეული მოძრაობს დადებითი აჩქარებით და ასეთ მოძრაობას თანაბარაჩქარებულს ვუწოდებთ.

თუ წრფივი მოძრაობისას სხეულის სიჩქარე დროის ნებისმიერ ტოლ შუალედში ერთი და იმავე სიდიდით მცირდება, მაშინ მოძრაობა წრფივი **თანაბარშენელებულია**. მაგალითად, თუ დახრილ ღარში ბურთულის ზემოთ მოძრაობისას სიჩქარე 2მ/წმ-ით მცირდება, მაშინ ყოველ ნახევარ წმ-ში მისი სიჩქარე შემცირდება 1მ/წმ-ით. ვთქვათ, დახრილ ღარში ბურთულის ზემოთ მოძრაობის დაწყებიდან რაღაც მომენტში მისი სიჩქარე იყო 8მ/წმ, მაშინ ერთი წამის შემდეგ მისი სიჩქარე გახდება 6მ/წმ, ორი წამის შემდეგ 4მ/წმ, სამი წამის შემდეგ 2მ/წმ და ა.შ. ასეთი მოძრაობა თანაბარშენელებულია.

თუ მოძრაობისას სხეულის სიჩქარე მცირდება, ვამბობთ, რომ სხეული მოძრაობს უარყოფითი აჩქარებით და ასეთ მოძრაობას თანაბარშენელებულს ვუწოდებთ.

ავტომობილი ადგილიდან დაიძვრება თუ დამუხრუჭდება, ორივე შემთხვევაში მოძრაობას აჩქარებულს უწოდებენ.

სხვადასხვა წრფივი თანაბარცვლადი მოძრაობის შესადარებლად საჭიროა ვიცოდეთ სიჩქარის ცვლილება დროის ერთეულში. მაგალითად, თუ დავაკვირდებით წრფივად და პარალელურ გზებზე არათანაბრად მოძრავი მატარებლისა და ავტომობილის მოძრაობას დროის ერთსა და იმავე შუალედში, დავინახავთ რომ, ისინი სხვადასხვა მანძილებს გადიან. აქედან გამომდინარე ისინი სიჩქარეებს დროის ერთსა და იმავე შუალედში სხვადასხვა სიდიდით იცვლიან. მაშასადამე, წრფივი თანაბარცვლადი მოძრაობები შეიძლება ერთმანეთისაგან განსხვავდებოდეს დროის ერთეულში სიჩქარის ცვლილებით.

მოძრაობის სიჩქარის ცვლილების სისწრაფის დასახასიათებლად შემოღებულია **აჩქარების ცნება**.

სიჩქარე გვიჩვენებს რამდენჯერ სწრაფად მოძრაობს სხეული, ხოლო აჩქარება კი - სიჩქარის ცვლილების სისწრაფეს.

ცვლადი მოძრაობის სიჩქარის ცვლილების სისწრაფეს აჩქარება ჰქვია.

იგი აღინიშნება a -ასოთი. აჩქარება ვექტორული სიდიდეა.

თუ მოძრაობის საწყის სიჩქარეს ავლნიშნავთ v_0 -ით, ხოლო სიჩქარეს t დროის შემდეგ v -თი, მაშინ აჩქარება გამოითვლება ფორმულით

$$\begin{aligned} &\rightarrow \quad \rightarrow \rightarrow \\ a &= (v - v_0) / t \end{aligned}$$

ვთქვათ, გზაზე v_0 -სიჩქარით მოძრაობს ორი ავტომობილი, წითელი და ლურჯი. წითელი ავტომობილის მძღოლმა გადაწყვიტა ლურჯ ავტომობილს გაუსწროს. მძღოლი პედალზე ფეხის მიწოლით მანქანას „აჩქარებს“ - ზრდის მოძრაობის სიჩქარეს, როდესაც პედალზე ფეხის მიწოლის მომენტიდან t დროის შემდეგ ის ლურჯი ავტომობილი წინ აღმოჩნდება, მისი სიჩქარეა არა v_0 არამედ v , ამასთან $v > v_0$. ვთქვათ, სიჩქარე გასწრებამდე $v_0 = 20$ მ/წმ, სიჩქარე გასწრების დასრულების შემდეგ $v = 30$ მ/წმ, დრო, რომელიც გასწრებას მოანდომა $t = 4$ წმ. სიჩქარის ცვლილება t დროში $v - v_0 = 10$ მ/წმ, ხოლო აჩქარება $a = 10$ მ/წმ / 4 წმ = 2,5 მ/წმ². გასწრების მიზნით წითელი ავტომობილი 2,5 მ/წმ² აჩქარებით მოძრაობდა.

აჩქარება გვიჩვენებს სიჩქარის ცვლილებას დროის ერთეულში. თანაბარცვლადი მოძრაობის აჩქარება არ იცვლება, ამიტომ ვამბობთ, რომ აჩქარება მუდმივი სიდიდეა:

$$a = \text{const.}$$

წრფივი თანაბარცვლადი მოძრაობის აჩქარება იზომება სიჩქარის სიდიდის ცვლილებით დროის იმ შუალედთან, რომლის განმავლობაშიც ეს ცვლილება მოხდა. თუ

$$t = 1 \text{ წმ} \quad v - v_0 = 1 \text{ მ/წმ} \quad a = 1 \text{ მ/წმ} / 1 \text{ წმ} = 1 \text{ მ/წმ}^2$$

ამრიგად, აჩქარების ერთეულად მიღებულია ისეთი აჩქარება, როდესაც სხეულის სიჩქარე ყოველ წამში იცვლება 1 მ/წმ-ით. პრაქტიკაში გამოყენებულია აგრეთვე სიჩქარის ჯერადი ერთეულებიც. 1 კმ/სთ², 1 მ/წთ² და ა.შ.

სხეული იცვლის სიჩქარეს და იძენს აჩქარებას ძალის მოქმედების შედეგად.

თუ ძალა სხეულზე მოძრაობის მიმართულებით მოქმედებს, სხეულის აჩქარება დადებითია, შედეგად სხეულის სიჩქარე იზრდება, ხოლო თუ ძალა სხეულზე მისი მოძრაობის საწინააღმდეგო მიმართულებით მოქმედებს, აჩქარება უარყოფითია, შედეგად სხეულის სიჩქარე მცირდება.

დადებით აჩქარებას გამოსახავენ მოძრაობის თანამიმართული ვექტორით, უარყოფით აჩქარებას კი - მოძრაობის საწინააღმდეგოდ მიმართული ვექტორით.

როგორ ვიპოვოთ თანაბარაჩქარებული მოძრაობის სიჩქარე დროის ნებისმიერ მომენტში?

აჩქარების ფორმულიდან გამოვსახოთ სიჩქარე $v = v_0 + at$

თუ საწყისი სიჩქარე $v_0 = 0$, მაშინ $v = at$

მაშასადამე, თუ საწყისი სიჩქარე ნულის ტოლია, მაშინ თანაბარაჩქარებული მოძრაობის მყისი სიჩქარე დროის პროპორციულია.

ხოლო თუ სხეულის მოძრაობის სიჩქარე მცირდება, მაშინ $v = v_0 - at$. აქედან გამომდინარე, თანაბარმეჩვენებული მოძრაობისას საწყისი სიჩქარე არ შეიძლება იყოს ნულის ტოლი.

შევვიძლია ავაგოთ სიჩქარის დროზე დამოკიდებულების გრაფიკი, სადაც აბსცისათა ღერძზე გადავზომავთ დროს, ორდინატთა ღერძზე კი სიჩქარეს. აჩქარების დროზე დამოკიდებულების გრაფიკის ასაგებად კი აბსცისათა ღერძზე გადავზომავთ დროს, ხოლო ორდინატთა ღერძზე აჩქარებას.

თანაბრად ცვლადი მოძრაობის დროს აჩქარების გრაფიკი ყოველთვის დროის ღერძის პარალელური წრფეა (აჩქარება არ იცვლება), სიჩქარის გრაფიკი კი - დახრილი წრფე (სიჩქარე იცვლება)

ტექსტზე მუშაობა

1. ამოიწერეთ ტექსტიდან ახალი სიტყვები და ტერმინები. მოიძიეთ ლექსიკონში და განმარტეთ:

2. შეადგინეთ წინადადებები ამ ტერმინების გამოყენებით:

3. შემოხაზეთ სწორი ვარიანტი:

3.1. ჩამოთვლილთაგან , რომელ ვარიანტშია სამივე სიდიდე ვექტორული?

- ა) გავლილი მანძილი, აჩქარება, დრო
- ბ) სიჩქარე, აჩქარება, დრო
- გ) სიჩქარე, გადაადგილება, აჩქარება

3.2. რომელი მოძრაობაა აჩქარებული:

- ა) პარაბოლური ეშვება მუდმივი სიჩქარით
- ბ) მოთხილამურე ეშვება მთიდან
- გ) მოძრაობა გაჩერებულია

3.3. თუ ავტომობილის სიჩქარე დაძვრისას 2წმ-ში 6მ/წმ - მდე გაიზარდა, მაშინ მისი აჩქარების მოდულია

ა) 12მ/წმ² ბ) 3მ/წმ² გ) 0,3 მ/წმ² დ) 30 მ/წმ²

3.4. თუ დაძვრისას ავტომობილი მოძრაობს 3 მ/წმ² აჩქარებით, მაშინ მისი სიჩქარე 2 წმ -ში იზრდება

ა) 6მ/წმ -დე ბ) 1.5 მ/წმ -დე გ) 0.7 მ/წმ დე დ) 60 მ/წმ -დე

4. უპასუხეთ კითხვებს:

4.1. როგორ მოძრაობას ჰქვია წრფივი თანაბარცვლადი მოძრაობა?

4.2. როდის არის მოძრაობა წრფივი თანაბარაჩქარებული?

4.3. როდის არის მოძრაობა წრფივი თანაბარშენელებული?

4.4. რა არის აჩქარება?

4.5. როგორი სიდიდეა აჩქარება?

5. მრავალწერტილის ნაცვლად ჩასვით გამოტოვებული სიტყვები:

თანაბარშენელებულია, ვექტორული, თანაბარაჩქარებულია, აჩქარება

1. ცვლადი მოძრაობის სიჩქარის ცვლილების სისწრაფეს ჰქვია.

2. აჩქარება სიდიდეა.

3. თუ მოძრაობისას სხეულის სიჩქარე იზრდება, ვამბობთ, რომ მოძრაობა

4. თუ მოძრაობისას სხეულის სიჩქარე მცირდება, ვამბობთ, რომ მოძრაობა

6. ჩასვით სათანადო სიტყვები „იზრდება“, „მცირდება“, „დადებითია“

თანაბარცვლადი მოძრაობისას აჩქარება, თუ სიჩქარე, აჩქარება უარყოფითია, თუ სიჩქარე

7. ამოხსენით:

7.1. მეტროს მატარებელი მოძრაობის დაწყებიდან 40წმ -ის შემდეგ აღწევს 15 მ/წმ სიჩქარეს. განსაზღვრეთ მატარებლის აჩქარება.

7.2. რისი ტოლია ავტომობილის აჩქარება დამუხრუჭებისას, თუ მისი სიჩქარე 3წმ -ის განმავლობაში 70 მ/წმ -დან 40 მ/წმ -დე შემცირდა?

8. მოცემულია სიტყვათა არეული რიგი. გამართეთ წინადადება:

1. აჩქარებას, ვექტორით, დადებით, თანამიმართული, გამოსახვენ, მოძრაობის

2. აჩქარება, თუ, ძალა, მიმართულებით, დადებითია, მოქმედებს, მოძრაობის, სხეულზე,

3. სიჩქარის, ცვლადი, სისწრაფეს, მოძრაობის, აჩქარება, ცვლილების, ჰქვია

4. აჩქარება, ღროის, სიჩქარის, ცვლილებას, ერთეულში, გვიჩვენებს

5. მიღებულია, აჩქარების, სისტემაში, ერთეულად, საერთაშორისო, SI, მ/წმ²,

9. დაწერეთ ტექსტის მოკლე შინაარსი რამდენიმე წინადადებით.

10. შეავსეთ ცხრილი:

რა ვიცოდი	რა ვიცი	რა მინდა ვიცოდე

თემა 7 ნიუტონის I კანონი

მექანიკის იმ ნაწილს, რომელიც სწავლობს აჩქარების გამომწვევ მიზეზებს და მისი გამოთვლის ხერხებს, **დინამიკა** ეწოდება.

სხეულის მოძრაობის შესასწავლად საჭიროა ვიცოდეთ ამ მოძრაობის გამომწვევი მიზეზები.

დავაკვირდეთ მაგიდაზე მოთავსებულ ურიკას, ურიკა უძრავია მაგიდისა და მის ირგვლივ მყოფი სხვა საგნების მიმართ. ფაქტია, ურიკა თავისით არ დაინწყებს მოძრაობას. იმისათვის, რომ ურიკა ამოძრავდეს, საჭიროა მასზე სხვა სხეულის მოქმედება. ასევე ფეხბურთის ბურთი სტადიონის ცენტრში უძრავი იქნება მანამ, სანამ მასზე სხვა სხეული იმოქმედებს. მსგავს მაგალითებს ხშირად ვხვდებით ყოველდღიურ ცხოვრებაში. დაკვირვებებით ვრწმუნდებით, რომ უძრავი სხეულის ასამოძრავებლად საჭიროა მასზე სხვა სხეულის მოქმედება.

ბერძენი ფილოსოფოსი და მეცნიერი არისტოტელე ამტკიცებდა, რომ გარე ზემოქმედების გარეშე სხეული შეიძლება იყოს მხოლოდ უძრავ მდგომარეობაში. სხეული მოძრაობს მხოლოდ იმ შემთხვევაში, თუ მასზე მოქმედებს სხვა სხეული. 2000 წლის შემდეგ იტალიელმა მეცნიერმა გალილეო გალილემ დაამტკიცა, რომ არისტოტელეს აზრი მცდარია, ზემოქმედების გარეშე სხეული შეიძლება იყოს არა მარტო უძრავ მდგომარეობაში, არამედ მოძრაობდეს წრფივად და თანაბრად. სხეულმა მუდმივი სიჩქარით რომ იმოძრაოს, მასზე უნდა ვიმოქმედოთ ძალით, რომელიც საჭიროა სხეულზე მოქმედი სხვა ძალების გასაწონასწორებლად.

ავამოძრაოთ ურიკა, იგი რაღაცა დროის შემდეგ გაჩერდება. რატომ გაჩერდა ურიკა? დასმულ კითხვაზე პასუხის გასაცემად ჩავატაროთ ცდა.

დახრილი სიბრტყიდან მაგიდის ზედაპირზე დავაგოროთ ბურთულა. დახრილი სიბრტყიდან დაგორებისას ბურთულა აღწევს რაღაცა v სიჩქარეს და მაგიდაზე იმოძრავებს რაღაცა დროის შუალედში. ახლა გავიმეოროთ ცდა, ოღონდ მაგიდის ზედაპირზე გადავაფაროთ ქსოვილი, ბურთულა უფრო სწრაფად გაჩერდება. როგორც ვხედავთ, რაც მეტ წინააღმდეგობას აწყდება ბურთულა, მით ნაკლები დროის შუალედში მოძრაობს იგი. განვიხილოთ ბურთულას მოძრაობა ჯერ დახრილ, შემდეგ კი ჰორიზონტალურ ღარში, რომელშიც ქვიშაა. დახრილ ღარში მოძრაობისას ბურთულას სიჩქარე იზრდება, ჰორიზონტალურ ღარში გადასვლისას კი სიჩქარე მცირდება. ბურთულასა და ქვიშას შორის ხახუნის ძალა ბურთულას ამუხრუჭებს და იგი სწრაფად ჩერდება. თუ ცდას ქვიშის გარეშე ჩავატარებთ ბურთულა იმოძრავებს დიდხანს. შესაძლებელი რომ იყოს ყოველგვარი წინააღმდეგობის მოსპობა, ბურთულა იმოძრავებდა დედამიწის მიმართ მუდმივი სიჩქარით წრფივად და თანაბრად.

ასევე, როცა ველოსიპედისტი შეწყვეტს სატერფულზე მოქმედებას, ველოსიპედი განაგრძობს მოძრაობას და ეს მოძრაობა მოასფალტებულ გზაზე უფრო დიდხანს გაგრძელდება, ვიდრე მოხრეშილზე. მოყვანილი მაგალითები ამტკიცებს, რომ სხეულის

სიჩქარის შესაცვლელად საჭიროა მასზე სხვა სხეულის მოქმედება და ნათლად ჩანს, რომ თუ წინააღმდეგობა არ იქნება, მაშინ მოძრაობა გაგრძელდება უსასრულოდ.

გალილეიმ დაასკვნა, რომ თუ სხეულზე სხვა სხეულის მოქმედება კომპენსირებულია, მაშინ იგი უძრავია ან მოძრაობს წრფივად და თანაბრად. მიღებული დასკვნა ცნობილია **ინერციის კანონის** სახელწოდებით. ინერცია ლათინური სიტყვაა და ნიშნავს უმოქმედებას, უძრაობას.

ამგვარად, წრფივი თანაბარი მოძრაობა სხეულის ისეთივე მდგომარეობაა, როგორც უძრაობა.

სხეულის თვისებას, შეინარჩუნოს უძრაობის, ან წრფივი თანაბარი მოძრაობის მდგომარეობა, როდესაც მასზე სხვა სხეულები არ მოქმედებს, ან მათი მოქმედება კომპენსირებულია, ინერცია ანუ **ინერტულობა** ეწოდება.

ინერცია ცხადად მულავნდება ყოველთვის, როდესაც გარეშე მიზეზს სხეული უძრაობის ან მოძრაობის მდგომარეობიდან გამოჰყავს. მაგალითად, ავტობუსის ამოძრავებისას მგზავრი, ავტობუსის მოძრაობის საპირისპირო მიმართულებით გადაიხრება, გაჩერებისას კი - მოძრაობის მიმართულებით.

სხეულის ინერციის გაუთვალისწინებლობა იწვევს სხვადასხვა სახის ავარიებს.

ინერცია უნდა გაითვალისწინონ ავტომობილებისა თუ სხვა სატრანსპორტო საშუალებების მძღოლებმა. უნდა გვახსოვდეს, რომ სატრანსპორტო საშუალებების მყისი გაჩერება შეუძლებელია.

ინერციის კანონის გალილეისებური ფორმულირება არ არის ზუსტი, რადგან სხეულის სიჩქარეზე ლაპარაკი შეიძლება მხოლოდ იმ შემთხვევაში, როდესაც მივუთითებთ ათვლის სისტემას, რომლის მიმართაც განიხილება მოძრაობა.

არსებობს ათვლის სისტემები, რომელშიც ინერციის კანონი არ სრულდება. მაგ., მატარებლის ძლიერი დამუხრუჭებისას ვაგონში მყოფი მგზავრი გადავარდება, ე.ი. შეიცვლება მისი სიჩქარე ვაგონის მიმართ, თუმცა არ არსებობს ძალა, რომელიც მგზავრს უბიძგებს. ამგვარად, ამ შემთხვევაში ვაგონის მიმართ ინერციის კანონი არ სრულდება.

ათვლის სისტემებს, რომელშიც ინერციის კანონი სრულდება, ათვლის ინერციული სისტემები ეწოდება.

განხილულ შემთხვევაში ვაგონთან დაკავშირებული სისტემა არაინერციულია.

ინგლისელმა მეცნიერმა ისააკ ნიუტონმა განაზოგადა გალიელის დასკვნები და ჩამოაყალიბა **ინერციის კანონი** სრულყოფილი სახით:

არსებობს ათვლის სისტემები, რომელთა მიმართ სხეული, რომელიც გადატანით მოძრაობას ასრულებს, ინარჩუნებს მუდმივ სიჩქარეს, თუ მასზე სხვა სხეულების მოქმედება კომპენსირებულია. ამ კანონს **ნიუტონის I კანონი** ეწოდება.

ურთიერთქმედების არარსებობისას ინერციის გამო სხეული ინარჩუნებს უძრაობის ან წრფივი თანაბარი მოძრაობის მდგომარეობას.

ინერციის გამო სხეულის სიჩქარის მყისიერი ცვლილება შეუძლებელია.

ნიუტონის პირველი კანონი მექანიკის ერთ-ერთი ძირითადი კანონია.

მექანიკის კანონები სრულდება ინერციული სისტემის მიმართ. აღმოჩნდა, რომ ნებისმიერი ათვლის სისტემა, რომელიც მოძრაობს წრფივად და თანაბრად ამა თუ იმ ინერციული სისტემის მიმართ, აგრეთვე ინერციულია.

ტექსტზე მუშაობა

1. ამოიწერეთ ტექსტიდან ახალი სიტყვები და ტერმინები. მოიძიეთ ლექსიკონში და განმარტეთ:

2. შეადგინეთ წინადადებები ამ ტერმინების გამოყენებით:

3. უპასუხეთ კითხვებს:

1. რა არის საჭირო იმისათვის, რომ უძრავი სხეული ამოძრავდეს?

2. რა არის ინერცია?

3. როგორ გამოითქმის ნიუტონის I კანონი?

4. სად უფრო მეტხანს იმოძრავებს ერთნაირი საწყისი სიჩქარის შემთხვევაში ბურთი, მდელივთუ მოასფალტებულ გზაზე. რატომ?

5. რას იწვევს სხეულის ინერციის პრაქტიკაში გაუთვალისწინებლობა?

3. შემოხაზეთ სწორი ვარიანტი (ოთხი ვარიანტიდან)

3.1. ოთახში მაგიდის პორიზონტალურ ზედაპირზე უძრავი ბურთულა სიჩქარეს თავისით

ა) ვერ ამოძრავდება

- ბ) ამოძრავდება
- გ) ზოგჯერ ამოძრავდება, ზოგჯერ არა
- დ) ცალსახა პასუხს ვერ გავცემთ

3.2. ოთახში მაგიდის ჰორიზონტალურ ზედაპირზე მოძრავი ბურთულა სიჩქარეს თავისით:

- ა) ვერ შეიცვლის
- ბ) შეიცვლის
- გ) ზოგჯერ შეიცვლის, ზოგჯერ არა
- დ) ცალსახა პასუხს ვერ გავცემთ

3.3. თუ ავტომობილის მგზავრები უნებურად მარცხნივ იხრებიან, მაშინ:

- ა) ავტომობილი მოძრაობს თანაბრად
- ბ) ავტომობილი უხვევს მარცხნივ
- გ) ავტომობილი უხვევს მარჯვნივ
- დ) ავტომობილი უძრავია

3.4. ათვლის სისტემა, რომელშიც, თუ სხეულზე სხვა სხეული არ მოქმედებს და მისი სიჩქარე:

- ა) იზრდება, ინერტულია
- ბ) არ იცვლება, ინერტულია
- გ) მცირდება, ინერტულია
- დ) არ იცვლება, არაინერტულია

3.5. ტრანსპორტის დაძვრისას მგზავრები:

- ა) გადაიხრებიან მოძრაობის მიმართულებით
- ბ) არ გადაიხრებიან
- გ) გადაიხრებიან მოძრაობის საპირისპირო მიმართულებით
- დ) ზოგჯერ მოძრაობის მიმართულებით გადაიხრებიან, ზოგჯერ კი - საპირისპიროდ.

4. წარმოდგენილია სიტყვათა არეული რიგი და გამართეთ წინადადება:

მეუძლებელია, გამო, მყისიერი, სიჩქარის, სხეულის, ცვლილება, ინერციის.

წრთვი, სხეულის, ისეთივე, თანაბარი, მდგომარეობაა, უძრაობა, როგორიც, მოძრაობა.

კანონები, სისტემების, ინერციული, მექანიკის, მიმართ, სრულდება.

სხეულის, მასზე, უძრავი, ასამოძრავებლად, სხვა, საჭიროა, მოქმედება, სხეულის.

საპირისპირო, მოხვევისას, მოძრაობის, ტრანსპორტის, გადაიხრებიან, მგზავრები, მიმართულებით.

5. მრავალწერტილების ნაცვლად ჩასვით გამოტოვებული სიტყვები:

არარსებობისას, გადატანით, აჩქარების, ინერციული,

ნებისმიერი ათვლის სისტემა, რომელიც მოძრაობს წრფივად და თანაბრად ამა თუ იმ სისტემის მიმართ, აგრეთვე ინერციულია.

ურთიერთქმედების ინერციის გამო სხეული ინარჩუნებს უძრაობის ან წრფივი თანაბარი მოძრაობის მდგომარეობას.

არსებობს ათვლის სისტემები, რომელთა მიმართ სხეული, რომელიც მოძრაობას ასრულებს, ინარჩუნებს მუდმივ სიჩქარეს, თუ მასზე სხვა სხეულების მოქმედება კომპენსირებულია.

მექანიკის იმ ნაწილს, რომელიც სწავლობს გამომწვევ მიზეზებს და მისი გამოთვლის ხერხებს დინამიკა ეწოდება.

6. დაასრულეთ წინადადებები შემდეგი სიტყვების გამოყენებით:

საპირისპიროდ, შეუძლებელია, შეამცირონ, გაადიდოს

სასურველია, სწრაფად მოძრავი ტრანსპორტის სიჩქარე მოხვევისას

საუკეთესო მუხრუჭებით ავტომობილის მეყსეული გაჩერება

ზრდადი სიჩქარით მოძრავ ვაგონში შვეულად ახტომის შემდეგ დავხტებით ახტომის ადგილიდან უკან ვაგონის მოძრაობის

აღმართზე ადვილად რომ ავიდეს სასურველია აღმართთან მიახლოებისას ველოსიპედისტმა სიჩქარე

7. დაწერეთ ტექსტის მოკლე შინაარსი რამდენიმე წინადადებით.

8. შეავსეთ ცხრილი:

რა ვიცოდი	რა ვიცი	რა მინდა ვიცოდე

თემა 8 ნიუტონის II კანონი

ნიუტონის II კანონი ამყარებს კავშირს ჩვენთვის ცნობილ სამ სიდიდეს შორის: აჩქარება, ძალა და მასა.

მექანიკაში ერთი სხეულის მეორეზე მოქმედება ხასიათდება ძალით. ეს ნიშნავს, რომ სხეულზე მოქმედებს სხვა სხეული. თუ სხეულზე ძალით ვიმოქმედებთ, შეიცვლება სხეულის სიჩქარე. ე. ი. იგი აჩქარებულად იმოძრაავებს, რადგან სხეულის აჩქარების მიზეზი მასზე ძალის მოქმედებაა.

ცხოვრებისეული მაგალითებით ვრწმუნდებით, რომ რაც მეტი ძალით ვმოქმედებთ სხეულზე, მით მეტი აჩქარებით იმოძრაავებს იგი. ძალასა და აჩქარებას შორის დამოკიდებულების გასარკვევად ჩავატაროთ ცდა:

მაგიდაზე მოვათავსოთ ურიკა, რომელზედაც გამობმულია უძრავ ჭოჭონაქზე გადადებული თოკი. თოკის მეორე ბოლოზე ჩამოკიდებულია პინა. პინაზე მოვათავსოთ სანონი. ურიკა ჭოჭონაქამდე მანძილს გაივლის რაღაცა დროში. ახლა ურიკა კვლავ დავუბრუნოთ სანცის მდგომარეობას და პინაზე დავამატოთ სანონი, რითაც გაიზრდება ურიკაზე მოქმედი ძალა. ურიკა უფრო ჩქარა მივა ჭოჭონაქამდე. ე.ი. უფრო მეტად შეიცვალა სიჩქარე. მაშასადამე, გაიზარდა ურიკის აჩქარება.

ამრიგად, მოქმედი ძალის გაზრდამ გამოიწვია აჩქარების გაზრდა. ზუსტი ცდებით დადგენილია, რომ აჩქარება ძალის პირდაპირპროპორციულია:

$$a \sim F$$

ახლა ცდა გავიმეოროთ: პინაზე სანონების შეუცვლელად, უცვლელი დარჩება ურიკაზე მოქმედი ძალა, და ვცვალოთ ურიკის დატვირთვა. შედეგებით დავრწმუნდებით, რომ ერთი და იმავე ძალის მოქმედებით სხვადასხვა სხეული სხვადასხვა აჩქარებით მოძრაობას. ე.ი. სხეულის აჩქარება დამოკიდებულია არა მხოლოდ მოქმედ ძალაზე, არამედ თვით სხეულის თვისებაზეც - **ინერტულობაზე**.

ინერტულობა ვლინდება იმაში, რომ სხეულის სიჩქარის ცვლილება ხდება არა მყისიერად, არამედ თანდათანობით. ამასთან, რაც მეტია სხეულის ინერტულობა, მით ნელა იცვლება სხეულის სიჩქარე, ე. ი. მით ნაკლებია აჩქარება.

რადგან ინერტულობა განაპირობებს სხეულის სიჩქარის შეცვლას, ე.ი. განაპირობებს აჩქარების ცვლილებას.

ერთი და იმავე ძალის მოქმედებისას მასის რამდენჯერმე გაზრდით, იმდენჯერვე შემცირდება აჩქარება. ე.ი. ურიკის დატვირთვისას მისი აჩქარება შემცირდება. მაშასადამე აჩქარება მასის უკუპროპორციულია:

$$a \sim 1/m$$

გავაერთიანოთ მიღებული შედეგები: აჩქარება, რომლითაც სხეული მოძრაობს, პროპორციულია სხეულზე მოქმედი ძალისა და უკუპროპორციულია მისი მასისა. ეს არის

ნიუტონის II კანონი. თუ შემოვიღებთ შესაბამის აღნიშვნებს, მაშინ ნიუტონის II კანონი ასე ჩაიწერება:

$$a = F/m$$

სადაც a არის აჩქარება, F -ძალა და m -მასა. ვინაიდან აჩქარება და ძალა ვექტორული სიდიდეებია, ამიტომ ნიუტონის მეორე კანონი ვექტორული სახით შეიძლება ჩაიწეროს ასე:

$$\vec{a} = \vec{F}/m$$

$$a = F/m$$

ნიუტონის მეორე კანონიდან შეიძლება განისაზღვროს ძალა:

$$\vec{F} = m \cdot \vec{a}$$

$$F = m \cdot a$$

სხეულზე მოქმედი ძალა იზომება სხეულის მასისა და ამ ძალით გამოწვეული აჩქარების ნამრავლით.

დავადგინოთ ძალის ერთეული ,

თუ $m=1\text{კგ}$ $a=1\text{მ/წმ}^2$, მაშინ $F=1\text{კგ}\cdot\text{მ/წმ}^2$

ამ ერთეულს ნიუტონის პატივსაცემად უწოდეს ნიუტონი და საერთაშორისო შეთანხმებით, ძალის ერთეულად SI სისტემაში მიღებულია 1 ნიუტონი.

1ნიუტონი= $1\text{კგ}\cdot\text{მ/წმ}^2$

1ნიუტონი არის ძალა, რომელიც 1კგ მასის სხეულს ანიჭებს 1მ/წმ^2 აჩქარებას, ანუ 1კგ მასის სხეულის სიჩქარეს 1წმ-ის განმავლობაში 1მ/წმ-ით ცვლის.

ძალის საზომ ხელსაწყოს **დინამომეტრი** ჰქვია.

„დინამომეტრი“ ბერძნული სიტყვებისაგან წარმოდგება - „დინამიუს“ ძალას ნიშნავს, „მეტრეო“ ვზომავ. დინამომეტრი სხვადასხვა სახისაა.

უმრავლეს შემთხვევაში სხეულზე მოქმედებს არა ერთი, არამედ რამდენიმე ძალა. ასეთ შემთხვევებში სხეულზე მოქმედი ძალები შეიძლება შევცვალოთ ერთი ძალით - ტოლქმედი ძალით.

ძალას, რომელიც სხეულზე ისეთსავე მოქმედებას ახდენს, როგორსაც რამდენიმე ძალა ერთად, ამ ძალების **ტოლქმედი ძალა** ეწოდება.

რამდენიმე ძალის ტოლქმედის პოვნას ამ ძალების შეკრება ეწოდება. შესაკრებ ძალებს კი - მდგენელი ძალები.

თუ სხეულზე მოქმედ F_1 და F_2 ძალებს ერთი და იგივე მიმართულება აქვთ, მაშინ მათი ტოლქმედი მიმართულია იმავე მხარეს, მოდული კი ტოლია მათი მოდულების ჯამისა:

$$F = F_1 + F_2$$

თუ სხეულზე მოქმედ ძალებს ურთიერთსაწინააღმდეგო მიმართულება აქვთ, მაშინ მათი ტოლქმედი მიმართულია დიდი ძალის მხარეს, ტოლქმედის მოდული კი დიდი და მცირე ძალების მოდულების სხვაობის ტოლია:

$$F = F_1 - F_2 \quad F_1 > F_2$$

თუ სხეულზე მოქმედებს ტოლი და საპირისპიროდ მიმართული ძალები, მაშინ მათი ტოლქმედი ნულის ტოლია:

$$F = 0$$

თუ სხეულზე მოქმედი ძალების ტოლქმედი ნულის ტოლია, მაშინ ნიუტონის მეორე კანონიდან გამომდინარე სხეულის აჩქარებაც ნულის ტოლია. ეს კი ნიშნავს, რომ სხეულის

სიჩქარე მუდმივია. ე.ი. თუ სხეულზე ძალა არ მოქმედებს, მაშინ იგი მოძრაობს აჩქარების გარეშე. თუმცა ეს არ ნიშნავს იმას, რომ ნიუტონის პირველი კანონი მეორის შედეგია.

ტექსტზე მუშაობა

1. ამოიწერეთ ტექსტიდან ახალი სიტყვები და ტერმინები. მოიძიეთ ლექსიკონში და განმარტეთ:

2. შეადგინეთ წინადადებები ამ ტერმინების გამოყენებით:

3. უპასუხე კითხვებს:

ა) როგორ მოძრაობს სხეული, რომელზეც ძალა მოქმედებს?

ბ) რა არის მიღებული ძალის ერთეულად საერთაშორისო SI სისტემაში?

გ) რა ეწოდება ძალის გასაზომ ხელსაწყოს?

დ) რას ეწოდება ტოლქმედი ძალა?

ე) რაში მდგომარეობს ნიუტონის II კანონი?

4. შემოხაზეთ სწორი ვარიანტი

4.1. რომელი არ არის ძალის ერთეული?

- ა) ნიუტონი
- ბ) კგ·მ/წმ²
- გ) კგ·მ/წმ

4.2. მოძებნეთ მართებული მტკიცება:

- ა) ძალა სიჩქარის შენარჩუნების მიზეზია
- ბ) სხეულის სიჩქარე შეიძლება მხოლოდ ინერციის შედეგად შეიცვალოს
- გ) ძალა სხეულის სიჩქარის ცვლილების მიზეზია

4.3. თუ სხეულზე ძალა არ მოქმედებს, მაშინ იგი:

- ა) უძრავია
- ბ) მოძრაობს თანაბრად
- გ) მოძრაობს აჩქარებით
- დ) უძრავია ან მოძრაობს თანაბრად

4.4. თუ სხეულზე ძალა აღარ მოქმედებს:

- ა) იგი აუცილებლად გაჩერდება
- ბ) მუდმივი სიჩქარით გააგრძელებს მოძრაობას იმავე მიმართულებით
- გ) გააგრძელებს მოძრაობას ადრე მოქმედი ძალის მიმართულებით
- დ) ან შეესწავლება გაჩერდება, ან გააგრძელებს მოძრაობას ზრდადი სიჩქარით.

4.5. $F = ma$ ფორმულის საფუძველზე, სხეულზე მოქმედი ძალა:

- ა) პროპორციულია სხეულის მასის
- ბ) პროპორციულია სხეულის აჩქარების
- გ) არ არის დამოკიდებული სხეულის მასასა და აჩქარებაზე
- დ) პროპორციულია სხეულის მასისა და აჩქარების ნამრავლისა

5. დაასრულეთ წინადადებები შემდეგი სიტყვების გამოყენებით:

ტოლქმედი, ნიუტონი, ჯამისა, აჩქარებას, ნულის,

თუ სხეულზე მოქმედებს ტოლი და საპირისპიროდ მიმართული ძალები, მაშინ მათი ტოლქმედი ტოლია

ნიუტონის II კანონი აკავშირებს ძალას, მასას და

საერთაშორისო SI სისტემაში ძალის ერთეულად მიღებულია

თუ სხეულზე მოქმედ F_1 და F_2 ძალებს ერთი და იგივე მიმართულება აქვთ, მაშინ მათი ტოლქმედი მიმართულია იმავე მხარეს, მოდული კი ტოლია მათი მოდულების

ძალას, რომელიც სხეულზე ისეთივე მოქმედებას ახდენს, როგორსაც რამდენიმე ძალა ერთად, ეწოდება ამ ძალების

6. გამართეთ წინადადება:

სხეულის, ნელა, სიჩქარე, რაც, იცვლება, მეტია, ინერტულობა, მით

ძალა, მოქმედი, ნამრავლით, სხეულზე, მასისა, , იზომება, და, აჩქარების, სხეულის

შეკრება, ტოლქმედის, რამდენიმე, ძალების, ეწოდება, ძალის, პოვნას, ამ

ძალებს, მდგენელი, შესაკრებ, ძალები, ეწოდება.

7. იპოვე შესაბამისობა:

ნიუტონი	ძალის საზომი ხელსაწყო
დინამომეტრი	ისეთივე მოქმედებას ახდენს, როგორსაც რამდენიმე ძალა ერთად
ინერცია	ძალის ერთეული
ტოლქმედი ძალა	სიჩქარის შენარჩუნების მოვლენა

8. დაწერეთ ტექსტის მოკლე შინაარსი რამდენიმე წინადადებით.

9. შეავსეთ ცხრილი:

რა ვიცოდი	რა ვიცი	რა მინდა ვიცოდე

თემა 9 სხეულის მასა და სიმკვრივე

იმისთვის, რომ სხეულს შევეუცვალოთ სიჩქარე, ავამოძრაოთ ან თუ მოძრაობს, გავაჩეროთ, საჭიროა მასზე სხვა სხეულის მოქმედება.

ისმის კითხვა: სხვა სხეულთან ურთიერთქმედებისას ყველა სხეული ერთნაირად იცვლის თუ არა სიჩქარეს? დასმულ კითხვაზე პასუხის გასაცემად ჩავატაროთ შემდეგი ცდა:

მაგიდაზე მოვათავსოთ ორი უკრიკა, რომლებზეც მიმაგრებულია ზამბარიანი დისკოები. ერთ უკრიკაზე დავდოთ ტვირთი და უკრიკები მივუახლოვოთ ერთმანეთს ისე, რომ ზამბარები მაქსიმალურად შეიკუმშოს და უკრიკები ძაფით გადავაბათ. ძაფის განწყვეტისას ზამბარების ურთიერთქმედების შედეგად უკრიკები სხვადასხვა მიმართულებით ამოძრავდებიან. თუ გავზომავთ უკრიკების მიერ გავლილ მანძილებს S_1 და S_2 -ს, დავინახავთ, რომ ერთსა და იმავე დროში დაუტვირთავი უკრიკა მეტ მანძილს გაივლის, ვიდრე დატვირთული. ე.ი. დაუტვირთავი უკრიკა მეტი სიჩქარით მოძრაობს, ვიდრე დატვირთული.

ცდიდან ჩანს, რომ უკრიკების ურთიერთქმედებისას მათი სიჩქარეები სხვადასხვანაირად იცვლება. მაშასადამე, სხეულთა სიჩქარის შეცვლას განაპირობებს არა მარტო მათი ურთიერთქმედება, არამედ თვით სხეულთა თვისებებიც.

ურთიერთქმედებისას სხეულების მიერ სიჩქარის სხვადასხვანაირად შეცვლა აიხსნება მათი თვისებებით - ინერტულობით (ინერციით)

ინერტულობა თვისებაა, რომელიც ყველა სხეულს ახასიათებს, იგი შემდეგში მდგომარეობს: რაიმე სიდიდით სხეულის სიჩქარის შესაცვლელად საჭიროა, რომ მასზე სხვა სხეულის მოქმედება გრძელდებოდეს გარკვეული დროის განმავლობაში, რაც მეტია ეს დრო, მით უფრო ინერტულია სხეული.

ორი სხეულიდან უფრო ინერტულია ის, რომელიც ურთიერთქმედების შედეგად ნაკლებად იცვლის სიჩქარეს.

ინერტულობის დამახასიათებელ ფიზიკურ სიდიდეს **მასა** ეწოდება.

მასა სხეულის ინერტულობის ზომაა. რაც უფრო დიდია სხეულის მასა, მით უფრო ინერტულია იგი.

ნიუტონის მეორე კანონის შესაბამისად, მასა არის სხეულის მიერ ძალისთვის „წინააღმდეგობის“ განწევის ზომა, ანუ ინერციის ზომა.

გლუვ მაგიდაზე დავდოთ წიგნი და მივანწვთ თითით. წიგნს ადვილად ავამოძრავებთ. ახლა იმავე თითით მივანწვთ მაგიდაზე მოთავსებულ წიგნების დასტას, მისი ადგილიდან დაძვრა გავკვირდებით. მაშასადამე, რაც მეტია სხეულის მასა, მით უფრო ძნელია მისი სიჩქარის შეცვლა.

ბუნებაში არსებულ ყველა სხეულს ახასიათებს ინერტულობა და გააჩნია მასა.

მასა ფიზიკური სიდიდეა და მის ერთეულად მიღებულია კილოგრამი. კილოგრამის ეტალონი (ეტალონი-ფრანგული სიტყვაა და ნიშნავს დადგენილი საზომი ერთეულის ზუსტ ნიმუშს) ინახება საფრანგეთში.

პრაქტიკაში მასის ერთეულად იყენებენ აგრეთვე 1ტ (ტონა)=1000კგ, 1გ (გრამი)=0,001კგ, 1მგ (მილიგრამი)=0,000001კგ. მასა პრაქტიკულად განისაზღვრება აწონით.

მასა სკალარული სიდიდეა.

სხეულის მასა დამოკიდებულია არა მარტო მის ზომებზე, არამედ იმაზეც, თუ რა ნივთიერებისაგან შედგება იგი. ამიტომ ტოლი მოცულობისა და სხვადასხვა ნივთიერებისაგან დამზადებულ სხეულებს სხვადასხვა მასა აქვთ.

თუ ერთნაირი მოცულობის ალუმინისა და სპილენძის სხეულებს მოვათავსებთ სასწორის პინებზე, სასწორის წონასწორობა დაირღვევა. ასეთივე შედეგს მივიღებთ, თუ ცდას ჩავატარებთ ერთნაირი მოცულობის, მაგრამ სხვადასხვა ნივთიერებისაგან დამზადებული ნებისმიერი სხეულებით. მაგ. 1მ³ რკინის მასა=7,8გ. 1სმ³ ხის მასა =0,7გ, 1სმ³ წყლის მასა =1გ. და.ა.შ. ნივთიერების ამ თვისებას **სიმკვრივე** ჰქვია.

ფიზიკურ სიდიდეს, რომელიც გვიჩვენებს რას უდრის ერთეული მოცულობის (1სმ³) ნივთიერების მასა, ამ ნივთიერების სიმკვრივე ეწოდება.

ნივთიერების სიმკვრივე ტოლია სხეულის მასის შეფარდებისა მის მოცულობასთან
სიმკვრივე=მასა/მოცულობასთან

თუ სიმკვრივეს ავლენიშნავთ ρ (რო) ასოთი, სხეულის მასას m -ით, ხოლო მოცულობას v -თი, მაშინ

$$\rho = m/v .$$

სიმკვრივის ერთეული =მასის ერთეული/მოცულობის ერთეული.

SI სისტემაში მასის ერთეულია 1კგ, მოცულობის -1მ³, ამიტომ სიმკვრივის ერთეული იქნება 1კგ/მ³ . ხშირად პრაქტიკაში გამოიყენება სიმკვრივის ერთეული 1გ/სმ³. მაგალითად, წყლის სიმკვრივე $\rho = 1000\text{კგ} / \text{მ}^3 = 1\text{გ} / \text{სმ}^3$; ვერცხლისყლის $\rho = 13600\text{კგ} / \text{მ}^3 = 13,6\text{გ} / \text{სმ}^3$.

ნივთიერების სიმკვრივის ცოდნას დიდი პრაქტიკული მნიშვნელობა აქვს. თუ ცნობილია სხეულის სიმკვრივე და მოცულობა, შეიძლება განვსაზღვროთ მისი მასა აწონის გარეშე. მაგ., თუ ვიცით იმ ნივთიერების სიმკვრივე, რომლისგანაც მზადდება ესა თუ ის მანქანა, ადვილად შევძლებთ ამ მანქანისთვის საჭირო მასალის მასის წინასწარ გაანგარიშებას:

$$m = \rho \cdot v$$

მასის ამგვარ განსაზღვრას დიდი პრაქტიკული მნიშვნელობა აქვს.

შეიძლება განვსაზღვროთ სხეულის მოცულობა, თუ ცნობილია მისი მასა და სიმკვრივე:

$$\text{მოცულობა} = \text{მასა} / \text{სიმკვრივე: } v = m / \rho$$

თუ სხეულს სწორი გეომეტრიული ფორმა აქვს, მისი მოცულობის გამოთვლა ძნელი არ არის.

ტექსტზე მუშაობა

1. ამოიწერეთ ტექსტიდან ახალი სიტყვები და ტერმინები. მოიძიეთ ლექსიკონში და განმარტეთ:

2. შეადგინეთ წინადადებები ამ ტერმინების გამოყენებით:

3. უპასუხეთ კითხვებს:

3.1. შეიძლება თუ არა სხეულის სიჩქარის მყისიერი შეცვლა?

3.2. რა არის მასა?

3.3. დაასახელეთ მასის ერთეულები

3.4. როგორი სიდიდეა მასა? რას ჰქვია ნივთიერების სიმკვრივე?

3.5. რას უდრის ფორმულით სხეულის მასა, თუ ცნობილია მოცულობა და სიმკვრივე?

4. შემოხაზეთ სწორი ვარიანტი:

4.1. ნივთიერების სიმკვრივის განსაზღვრისათვის:

ა) სხეულის მოცულობა უნდა გავყოთ მის მასაზე

- ბ) სხეულის მასა გავყოთ მის მოცულობაზე
- გ) სხეულის მასა უნდა გავამრავლოთ მის მოცულობაზე
- დ) სხეულის მასა უნდა გავყოთ მის სიმკვრივეზე

4.2. რომელი ჩანანერია სწორი?

- ა) $1\text{კგ/მ}^3 = 1\text{გ/სმ}^3$
- ბ) $1\text{კგ/მ}^3 > 1\text{გ/სმ}^3$
- გ) $1\text{კგ/მ}^3 < 1\text{გ/სმ}^3$
- დ) $1\text{კგ/მ}^3 = 1000\text{გ/სმ}^3$

4.3. ტოლი მასისა და განივკვეთის ფართობის სპილენძისა ($\rho = 8,9\text{გ/სმ}^3$) და ალუმინის ($\rho = 3,5\text{გ/სმ}^3$)

- ა) მავთულების სიგრძე ტოლია
- ბ) მავთულებიდან ალუმინისაა გრძელი
- გ) მავთულებიდან სპილენძისაა გრძელი
- დ) ზოგჯერ ალუმინისაა გრძელი, ზოგჯერ კი სპილენძისა.

4.4. გაყინვისას წყლის მასა

- ა) იზრდება
- ბ) მცირდება
- გ) არ იცვლება
- დ) ზოგჯერ იზრდება, ზოგჯერ არა

5. მრავალწერტილების ნაცვლად ჩასვით გამოტოვებული სიტყვები:

სიმკვრივე, კილოგრამი, ნივთიერებისაგან, სხეულის, მასა, ინერტულობის დამახასიათებელ ფიზიკურ სიდიდეს ეწოდება. იმისთვის, რომ სხეულს შევეუცვალოთ სიჩქარე, ავამოძრაოთ ან ,თუ მოძრაობს გავაჩეროთ, საჭიროა მასზე სხვა მოქმედება. სხეულის მასა დამოკიდებულია არა მარტო მის ზომებზე, არამედ იმაზეც, თუ რა შედგება იგი. ფიზიკურ სიდიდეს, რომელიც გვიჩვენებს რას უდრის ერთეული მოცულობის ნივთიერების მასა, ამ ნივთიერების ეწოდება. მასა ფიზიკური სიდიდეა და მის ერთეულად მიღებულია

6. სიტყვათა არეული რიგით გამართეთ წინადადება:

სიმკვრივე, მასის, ნივთიერების, სხეულის, ტოლია, მოცულობასთან, მის, შეფარდებისა.

დამახასიათებელ, ინერტულობის, ფიზიკურ, ეწოდება, მასა, სიდიდეს

დატვირთული, ვიდრე, მოძრაობს, ურიკა, დაუტვირთავი, მეტი, სიჩქარით

7. რას ნიშნავს სიტყვა ეტალონი?

8. დაწერეთ ტექსტის მოკლე შინაარსი რამდენიმე წინადადებით.

9. შეავსეთ ცხრილი:

რა ვიცოდი	რა ვიცი	რა მინდა ვიცოდე

თემა 10

ნიუტონის მესამე კანონი

ძალის ცნება უეჭველად გულისხმობს ორი სხეულის არსებობას. მაგრამ ფაქტია, თუ ერთი სხეული მოქმედებს მეორეზე, მაშინ მეორეც მოქმედებს პირველზე. ამ შემთხვევაში ორივე სხეული ერთნაირ პირობებშია.

ნიუტონმა პირველმა შეამჩნია, რომ ნებისმიერ შემთხვევაში, როდესაც ერთი სხეული მოქმედებს მეორეზე, მაშინ მეორეც მოქმედებს პირველზე, ე.ი. ნებისმიერი ქმედება იწვევს უკუქმედებას (რეაქციას). ბუნებაში არ არსებობს ისეთი სხეული, რომელიც მხოლოდ სხვა სხეულზე მოქმედებს, არც ისეთი სხეული, რომელზეც მხოლოდ სხვა სხეული მოქმედებს.

ურთიერთქმედ სხეულებზე მოქმედი ძალების შედარება შეიძლება ცდით. განვიხილოთ მარტივი ცდა: ორი გადაბმული დინამომეტრიდან ერთ-ერთი მივამაგრეთ ვერტიკალურ კედელზე, მეორე კი გავჭიმოთ. ჩვენ შეგვიძლია ერთდროულად გავზომოთ ძალა, რომლითაც ხელი ჭიმავს ზამბარას და ძალა, რომელითაც ზამბარა ხელს ეწევა. ვნახავთ, რომ დინამომეტრების ჩვენება ერთნაირი იქნება. ე.ი. დინამომეტრები ურთიერთქმედებენ მოდულით ტოლი ძალებით. ცდებიდან და დაკვირვებებიდან გამომდინარე, ნიუტონმა ჩამოაყალიბა კანონი, რომელიც ცნობილია ნიუტონის III კანონის სახელწოდებით:

ძალები, რომლითაც ორი სხეული ერთმანეთზე მოქმედებს, სიდიდით ტოლია და ერთმანეთის საწინააღმდეგოდ არის მიმართული:

$$\begin{aligned} &\rightarrow \quad \rightarrow \\ &F_1 = -F_2 \end{aligned}$$

თუ აღნიშნული ძალებიდან ერთს ვუწოდებთ **მოქმედ** ძალას, მაშინ მეორე იქნება - **უკუქმედი**. ძალების ასეთი დაყოფა პირობითია. ჩვენზეა დამოკიდებული რომელს ვუწოდებთ მოქმედს და რომელს უკუქმედ ძალას.

ეს ძალები ერთმანეთს არ აწონასწორებს, რადგან სხვადასხვა სხეულზეა მოდებული.

მაგ., დედამიწა და მთვარე ურთიერთქმედებენ მოდულით ტოლი და საპირისპიროდ მიმართული ძალებით. F_1 ძალით დედამიწა იზიდავს მთვარეს, F_2 ძალით კი მთვარე იზიდავს დედამიწას. F_1 ძალა მოდებულია მთვარეზე, F_2 ძალა მოდებულია დედამიწაზე. ამიტომ ეს ძალები ერთმანეთს არ აწონასწორებს. ძალებზე მაშინ ამბობენ განწონასწორებულაო, როცა ისინი ერთ სხეულზე არიან მოდებული.

ნიუტონის III კანონი გვიჩვენებს, რომ ძალები ყოველთვის წყვილ-წყვილად აღიძვრება. ეს ძალები მუდამ ერთნაირი ბუნებისაა. თუ ერთი სხეული მოქმედებს მეორეზე დრეკადობის ძალით, მაშინ მეორე სხეული პირველზე იმოქმედებს აგრეთვე დრეკადობის ძალით.

ძალა არის ის ზემოქმედება, რომელიც იწვევს სხეულის მოძრაობის სიჩქარის შეცვლას, ანუ აჩქარებას. ორი სხეულის აჩქარებათა აბსოლუტურ მნიშვნელობათა შეფარდება უდრის მასების შებრუნებულ შეფარდებას

$$\begin{aligned} &\rightarrow \quad \rightarrow \\ &|a_1| / |a_2| = m_2 / m_1 \quad \text{აქედან} \end{aligned}$$

$$\vec{a}_1 \cdot m_1 = - \vec{a}_2 \cdot m_2 ,$$

აჩქარებები მიმართულია ერთმანეთის საწინააღმდეგოდ, ამიტომ შეგვიძლია დავწეროთ

$$a_1 \cdot m_1 = - a_2 \cdot m_2$$

აჩქარებისა და მასის ნამრავლი $a_1 \cdot m_1 = F_1$, $a_2 \cdot m_2 = F_2$, მაშინ

$$\vec{F}_1 = - \vec{F}_2$$

სხეულის სიჩქარის ცვლილება ხდება ნიუტონის II კანონის შესაბამისად, მაგრამ ძალის მოქმედება ურთიერთქმედების შედეგია, რაც განისაზღვრება ნიუტონის III კანონით.

მაგ., სიარულისას ხახუნის ძალით ვმოქმედებთ დედამიწაზე, რაც იწვევს უკუქმედებას დედამიწის მხრიდან. შედეგად შევიძენთ აჩქარებას, რომელიც საჭიროა უძრაობიდან მოძრაობის მდგომარეობაში გადასასვლელად. ნიუტონის მესამე კანონის თანახმად, რა ძალითაც ჩვენ ვმოქმედებთ დედამიწაზე, იმავე ძალით გვიბიძგებს დედამიწა.

ურთიერთქმედი სხეულების აჩქარებები მასების უკუპროპორციულია. ვინაიდან დედამიწის მასა ბევრად აღემატება ჩვენს მასას, ამიტომ დედამიწა პრაქტიკულად უძრავია და ჩვენ კი ვმოძრაობთ.

სიტუაცია შეიცვლება, თუ ჩვენ ვიმოძრავეთ არა დედამიწაზე, არამედ მსუბუქ ნავში, რომლის მასა დაახლოებით ჩვენი მასის ტოლია. ამ შემთხვევაში ნავიდან ნაპირზე გადმოსვლა გაგვიჭირდება, რადგან ნავი ამოძრავდება ჩვენი მოძრაობის საპირისპირო მიმართულებით.

სრულიად განსხვავებული მდგომარეობაა ხახუნის არარსებობისას. მაგ., ყინულზე მოძრაობისას ფაქტიურად არ ხდება ურთიერთქმედება, ფეხის მოძრაობა ვერ იწვევს სხეულის ამორძრავებას, უფრო მეტიც, შეიძლება დავკარგოთ წონასწორობა და წავიქცეთ კიდეც.

ნიუტონის III კანონთანაა დაკავშირებული მრავალი პარადოქსი. განვიხილოთ ერთი მაგალითი: მატარებლის ვაგონი მოძრაობს ლოკომოტივის მოძრაობის მიმართულებით, ნიუტონის მესამე კანონის თანახმად, რა ძალითაც ლოკომოტივი მოქმედებს ვაგონზე, იმავე ძალით მოქმედებს ვაგონი ლოკომოტივზე. რატომ ხდება მოძრაობა ლოკომოტივის და არა ვაგონის მიმართულებით? ცხადია, ეს პარადოქსი მოჩვენებითია. ამ შემთხვევაში განიხილება ლოკომოტივისა და ვაგონის, როგორც ერთი სხეულის ურთიერთქმედება დედამიწასთან.

ტექსტზე მუშაობა

1. ამოიწერეთ ტექსტიდან ახალი სიტყვები და ტერმინები. მოიძიეთ ლექსიკონში და განმარტეთ:

_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____

2. შეადგინეთ წინადადებები ამ ტერმინების გამოყენებით:

2. უპასუხეთ კითხვებს:

3.1. შეიძლება თუ არა ერთი სხეული მოქმედებდეს მეორეზე, მეორე პირველზე კი - არა?

3.2. რაში მდგომარეობს ნიუტონის III კანონი?

3.3. შეუძლია თუ არა ერთმანეთის განონასწორება ორი სხეულის ურთიერთქმედების შედეგად აღძრულ ძალებს?

3.4. მსუბუქი ნავიდან ნავმისადგომზე გადმოხტომა ძნელია, გემიდან კი ადვილი. რატომ?

4. აღადგინე წინადადება შემდეგი სიტყვების გამოყენებით:

ურთიერთქმედი, მოქმედ, განონასწორებელია, ძალით, სიდიდის, საპირისპიროდ, თუ ერთი სხეული მოქმედებს მეორეზე, მაშინ მეორეც მოქმედებს პირველზე იმავე და მიმართული ძალით.

ძალებზე მაშინ იტყვიან, როცა ისინი ერთ სხეულზეა მოდებული.

თუ აღნიშნული ძალებიდან ერთს ვუწოდებთ ძალას, მაშინ მეორე იქნება - უკუქმედი.

..... ძალები ერთმანეთს არ აწონასწორებს, რადგან სხვადასხვა სხეულზეა მოდებული.

5. შემოხაზეთ სწორი ვარიანტი:

5.1. რომელია მართებული მტკიცება:

თუ სხეულზე მოქმედი ძალები განონასწორებელია, სხეული

ა) იმოძრაებს აჩქარებით

ბ) შეიცვლის მიმართულებას

გ) იმოძრაებს მუდმივი სიჩქარით

5.2. რომელია მცდარი მტკიცება ორი ურთიერთქმედი სხეულის შესახებ

ა) მათი აჩქარებები ტოლია, თუ მასები ტოლია

ბ) მათი აჩქარებების ფარდობა მასების ფარდობის ტოლია

გ) მათი აჩქარებების ფარდობა მასების შებრუნებული ფარდობის ტოლია

5.3. ნიუტონის III კანონი გამოიხატება ფორმულით

ა) $F = ma$

ბ) $F_1 = F_2$

გ) $s = vt$

5.4. სწორია მსჯელობა, რომ

ა) ურთიერთქმედი ძალები აწონასწორებენ ერთმანეთს

ბ) ურთიერთქმედი ძალები არ აწონასწორებენ ერთმანეთს

გ) ურთიერთქმედი ძალები მოდებულა ერთ სხეულზე

6. დაასრულეთ წინადადება:

უკუპროპორციულია, ბუნებისა, საპირისპირო, უკუქმედებას, პირობებში,

1. როცა ორი სხეული ურთიერთქმედებს, ორივე სხეული იმყოფება ერთნაირ
.....
2. ნებისმიერი ქმედება იწვევს
3. ძალები, რომლითაც ორი სხეული ერთმანეთზე მოქმედებს, სიდიდით ტოლია და მიმართულებით
4. ურთიერთქმედი სხეულების აჩქარებები მასების
5. ძალები ყოველთვის წყვილ-წყვილად აღიძვრება და ეს ძალები მუდამ ერთიანი
.....

7. დაწერეთ ტექსტის მოკლე შინაარსი რამდენიმე წინადადებით.

8. შეავსეთ ცხრილი:

რა ვიცოდი	რა ვიცი	რა მინდა ვიცოდე

თემა 11

ძალები ბუნებაში

სამყაროში სხეულთა უსასრულო რაოდენობაა. მათი ურთიერთქმედება სხვადასხვაგვარია. ქვა ვარდება დედამიწაზე, მაგნიტი იზიდავს რკინის საგნებს, დენიანი გამტარი აბრუნებს მაგნიტურ ისარს, ურთიერთქმედებს მთვარე და დედამიწა, ორივე ერთად კი ურთიერთქმედებს მზესთან და ა. შ. სხეულთა ურთიერთქმედების მაგალითი უამრავია. შეიძლება ვიფიქროთ, რომ ბუნებაში ასევე უამრავი სახის ურთიერთქმედებაა, მაგრამ ეს ასე არ არის.

სამყაროს უსაზღვრო სივრცეში, ჩვენს პლანეტაზე, ნებისმიერ ნივთიერებაში, ცოცხალ ორგანიზმებში, ატომებში, ატომბირთვებსა და ელემენტარულ ნაწილაკთა სამყაროში ვხვდებით მხოლოდ ოთხი ტიპის ურთიერთქმედებას: გრავიტაციულს, ელექტრომაგნიტურს, ძლიერს და სუსტს.

გრავიტაციული ანუ მსოფლიო მიზიდულობის ძალები მოქმედებს ნებისმიერ სხეულზე - სხეულები ურთიერთმიზიდება. ეს ძალები მნიშვნელოვანია დიდი მასის სხეულების ურთიერთქმედებისას. მცირე მასის სხეულების ურთიერთქმედებისას ეს ძალები იმდენად უმნიშვნელოა, რომ შესაძლებელია მათი უგულებელყოფა. მაგ., წყალბადის ატომში გრავიტაციული მიზიდვა ელექტრონსა და პროტონს შორის 10^{39} ჯერ ნაკლებია ელექტრულ მიზიდვასთან შედარებით.

ელექტრომაგნიტურ ურთიერთქმედებას განსაკუთრებული მნიშვნელობა აქვს ბუნების მოვლენებში. ელექტრომაგნიტური ძალების მოქმედების სფერო მრავალფეროვანია. ატომებში, მოლეკულებში, მყარ, თხევად და აირად ნივთიერებებში, ცოცხალ ორგანიზმებში ელექტრომაგნიტური ძალების როლი უმთავრესია.

ძლიერი ანუ ბირთვული ურთიერთქმედების სფერო ძალიან შემოსაზღვრულია. ამ ურთიერთქმედების გამოვლენა ხდება მხოლოდ ატომბირთვების შიგნით. ბირთვული ძალები თავისი ბუნებით სრულიად განსხვავდება გრავიტაციული და ელექტრომაგნიტური ძალებისაგან. ეს ძალები განაპირობებს ბირთვის შემადგენელი ნაწილაკების ურთიერთმიზიდვას დამოუკიდებლად მათი მუხტისა. ბირთვული ძალები დაახლოებით 100-ჯერ აღემატება ელექტრომაგნიტურ ძალებს. ეს ძალები ბუნებაში ყველაზე ძლიერია, ამიტომ ბირთვულ ურთიერთქმედებას ძლიერ ურთიერთქმედებას უწოდებენ.

სუსტი ურთიერთქმედება ვლინდება კიდევ უფრო მცირე მანძილებზე. ეს ურთიერთქმედება იწვევს ელემენტარული ნაწილაკების ურთიერთგარდაქმნას. სუსტი ურთიერთქმედება 10^{14} ჯერ ნაკლებია ბირთვულთან შედარებით, მაგრამ ამ ძალების როლი სამყაროში უდიდესია. ამ ძალების მოქმედებით მზეზე ხდება პროტონების შერწყმა, რის შედეგადაც მზე ასხივებს უზარმაზარ ენერჯიას.

მექანიკაში განიხილება გრავიტაციული და ელექტრომაგნიტური ძალების ორი სახე: **დრეკადობისა და ხახუნის ძალები.**

ნიუტონის I კანონიდან გამომდინარე, სხეულის სიჩქარის შეცვლას იწვევს მასზე სხვა სხეულის მოქმედება. ნაცვლად იმისა, რომ ვთქვათ ერთმა სხეულმა იმოქმედა მეორეზე და

შეუცვალა სიჩქარე, ვამბობთ, სხეულზე იმოქმედა ძალამ.

მაგრამ როგორც ვიცით, სხეულის სიჩქარის ცვლილების სისწრაფე არის აჩქარება. აქედან გამომდინარე, ძალა ასე განისაზღვრება: ძალა არის სხეულის აჩქარების მიზგზი.

თუ სხეულზე ძალა მოქმედებს, მაშინ იცვლება ან მთლიანად სხეულის ან მისი ნაწილების სიჩქარე. მაგ., რეზინის ბურთზე ჩოგნის მოქმედებისას იცვლება ბურთის ცალკეული ნაწილების სიჩქარე, რაც იწვევს ბურთის აჩქარებას.

ძალა ფიზიკური სიდიდეა და იგი ხასიათდება მოდების წერტილით, სიდიდით და მიმართულებით. ძალა ვექტორული სიდიდეა.

გრავიტაციული ურთიერთქმედება

დედამინის მიზიდულობის გამო ნებისმიერი სხეული ვარდება მის ზედაპირზე. ე.ი. სხეულზე დედამინა მოქმედებს რალაცა გარკვეული ძალით. ნიუტონის III კანონის თანახმად, სხეულიც მოქმედებს დედამინაზე ისეთივე მოდულისა და საპირისპიროდ მიმართული ძალით. ე.ი. დედამინა და სხეული ურთიერთმიზიდება.

რაიმე სიმაღლეზე მყოფ ბურთულას გავუშვათ ხელი. ბურთულა ძირს დავარდება. ამ შემთხვევაში ბურთულას ვარდნა განაპირობა დედამინის მიზიდულობის ძალამ. დედამინა იზიდავს ყოველ სხეულს: ქვას, ხელოვნურ თანამგზავრს, ყოველ ჩვენგანს და სხვ. მაგრამ, თავის მხრივ, დასახელებული სხეულებიც იზიდავს დედამინას.

ნიუტონი იყო პირველი, რომელმაც ივარაუდა და შემდეგ დაამტკიცა, რომ დედამინაზე სხეული ვარდნასა და დედამინის ირგვლივ მთვარის მოძრაობის მიზგზი ერთი და იგივეა ამავე მიზგზით მოძრაობენ პლანეტები მზის გარშემო. ამ დასკვნამდამდე იგი შემდეგი მსჯელობით მივიდა: პორიზონტალურად გასროლილი ქვის ტრაექტორია დედამინის მიზიდულობის გამო მრუდწირული ხდება და ქვა ეცემა დედამინაზე. თუ ქვას გავისვრით უფრო დიდი სიჩქარით, მაშინ ქვა უფრო შორს დაეცემა. ნიუტონმა დაასკვნა, რომ ჰაერის წინააღმდეგობა რომ არ ყოფილიყო მაღალი მთიდან გარკვეული სიჩქარით გასროლილი ქვა შეიძლება საერთოდ არ დაეცემულიყო დედამინაზე და ემოძრავა მის ირგვლივ, ისევე როგორც მოძრაობენ პლანეტები საკუთარ ორბიტებზე მზის ირგვლივ.

დაკვირვების შედეგად დადგენილია, რომ სამყაროს ყველა სხეული ურთიერთმიზიდება ძალით, რომელსაც მსოფლიო მიზიდულობის ანუ გრავიტაციული ძალა ჰქვია.

ნიუტონმა აღმოაჩინა კანონი, რომელიც ცნობილია **მსოფლიო მიზიდულობის კანონის** სახელწოდებით:

ნებისმიერი ორი სხეული ურთიერთმიზიდება ძალით, რომლის მოდული პირდაპირპროპორციულია მათი მასების ნამრავლისა და უკუპროპორციულია მათ შორის მანძილის კვადრატისა:

$$F = G \cdot m_1 \cdot m_2 / r^2$$

სადაც F არის მიზიდულობის ძალა, m_1 და m_2 - სხეულთა მასები, r - მანძილი მათ შორის, G - პროპორციულობის კოეფიციენტი, რომელსაც მსოფლიო მიზიდულობის მუდმივას ან გრავიტაციულ მუდმივას უწოდებენ. იგი ერთნაირია ბუნებაში არსებული ყველა სხეულისათვის. რაც უფრო შორსაა სხეული დედამინის ცენტრიდან, მით უფრო ნაკლებია მასზე მოქმედი მიზიდულობის ძალა. მსოფლიო მიზიდულობის კანონიდან გამოდის რომ

$$G=Fr^2 /m_1 m_2$$

გრავიტაციული მუდმივა რიცხობრივად ტოლია იმ ძალის, რომლითაც მიიზიდება 1მ-ით დაშორებული თითო კილოგრამი მასის ორი სხეული.

გრავიტაციული მუდმივა პირველად განსაზღვრა ინგლისელმა ფიზიკოსმა კავენდიშმა. მისი რიცხვითი მნიშვნელობაა $6,67 \cdot 10^{-11} \text{ ნმ}^2/\text{კგ}^2$.

ეს ნიშნავს, რომ 1მ-ით დაშორებული თითო კილოგრამი მასის მქონე ორი სხეული მიიზიდება $6,67 \cdot 10^{-11} \text{ ნ}$ ძალით. ეს ძალიან მცირე ძალაა. ამიტომ ვერ ვამჩნევთ მცირე მასის სხეულთა ურთიერთმიზიდვას.

დიდი მასის სხეულებისათვის მსოფლიო მიზიდულობის ძალა მნიშვნელოვანი სიდიდეა. ეს ძალა იკავებს პლანეტებს მზის ირგვლივ.

მსოფლიო მიზიდულობის კანონის საფუძველზე შეიძლება განისაზღვროს პლანეტებისა და მისი თანამგზავრების მასები, ციური სხეულების მოძრაობის ტრაექტორია და მათი მდებარეობა მრავალი ათეული წლით ადრე.

მსოფლიო მიზიდულობის კანონის ტრიუმფია პლანეტების ნეპტუნისა და პლუტონის აღმოჩენა.

ტექსტზე მუშაობა

1. ამოიწერეთ ტექსტიდან ახალი სიტყვები და ტერმინები. მოიძიეთ ლექსიკონში და განმარტეთ:

2. შეადგინეთ წინადადებები ამ ტერმინების გამოყენებით:

3. უპასუხეთ კითხვებს:

3.1. სხეულებს შორის რამდენი ტიპის ურთიერთქმედებას ვხვდებით სამყაროში?

3.2. რა არის ძალა?

3.3. როგორი სიდიდეა ძალა?

3.4. რა ში მდგომარეობს მსოფლიო მიზიდულობის კანონი?

3.5. რას უდრის გრავიტაციული მუდმივას რიცხვითი მნიშვნელობა?

4. დაასრულეთ წინადადებები შემდეგი სიტყვების გამოყენებით:

მანძილებზე, სხეულისათვის, სიჩქარე, შემოსამღვრულია, ურთიერთქმედებისას

გრავიტაციული ანუ მსოფლიო მიზიდულობის ძალები მნიშვნელოვანია დიდი მასის სხეულების
.....

ძლიერი ანუ ბირთვული ურთიერთქმედების სფერო ძალიან

გრავიტაციული მუდმივა ერთნაირია ბუნებაში არსებული ყველა

თუ სხეულზე ძალა მოქმედებს, მაშინ იცვლება ან მთლიანად სხეულის ან მისი ნაწილების
.....

სუსტი ურთიერთქმედება ვლინდება მცირე

5. მრავალწერტილების ნაცვლად ჩასვით გამოტოვებული სიტყვები:

მასების, მოდების, ატომბირთვების, მანძილის, მიმართულებით. გრავიტაციული. აჩქარების,
მიზიდულობის

ძალა არის სხეულის მიზმი. სამყაროს ყველა სხეული ურთიერთმიზიდება
ძალით, რომელსაც მსოფლიო..... ანუ ძალა ჰქვია. ძლიერი ანუ
ბირთვული ძალების გამოვლენა ხდება მხოლოდ შიგნით. ნებისმიერი ორი სხეული
ურთიერთმიზიდება ძალით, რომლის მოდული პირდაპირპროპორციულია მათი
ნამრავლისა და უკუპროპორციულია მათ შორის კვადრატისა. ძალა ფიზიკური
სიდიდეა და იგი ხასიათდება წერტილით, სიდიდით და

6. შეადგინეთ წინადადებები წარმოდგენილი სიტყვების გამოყენებით:

ძალა, სხეულებს, მასა, შორის, აქვთ, მოქმედებს, რადგან, გრავიტაციული, მათ

მნიშვნელოვანი, დიდი, მიზიდულობის, მასის, მსოფლიოს, სხეულებისათვის, სიდიდეა, ძალა

7. შემოხაზეთ სწორი ვარიანტი:

7.1. ნებისმიერი ორი სხეული ერთმანეთს იზიდავს ძალით, რომელიც გამოითვლება ფორმულით

- ა) $F = G M_1 \cdot M_2 / R^2$
- ბ) $F = m \cdot a$
- გ) $F = G R^2 / M_1 \cdot M_2$
- დ) $F = m \cdot g$

7.2. რას უდრის გრაფიტაციული მუდმივას მნიშვნელობა?

- ა) $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ ნმ}^2/\text{კგ}^2$
- ბ) $G = 6.67 \cdot 10^{-11} \text{ ნ/კგმ}$
- გ) $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ ნმ/კგ}^2$
- დ) $G = 6.67 \cdot 10^{-11} \text{ კგ/ნმ}^2$

7.3. ორი 10კგ -იანი სფერო ერთმანეთისაგან 1 მ მანძილით არის დაშორებული. რა ძალით მიიზიდებიან ისინი?

- ა) $6.67 \cdot 10^{-13} \text{ ნ}$
- ბ) 100 ნ
- გ) 1/100 ნ
- დ) $6.67 \cdot 10^{-9} \text{ ნ}$

8. დაწერეთ ტექსტის მოკლე შინაარსი:

9. შეავსეთ ცხრილი:

რა ვიცოდი	რა ვიცი	რა მინდა ვიცოდე

თემა 12

სიმძიმის ძალა. სხეულთა თავისუფალი ვარდნა

მსოფლიო მიზიდულობის ძალის ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი სახეა **სიმძიმის ძალა**.

ძალას, როლითაც დედამიწა იზიდავს სხეულს, სიმძიმის ძალა ეწოდება. იგი მიმართულია დედამიწის ცენტრისკენ.

მსოფლიო მიზიდულობის კანონის თანახმად, თუ სხეული იმყოფება დედამიწის ზედაპირიდან h სიმაღლეზე, მაშინ მასზე მოქმედი სიმძიმის ძალის მოდულია:

$$F = G m M / (R + h)$$

სადაც R დედამიწის რადიუსია, m - სხეულის მასა, M - დედამიწის მასა.

სიმძიმის ძალა განაპირობებს შენობებისა და დედამიწაზე არსებული სხვა სხეულების მყარად დგომას.

სიმძიმის ძალის მოქმედებით ყველა სხეული ვარდება დედამიწაზე და იგი ყოველთვის იწვევს სხეულების აჩქარებულ მოძრაობას, თუ სხვა ძალები არ შეცვლის მის მოქმედებას.

სიმძიმის ძალა მიმართულია დედამიწის ცენტრისკენ. თუ სხეულზე მხოლოდ სიმძიმის ძალა მოქმედებს, მაშინ იგი თავისუფლად ვარდება.

სხეულთა ვარდნა მოძრაობათა შორის ერთ-ერთი ყველაზე გავრცელებულია. ვარდნის დროს სხეულზე, გარდა სიმძიმის ძალისა, მოქმედებს ჰაერის წინააღმდეგობის ძალა. თუ სხეული ვარდება უჰაერო სივრცეში (ვაკუუმში), მაშინ ამბობენ, რომ იგი თავისუფლად ვარდება.

თავისუფალი ვარდნა ეწოდება სხეულთა მოძრაობას სიმძიმის ძალის მოქმედებით.

მე-17 საუკუნეში გალილეიმ დაამტკიცა, რომ სხეულის ვარდნის დრო დამოკიდებულია არა სიმძიმის ძალაზე, არამედ ჰაერის წინააღმდეგობაზე. ამის დამტკიცება შეიძლება მარტივი ცდით: ავილოთ ქალაქის ორი ერთნაირი ფურცელი, ერთი დავჭმუჭნოთ და ორივე ჩამოვაგდოთ ერთნაირი სიმაღლიდან. ვნახავთ, რომ დაჭმუჭნული ქალაქი უფრო ადრე ჩამოვარდება. ე.ი. ჰაერში ვარდნის დრო დამოკიდებული არ არის სხეულის მასაზე, იგი დამოკიდებულია ჰაერის წინააღმდეგობაზე. ჰაერის წინააღმდეგობა რომ არ ყოფილიყო, ორივე ფურცელზე იმოქმედებდა მხოლოდ სიმძიმის ძალა და მათი ვარდნის დრო ერთნაირი იქნებოდა.

გალილეი აკვირდებოდა პიზის კოშკიდან სხვადასხვა ნივთიერებებისაგან დამზადებული განსხვავებული სხეულების ვარდნას. გალილეის გამოკვლევებმა ცხადყო, რომ თავისუფალი ვარდნა თანაბარაჩქარებული მოძრაობაა.

გალილეის დასკვნები ექსპერიმენტულად დაადასტურა ნიუტონმა და დაადგინა, რომ ვაკუუმში ყველა სხეული ერთნაირი აჩქარებით ვარდება. თავისუფალი ვარდნის აჩქარება აღინიშნება g ასოთი (პირველი ასო ლათინური სიტყვისა „გრავიტას“, რაც ნიშნავს სიმძიმეს). მისი მოდული $g = 9.8 \text{ მ/წმ}^2$ და იგი ყველა სხეულისთვის ერთნაირია. ე. ი. ვაკუუმში ყველა სხეული ერთნაირი აჩქარებით ვარდება.

თავისუფალი ვარდნა თანაბარაჩქარებული მოძრაობაა, ამიტომ ამ მოძრაობისას კოორდინატის, გადაადგილების, და სიჩქარის გამოთვლა წარმოებს თანაბარაჩქარებული მოძრაობის ფორმულებით იმ განსხვავებით, რომ a იცვლება g -თი.

ნიუტონის II კანონის თანახმად $F=m \cdot a$, ეს ფორმულა სიმძიმის ძალისთვის მიიღებს შემდეგ სახეს

$$F_{\text{სიმძ}} = m \cdot g$$

მაშასადამე, სიმძიმის ძალა ტოლია სხეულის მასისა და თავისუფალი ვარდნის აჩქარების ნამრავლის.

თავისუფალი ვარდნის აჩქარება არ არის დამოკიდებული მასაზე. იგი დედამიწის ზედაპირზე და მისგან მცირე სიმაღლეზე ყველა სხეულისთვის ერთნაირია და ტოლია 9.8 მ/წმ^2 - ის. მაგრამ თავისუფალი ვარდნის აჩქარება დამოკიდებულია გეოგრაფიულ განედზე და დედამიწის წიაღში ჩანოლილ ქანებზე. დედამიწის იმ უბნებში, სადაც სიმკვრივე დედამიწის საშუალო სიმკვრივეზე მეტია, თავისუფალი ვარდნის აჩქარება იზრდება. თავისუფალი ვარდნის აჩქარებით შესაძლებელია დედამიწის მასის გამოთვლა.

დიდი მასის სხეული მძიმეა, ანუ დიდი წონა აქვს. რა არის წონა?

როდესაც სხეულს საყრდენი ან საკიდელი აქვს, მაშინ მას ვარდნა არ შეუძლია. დედამიწის მიზიდულობის გამო, სხეული აწვევა საყრდენს ან ჭიმავს საკიდელს.

ძალას, რომლითაც სხეული დედამიწის მიზიდულობის გამო მოქმედებს საყრდენზე ან საკიდელზე, **წონა** ეწოდება.

წონას P ასოთი აღნიშნავენ. წონის საზომი ერთეულია ნიუტონი.

როდესაც საყრდენი (საკიდელი) უძრავია დედამიწის მიმართ ან მოძრაობს წრფივად და თანაბრად, სხეულის წონა სიმძიმის ძალის ტოლია:

$$F = P$$

როცა საყრდენი ან საკიდელი უძრავია, წონა გამოითვლება ისევე, როგორც სიმძიმის ძალა:

$$P = m \cdot g$$

მაგრამ ეს ორი ძალა ერთმანეთისაგან განსხვავდება: სიმძიმის ძალა მოდებულია სხეულზე, ხოლო სხეულის წონა მოდებულია საყრდენზე ან საკიდელზე.

სხეულის წონა მოძრაობისას შეიძლება იცვლებოდეს, სხეულზე მოქმედი სიმძიმის ძალის მნიშვნელობა კი სხეულის მოძრაობაზე არ არის დამოკიდებული.

თუ სხეული ეშვება a აჩქარებით, მაშინ მისი წონა მცირდება $m \cdot a$ სიდიდით და

$$P = mg - ma$$

წონის შემცირება ლიფტის დაშვებისას ან თვითმფრინავის დაფრენის დროს იგრძნობა. თუ სხეული მოძრაობს ზევით a აჩქარებით, მაშინ მისი წონა მოიმატებს $m \cdot a$ სიდიდით და წონა

$$P = m \cdot g + m \cdot a$$

წონის მომატებას ადგილი აქვს ლიფტის ასვლისას ან თვითმფრინავის აფრენისას, კოსმოსური ხომალდის აფრენის დროს და სხვ.

სხეულის წონა და მასა განსხვავდება ერთმანეთისაგან. მასა სხეულის მახასიათებელია, სხეულის ინერტულობის ზომაა. წონა კი არის ძალა, რომელიც გრავიტაციის გამო აღიძვრება.

1კგ მასის სხეულის წონა დედამიწასთან ახლოს 10 ნ-ს (უფრო ზუსტად 9,8 ნ-ს) უდრის.

$$P = m \cdot g$$

$$\text{წონა} = \text{მასა} \cdot 9,8 (\approx 10)$$

„სხეული 60კგ-ს იწონის“, - ეს ნიშნავს, რომ დედამიწა მას იზიდავს, როგორც 60კგ მასის

საწონს.

თუ სხეული და მისი საყრდენი ან საკიდელი ერთნაირი აჩქარებით ვარდება, მაშინ სხეული საყრდენზე ან საკიდელზე არ მოქმედებს და მისი წონა ნულის ტოლია. ამ მდგომარეობას სხეულის უწონობის მდგომარეობა ეწოდება.

ტექსტზე მუშაობა

1. ამოიწერეთ ტექსტიდან ახალი სიტყვები და ტერმინები. მოიძიეთ ლექსიკონში და განმარტეთ:

2. შეადგინეთ წინადადებები ამ ტერმინების გამოყენებით:

3. უპასუხეთ კითხვებს:

3.1. რას ეწოდება სიმძიმის ძალა?

3.2. რა არის სხეულის წონა?

3.3. როდის არის სხეულის წონა სიმძიმის ძალის ტოლი?

3.4. რას უდრის სიმძიმის ძალა? დაწერეთ ფორმულა

3.5. როდის არის სხეულის წონა ნულის ტოლი?

4. შემოხაზვით სწორი ვარიანტი:

4.1. ლიტვით ასვლისას ან აფრენისას ადგილი აქვს:

- ა) წონის მომატებას
- ბ) წონის შემცირებას
- გ) წონა არ იცვლება
- დ) ცალსახა პასუხს ვერ გავცემთ

4.2. რომელია სწორი მტკიცება:

- ა) თავისუფალი ვარდნის აჩქარება ყველა სხეულისათვის ერთი და იგივეა
- ბ) თავისუფალი ვარდნის აჩქარება არ არის დამოკიდებული დედამის განედზე
- გ) თავისუფალი ვარდნის აჩქარება მცირდება იქ, სადაც მიწის ქანები მკვრივია

4.3. დედამიწის ხელოვნურ თანამგზავრს ორბიტაზე:

- ა) აკავებს სიმძიმის ძალა
- ბ) აკავებს სხეულის მასა
- გ) მზის მიზიდულობის ძალა

5. იპოვეთ შესაბამისობა:

თავისუფალი ვარდნა	ძალა, რომლითაც დედამიწა მიზიდულობის გამო მოქმედებს საყრდენზე ან საკიდელზე
სიმძიმის ძალა	სხეულის ვარდნა ვაკუუმში
წონა	სხეულის ინერტულობის ზომა
მასა	რომლითაც დედამიწა იზიდავს სხეულს

6. შეადგინეთ წინადადებები წარმოდგენილი სიტყვების გამოყენებით:

გამოთვლა, ვარდნის, მასის, აჩქარებით, დედამიწის, თავისუფალი, შესაძლებელია

საყრდენი (საკიდელი), წონა, ტოლია, მიმართ, სხეულის, დედამიწის, ძალის, უძრავია, სიმძიმის, როდესაც

ვარდნა, სხეულთა, თავისუფალი, სიმძიმის, მოძრაობას, ეწოდება, მოქმედებით, ძალის

მოდებულია, ძალა, სიმძიმის, სხეულზე

7. დაასრულეთ წინადადებები შემდეგი სიტყვების გამოყენებით:

ნულის, მოძრაობაზე, იცვლებოდეს, ცენტრისკენ,

სიმძიმის ძალა მიმართულია დედამიწის

სხეულის წონა მოძრაობისას შეიძლება

სხეულზე მოქმედი სიმძიმის ძალის მნიშვნელობა არ არის დამოკიდებული სხეულის

თუ სხეული და მისი საყრდენი ან საკიდელი ერთნაირი აჩქარებით ვარდება, მაშინ სხეული საყრდენზე ან საკიდელზე არ მოქმედებს და მისი წონა ტოლია

8. ჩასვით გამოტოვებული სიტყვები:

თავისუფალი, წონა, ერთეულია, დრო, აჩქარების, ჰაერის, მასისა,

სიმძიმის ძალა ტოლია სხეულის და თავისუფალი ვარდნის

ნამრავლის. წონის საზომი ნიუტონი

სხეულის ვარდის დამოკიდებულია არა სიმძიმის ძალაზე, არამედ წინააღმდეგობაზე.

ძალას, რომლითაც სხეული დედამიწის მიზიდულობის გამო მოქმედებს საყრდენზე ან საკიდელზე, ეწოდება.

..... ვარდნის აჩქარებით შესაძლებელია დედამიწის მასის გამოთვლა.

9. დაწერეთ ტექსტის მოკლე შინაარსი რამდენიმე წინადადებით.

10. შეავსეთ ცხრილი:

რა ვიცოდი	რა ვიცი	რა მინდა ვიცოდე

თემა 13
დრეკადობის ძალა. სხეულის დეფორმაცია

სიმძიმის ძალის მოქმედებით სხეული თავისუფლად ვარდება. მაგრამ სხეულთა უმრავლესობა უძრავია, მიუხედავად იმისა, რომ მათზე მოქმედებს სიმძიმის ძალა. უძრავია მაგიდაზე მოთავსებული წიგნი, თავად მაგიდა, ჭერზე დაკიდებული ჭალი და სხვ. რადგან სხეულები უძრავია, ეს ნიშნავს, რომ გარდა სიმძიმის ძალისა, მათზე მოქმედებს სხვა ძალაც.

ჩვენ შეგვიძლია მოვლუნოთ ხის თხელი სახაზავი ან საშლელი რეზინი, მაგრამ ხელს ვაგუშვებთ თუ არა, სახაზავიც და საშლელი რეზინიც კვლავ გასწორდება. სხვა შედეგს მივიღებთ, თუ ვაგვუნავთ ტყვიის ფირფიტას, რკინის თხელ ფირფიტას. მის ბოლოებს რომ ხელი ვაგუშვათ, ფირფიტა მოლუნული დარჩება.

როცა სხეულს ვღუნავთ, ვჭიმავთ ან ვკუმშავთ, მაშინ მის მოცულობასა და ფორმას ვცვლით - ვახდენთ მის დეფორმაციას.

სხეულს, რომელიც ზემოქმედების შეწყვეტის შემდეგ კვლავ აღიდგენს ზომას და ფორმას, **დრეკადი** სხეული ჰქვია.

არსებობს ისეთი სხეულებიც, რომლებიც გარე ძალის მოქმედების შეწყვეტის შემდეგ დეფორმირებული რჩება. მათ **პლასტიკური** სხეულები ეწოდებათ. მაგ., ტყვია, თიხა, ცვილი და სხვ. ხოლო ისეთ სხეულებს, რომლებიც უმნიშვნელო დეფორმაციისას იმსხვრევიან, **მყიფე** სხეულები ეწოდებათ. ასეთია, მაგ., მინა.

შტატივზე დავამაგროთ ზამბარა, რომლის მეორე ბოლოზე დავკიდოთ ტვირთი. მცირე რხევების შემდეგ ტვირთი გაჩერდება. მიუხედავად იმისა, რომ ტვირთზე მოქმედებს სიმძიმის ძალა, სხეული არ ვარდება, იგი უძრავია. ამის მიზეზი ის არის, რომ ზამბარის გაჭიმვისას (დეფორმაციისას) აღიძვრება ძალა, რომელიც მოდულით სიმძიმის ძალის ტოლია, მიმართულებით კი - საპირისპირო. ამ ორი ძალის ერთდროული მოქმედების შედეგად ტვირთი უძრავია.

სხეულის დეფორმაციისას აღძრულ ძალას დრეკადობის ძალა ეწოდება.

მაგიდაზე მოთავსებულ წიგნზეც მოქმედებს დრეკადობის ძალა, რომელიც აღიძვრება მაგიდის დეფორმაციისას.

გავარკვიოთ დრეკადობის ძალის აღძვრის მიზეზები. ატომები და მოლეკულები შედგება დამუხტული ნაწილაკებისაგან - ელექტრონებისა და ატომბირთვისაგან. მყარ სხეულში ატომები და მოლეკულები ისეა განლაგებული, რომ ელექტრონული მიზიდვისა და განზიდვის ძალები ერთმანეთს აწონასწორებს. დეფორმაციისას იცვლება ურთიერთმდებარეობა მოლეკულებს ან ატომებს შორის. ელექტრონული ძალები, რომელთა ტოლქმედი ნულის ტოლი აღარ არის, ცდილობენ აღადგინონ მოლეკულების ან ატომების საწყისი მდებარეობა.

ამგვარად, სხეულის გაჭიმვისა და შეკუმშვისას აღიძვრება ელექტრომაგნიტური ბუნების ძალები - დრეკადობის ძალები, რომელიც ეწინააღმდეგება სხეულის ზომების ცვლილებას.

ე.ი. სხეულის დეფორმაციის დროს აღიძვრება დრეკადობის ძალა. ეს ძალა მიმართულია სხეულის ნაწილაკების გადაადგილების საპირისპიროდ.

დეფორმაციის ქვეშ იგულისხმება გაჭიმვა, შეკუმშვა, გაღუნვა, გრეხა და სხვ.

სხეულთა დრეკადობას სწავლობდა ცნობილი ინგლისელი მეცნიერი რობერტ ჰუკი, რომელმაც აღმოაჩინა შემდეგი კანონი:

სხეულის დეფორმაციისას აღძრული დრეკადობის ძალა პროპორციულია სხეულის დეფორმაციის სიდიდისა და მიმართულია დეფორმაციისას სხეულის ნაწილაკების გადაადგილების საპირისპიროდ, რაც ფორმულით ასე ჩაიწერება :

$$F_{დრ} = -kx$$

სადაც $F_{დრ}$ არის დრეკადობის ძალა, k - პროპორციულობის კოეფიციენტი, რომელსაც სხეულის **სიხისტე** ჰქვია, x - კი დეფორმაციის სიდიდე.

სიხისტე დამოკიდებულია სხეულის ზომებსა და იმ მასალაზე, რომლისგანაც სხეულია დამზადებული.

სიხისტის ერთეულია ნ/მ (ნიუტონი/მეტრზე)

ნიშანი მინუსი იმის მაჩვენებელია, რომ დრეკადობის ძალა ყოველთვის მიმართულია დეფორმაციის საპირისპიროდ. კონკრეტულად, თუ ზამბარა იჭიმება მარცხნიდან მარჯვნივ, მაშინ დრეკადობის ძალა მიმართულია მარჯვნიდან მარცხნივ.

ორ საყრდენზე ჰორიზონტალურად მოვათავსოთ ფიცარი და მასზე შუაში დავდოთ საწონი. საწონი სიმძიმის ძალის მოქმედებით რაღაცა დროის განმავლობაში იმოძრავებს ქვემოთ, ჩაღუნავს ფიცარს და გაჩერდება. ამ დროს აღიძვრება დრეკადობის ძალა. საყრდენში აღძრულ დრეკადობის ძალას საყრდენის რეაქციას უწოდებენ, იგი მიმართულია ურთიერთქმედი სხეულების შეხების ზედაპირის მართობულად. აღძრული დრეკადობის ძალა გაუტოლდება სხეულზე მოქმედ სიმძიმის ძალას და მაშინ სხეული და საყრდენი გაჩერდება.

თუ სხეული დაკიდებულია ზამბარაზე, მაშინ ზამბარა იჭიმება. მასში ისევე, როგორც ფიცრის შემთხვევაში, აღიძვრება დრეკადობის ძალა. რაც უფრო მეტად იჭიმება ზამბარა, მით უფრო იზრდება ეს ძალა. საკიდელის დრეკადობის ძალას საკიდელის რეაქციას ან საკიდელის დაჭიმულობას უწოდებენ. ამ შემთხვევაში დრეკადობის ძალა მიმართულია ღერძის გასწვრივ. დრეკადობისა და სიმძიმის ძალის გატოლებისას ზამბარის გაჭიმვა შეწყდება.

სხეულის დეფორმაციისას დრეკადობის ძალის აღძვრა საფუძვლად დაედო ძალის საზომი ხელსაწყო - დინამომეტრის მოწყობას.

ტექსტზე მუშაობა

1. ამოიწერეთ ტექსტიდან ახალი სიტყვები და ტერმინები. მოიძიეთ ლექსიკონში და განმარტეთ:

4. იპოვეთ შესაბამისობა:

დრეკადი სხეულები	რომელიც აღიძვრება სხეულის დეფორმაციისას
პლასტიკური სხეულები	სხეულის მოცულობის და ფორმის ცვლილება
მყიფე სხეულები	ზემოქმედების შეწყვეტის შემდეგ ზომას და ფორმას აღიდგენენ
დეკადობის ძალა	უმნიშვნელო დეფორმაციისას იმსხვრევიან
დეფორმაცია	ზემოქმედების შეწყვეტის შემდეგ დეფორმირებული რჩება

5. გაიაზრეთ:

5.1. მაგიდაზე დევს წიგნი. რა ძალს აწონასწორებს წიგნის სიმძიმის ძალას?

5.2. რაზეა დამოკიდებული დრეკადობის ძალა?

6. დაასრულეთ წინადადება:

ძალა, გასწვრივ, ტოლია, საპირისპიროდ, ცვლილებას, სხეულის გაჭიმვისა და შეკუმშვისას აღიძვრება ელექტრომაგნიტური ბუნების ძალები - დრეკადობის ძალები, რომელიც ეწინააღმდეგება სხეულის ზომების დრეკადობის ძალა მიმართულია სხეულის ნაწილაკების გადაადგილების ზამბარის გაჭიმვისას (დეფორმაციისას) აღიძვრება ძალა , რომელიც მოდულით სიმძიმის ძალის როცა სხეულები უძრავია, ეს ნიშნავს, რომ გარდა სიმძიმის ძალისა, მათზე მოქმედებს სხვა საკიდელზე აღძვრისას დრეკადობის ძალა მიმართულია ღერძის

7. შეადგინეთ წინადადებები წარმოდგენილი სიტყვების გამოყენებით:

7.1. აღძრულ, რეაქციას, დრეკადობის, საყრდენის, საყრდენში, უწოდებენ, ძალას

7.2. ძალებია, დრეკადობის, ელექტრომაგნიტური, ძალები, ბუნების

7.3. სხეულის, ფორმას, ვახდენთ, როცა, მოცულობას, მის, ვცვლით, და, დეფორმაციას

7.4. ძალის, უძრავია, მიუხედავად, უმრავლესობა, მოქმედებისა, მათზე, სხეულთა,

თემა 14 ხახუნის ძალა

გრავიტაციული და დრეკადობის ძალების გარდა მექანიკაში განიხილება **ხახუნის ძალა**.

ხახუნი სხეულების ურთიერთქმედების ერთ-ერთი სახეა. იგი ორი სხეულის შეხებისას აღიძვრება. ურთიერთქმედების სხვა სახეების მსგავსად, ხახუნი ნიუტონის მესამე კანონს ექვემდებარება:

თუ ერთ-ერთ სხეულზე მოქმედებს ხახუნის ძალა, მოდულით ისეთივე და საწინააღმდეგოდ მიმართული ძალა მოქმედებს მეორე სხეულზეც.

ხახუნის ძალებს დრეკადობის ძალების მსგავსად ელექტრომაგნიტური ბუნება აქვთ. ისინი შეხებაში მყოფი სხეულების ატომებისა და მოლეკულების ურთიერთქმედების შედეგად აღიძვრებიან.

თუ ორ მყარ სხეულს შორის სითხის ან გაზის ფენა არაა, მათი შეხებისას აღძრულ ძალებს **მშრალი ხახუნის** ძალები ეწოდება. ისინი ყოველთვის მიმართული არიან შემხები ზედაპირების მხების გასწვრივ.

ავტომობილის ძრავის გამორთვის შემდეგ მისი სიჩქარე მცირდება. ამის მიზეზი არის ხახუნი.

ხახუნის წარმოშობა შეიძლება აიხსნას მოხახუნე ზედაპირის უსწორმასწორობით და ხორკლიანობით. მოძრაობისას ერთი სხეულის ბურცობი ჯდება მეორე სხეულის ზედაპირის ღრმულში და სხეულებს შორის აღიძვრება მოძრაობის შემაფერხებელი - საპირისპიროდ მიმართული ძალა.

ძალას, რომელიც აღიძვრება ორ მოხახუნე სხეულის ზედაპირებს შორის და მიმართულია მოძრაობის საპირისპიროდ, ხახუნის ძალა ჰქვია.

როგორი გლუვიც არ უნდა მოგვეჩვენოს სხეული, მისი ზედაპირი მაინც უსწორმასწოროა, ხორკლიანია, რაც სხეულის მოძრაობისას წარმოქმნის ამ მოძრაობის შემაფერხებელ ძალას. შეიძლება ვიფიქროთ, რომ რაც უფრო კარგადაა სხეულის ზედაპირი გაპრიალებული, მით უფრო მცირეა ხახუნის ძალა. ეს ასეა ზედაპირის დამუშავების გარკვეულ ხარისხამდე, რომლის შემდგომ ხახუნის ძალა იზრდება. ამ შემთხვევაში კარგად გაპრიალებული ზედაპირები იმდენად უახლოვდება ერთმანეთს, რომ თავს იჩენს შემხები ზედაპირების მოლეკულებს შორის ურთიერთმიზიდვის ძალა, რაც განპირობებულია მოლეკულების შემადგენელი დამუხტული ნაწილაკების ურთიერთმიზიდვით.

სხეულების ერთმანეთზე მოძრაობისას ირღვევა შემხები ზედაპირების მოლეკულებს შორის კავშირი, აღიძვრება ხახუნის ძალა.

ხახუნის ძალა შეიძლება შევამციროთ, თუ მოხახუნე ზედაპირებს შორის საპოხს შევიტანთ. საპოხი ავსებს ღრმულებს და აცალკევებს მოხახუნე სხეულთა ზედაპირებს.

განასხვავებენ სამი ტიპის ხახუნს: **უძრაობის, სრიალის და გორვის**.

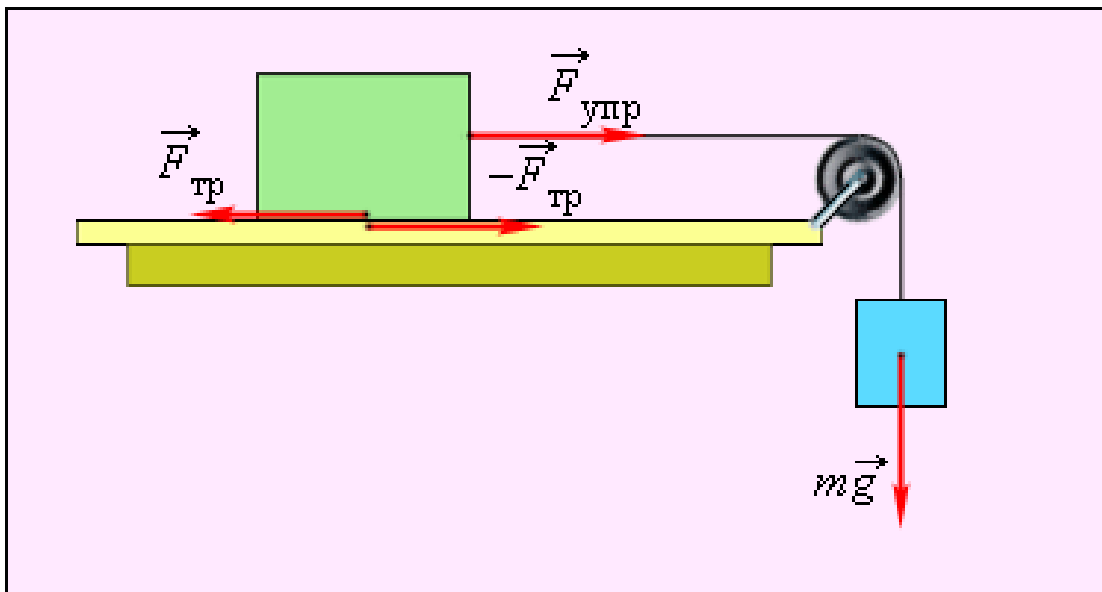
ხახუნის ძალის მოდული შეიძლება განვსაზღვროთ დინამომეტრის საშუალებით.

ხახუნი ვლინდება იმ შემთხვევაში, როცა ვცდილობთ ადგილიდან დავძრათ სხეული.

მაგიდაზე მოვათავსოთ პატარა ფიცარი სანონით, რომელზეც გამობმულია დინამომეტრი. ოდნავ მოვზიდოთ დინამომეტრი. დავინახავთ, რომ იგი რაღაცა ძალას გვიჩვენებს, მაგრამ ფიცარი უძრავია. რადგან F ძალის მოქმედებით ფიცარი უძრავია, ეს ნიშნავს, რომ აღიძრა ამ ძალის საპირისპიროდ მიმართული ძალა, რომლის მოდული F ძალის მოდულის ტოლია. აღძრულ ძალას უძრავობის ხახუნის ძალა ეწოდება.

$$F_{\text{ხხ}} = -F$$

მშრალ ხახუნს, რომელიც აღიძვრება სხეულების ფარდობითი უძრავობის დროს, უძრავობის ხახუნი ეწოდება. უძრავობის ხახუნის ძალა სიდიდით ყოველთვის გარე ძალის ტოლია და სანინაალმდეგო მხარესაა მიმართული (ნახ. 1).



$$\vec{F}_{\text{ხხ}} = -\vec{F}_{\text{გარე}}$$

ნახ. 1. უძრავობის ხახუნის ძალა. ($v = 0$).

უძრავობის ხახუნის ძალა ეწინააღმდეგება სხეულის ამოძრავებას.

ახლა დინამომეტრი ისე გავწიოთ, რომ ფიცარმა დაიწყოს მოძრაობა. ე.ი. გავზარდეთ სხეულზე მოქმედი ძალა, რაც გამოიწვევს ხახუნის ძალის გაზრდას და აღწევს მაქსიმალურ მნიშვნელობას იმ მომენტში, როცა ფიცარი იწყებს სრიალს. ამ მომენტიდან ფიცარზე მოქმედებს სრიალის ხახუნის ძალა. ერთი სხეული მისრიალებს მეორეზე.

უძრავობის ხახუნის ძალა არ შეიძლება აღემატებოდეს რაღაც მაქსიმალურ მნიშვნელობას $(F_{\text{ხხ}})_{\text{max}}$. თუ გარე ძალა მეტია $(F_{\text{ხხ}})_{\text{max}}$ -ზე, წარმოიქმნება ფარდობითი გაცურება. ხახუნის ძალას ამ შემთხვევაში **სრიალის ხახუნის** ძალას უწოდებენ. იგი ყოველთვის მოძრაობის სანინაალმდეგოდაა მიმართული და ზოგადად სხეულის ფარდობით სიჩქარეზე დამოკიდებული. მაგრამ ბევრ შემთხვევაში, მიახლოებითი განხილვისას, სრიალის ხახუნის ძალა შეიძლება ჩაითვალოს სხეულის ფარდობით სიჩქარეზე დამოკიდებულად და უძრავობის ხახუნის ძალის მაქსიმალური მნიშვნელობის $(F_{\text{ხხ}})_{\text{max}}$ ტოლად.

თუ ფიცარს საგორავებზე დავდებთ, მაშინ საგორავს და მაგიდის ზედაპირს შორის აღიძვრება გორვის ხახუნი. გორვის ხახუნის ძალა გაცილებით ნაკლებია სრიალის ხახუნის ძალაზე.

ფრანგმა მეცნიერმა შარლ კულონმა შეისწავლა სრიალის ხახუნი სპეციალური ხელსაწყოთი, რომელსაც ტრიბომეტრი ჰქვია (სახელი წარმოდგება ბერძნული სიტყვებისაგან „ტრიბუ“, რაც ხახუნს ნიშნავს, ხოლო „მეტრეო“ - ვზომავ)

ფიცარზე დავდოთ ძელაკი ტვირთით, ძელაკის კაუჭზე გამობმული ძაფი გადავდოთ ჭოჭონაქზე და ძაფის ბოლოზე დავკიდოთ პინა. პინაზე ვაწყოთ სანონები მანამ, სანამ ოდნავი ბიძგის შემდეგ ძელაკი არ დაიწყებს ფიცარზე თანაბრად სრიალს. თანაბარი სრიალი იმის მაჩვენებელია, რომ ძელაკზე მოქმედი წვევისა და ხახუნის ძალები განონასწორებულია.

ცდა გვიჩვენებს, რომ უძრაობისა და სრიალის ხახუნის ძალა პროპორციულია სხეულის ზედაპირის მართობულად მოქმედი ძალისა. ე.ი. რაც უფრო მეტად არის დატვირთული ძელაკი, მით მეტია ხახუნის ძალა.

თუ ხახუნის ძალას ავლნიშნავთ $F_{\text{ხახ}} -$ ით, ზედაპირის მართობულ ძალას $P -$ თი, მაშინ

$$F_{\text{ხახ}} = \mu \cdot P ,$$

სადაც μ (მიუ) სრიალის ხახუნის კოეფიციენტი და სხვადასხვა მასალისათვის სხვადასხვაა. ხახუნის კოეფიციენტი განყენებული რიცხვია.

ხახუნის μ კოეფიციენტს განზომილება არ აქვს. ჩვეულებრივ, ხახუნის კოეფიციენტი ერთზე ნაკლები სიდიდეა. ის შეხებაში მყოფი სხეულების მასალაზე და ზედაპირი დამუშავების ხარისხზე დამოკიდებული. მცირე სიჩქარის დროს ხახუნის კოეფიციენტი არ არის დამოკიდებული სიჩქარეზე, ხოლო დიდი სიჩქარის შემთხვევაში ხახუნის კოეფიციენტი სიჩქარის მიხედვით იცვლება.

სითხეში ან აირში მყარი სხეულის მოძრაობისას აღიძვრება სველი (ბლანტი) ხახუნის ძალა. სველი ხახუნის ძალა გაცილებით ნაკლებია მშრალი ხახუნის ძალაზე. ისიც ფარდობითი სიჩქარის საპირისპიროდაა მიმართული. სველი ხახუნისას უძრაობის ხახუნს ადგილი არ აქვს.

სველი ხახუნის ძალა დიდადაა დამოკიდებული სხეულის სიჩქარეზე. საკმარისად მცირე სიჩქარეებისათვის $F_{\text{ხახ}} \sim v$, დიდი სიჩქარეებისათვის კი $F_{\text{ხახ}} \sim v^2$. ამასთან პროპორციულობის კოეფიციენტი ამ დამოკიდებულებებში სხეულის ფორმაზეა დამოკიდებული.

ხახუნის ძალა აღიძვრება სხეულის ქანაობისასაც. მაგრამ ქანაობის ხახუნის ძალა, ჩვეულებრივ, ძალიან მცირეა. უბრალო ამოცანების ამოხსნისას ამ ძალებს უგულებელყოფენ.

ხახუნის ძალა ყოველთვის თან ახლავს სხეულთა მოძრაობას. ზოგ შემთხვევაში ეს ძალა ამუხრუჭებს სხეულის მოძრაობას, ზოგ შემთხვევაში კი ამ ამ ძალების გარეშე შეუძლებელია სხეულის მოძრაობა.

ხახუნი რომ არ იყოს, ვერ ვიმოძრაებდით, ადგილიდან ვერ დაიძვრებოდა ავტომობილი. ხახუნის გარეშე შეუძლებელი იქნებოდა საგნების ხელში დაჭერა. ხახუნი აუცილებელია სახმელეთო ტრანსპორტის სამუხრუჭე სისტემაში.

ხახუნი სასარგებლოც არის და საზიანოც. ზოგჯერ იგი აუცილებელია და ცდილობენ მის გაზრდას. ყინვაში მოლიპულ გზაზე გავლა ძნელია. ფეხსაცმლის ლანჩსა და მოლიპულ გზას შორის ხახუნის გასაზრდელად გზაზე ყრიან ქვიშას. ზამთარში, როცა ძლიერ სრიალებს ავტომობილის ბორბლები, მათ ჯაჭვს ახვევენ.

ხახუნი ზოგჯერ საზიანოც არის. მაგ., მანქანა-დანადგარებში ხახუნის გამო მოძრავი ნაწილები ცხელდება და ცვდება. ხახუნის შესამცირებლად შემხებ ზედაპირებს საპონ ნივთიერებას უსვამენ.

ტექსტზე მუშაობა

1. ამოიწერეთ ტექსტიდან ახალი სიტყვები და ტერმინები. მოიძიეთ ლექსიკონში და განმარტეთ:

2. შეადგინეთ წინადადებები ამ ტერმინების გამოყენებით:

3. უპასუხეთ კითხვებს:

3.1. რა არის ხახუნის წარმოშობის მიზეზი?

3.2. რა და რა სახის ხახუნი არსებობს?

3.3. როგორ შეიძლება ხახუნის შემცირება?

3.4. რა შემთხვევაში აღიძვრება სრიალის, გორვის, უძრაობის ხახუნი?

3.5. რისთვის გამოიყენება ტრიბომეტრი?

4. რას ნიშნავს სიტყვა „ტრიბომეტრი“ ? წარმოადგინეთ თხრობით.

5. მრავალწერტილები ნაცვლად ჩასვით გამოტოვებული სიტყვები:

პროპორციულია, განზომილება, მართობულად, სველი, დინამომეტრის, უძრაობისა და სრიალის ხახუნის ძალა სხეულის ზედაპირის მართობულად მოქმედი ძალისა

ხახუნის ძალის მოდული შეიძლება განვსაზღვროთ საშუალებით.

უძრაობისა და სრიალის ხახუნის ძალა პროპორციულია სხეულის ზედაპირის მოქმედი ძალისა.

სითხეში ან აირში მყარი სხეულის მოძრაობისას აღიძვრება ხახუნის ძალა.

ხახუნის μ კოეფიციენტს არ აქვს.

6. დაასრულეთ წინადადებები შემდეგი სიტყვების გამოყენებით:

სიჩქარეზე, განონასწორებელია, გასწვრივ, ხორკლიანობით, მოძრაობას, ხახუნის ძალა ყოველთვის თან ახლავს სხეულთა

სველი ხახუნის ძალა დიდადაა დამოკიდებული სხეულის

თანაბარი სრიალი იმის მაჩვენებელია, რომ ძელაკზე მოქმედი წვეისა და ხახუნის ძალები

მშრალი ხახუნის ძალები ყოველთვის მიმართული არიან შემხები ზედაპირების მხების

7. შეადგინეთ წინადადებები წარმოდგენილი სიტყვების გამოყენებით:

სრიალის, ყოველთვის, ძალა, ხახუნის, მიმართული, სანინალმდეგოდაა, მოძრაობის

საპოხს, ძალა, თუ, შევამციროთ, მოხახუნე, შორის, ხახუნის, შეიძლება, ზედაპირებს, შევიტანთ

განვსაზღვროთ, მოდული, დინამომეტრის, ხახუნის, , საშუალებით, ძალის, შეიძლება

თემა 15

მასათა ცენტრი. სიმძიმის ცენტრი

ნებისმიერი სხეული მცირე მასის მქონე ნაწილაკებისაგან შედგება. შესაბამისად, თითოეულ ნაწილაკზე მცირე სიდიდის სიმძიმის ძალა მოქმედებს.

წარმოვიდგინოთ, რომ მთლიანი სხეულის მასა თავმოყრილია ერთ წერტილში, მაშინ მთლიან სხეულზეც ერთი სიმძიმის ძალა იმოქმედებს. ეს არის თითოეულ ნაწილაკებზე მოქმედი სიმძიმის ძალების ტოლქმედი და იგი მოდებულია ერთ წერტილზე. მისი მოდების წერტილს მასათა ცენტრი ჰქვია.

ამ დროს სხეული ასრულებს გადატანით მოძრაობას და მის თითოეულ წერტილზე მოქმედი ძალების ტოლქმედი - სხეულზე მოქმედი სიმძიმის ძალა მასათა ცენტრზე გადის. ამის გამო მასათა ცენტრს ხშირად სიმძიმის ცენტრს უწოდებენ.

მასათა ცენტრი ნივთიერი წერტილია.

უმრავლეს შემთხვევაში სხეულის მოძრაობის ნაცვლად განვიხილავთ სიმძიმის ცენტრის მოძრაობას. სიმძიმის ცენტრი სიმძიმის ძალის მოდების წერტილია.

იმის მიხედვით, თუ როგორი ფორმისაა სხეული, მისი სიმძიმის ცენტრის მდებარეობა განსხვავებულია. მაგალითად, ერთგვაროვანი ღეროს სიმძიმის ცენტრი მის შუაში მდებარეობს. ე.ი. სიმეტრიულ სხეულებს სიმძიმის ცენტრი ზუსტად შუაში აქვთ. სამკუთხედის ფორმის ერთგვაროვანი სხეულის სიმძიმის ცენტრი კი მისი მედიანების გადაკვეთის წერტილშია. სფეროს სიმძიმის ცენტრი სფეროს ცენტრშია.

გეომეტრიული ფორმის ერთგვაროვანი მასალისაგან დამზადებული სხეულის სიმძიმის ცენტრი მის გეომეტრიულ ცენტრშია.

სიმძიმის ცენტრი შეიძლება მდებარეობდეს სხეულის შიგნით ან მის გარეთ. მაგალითად, ბუმერანგი, გასროლილი ბუმერანგი სწორედ თავისი სიმძიმის ცენტრის ირგვლივ ბრუნავს, თუმცა მას ამ წერტილით ნამდვილად ვერ ჩამოვკიდებთ.

ნიუტონის მეორე კანონის თანახმად, თუ სხეულზე ძალა მოქმედებს, მაშინ იგი მოძრაობს აჩქარებით. ხშირად სხეულზე მოქმედებს რამდენიმე ძალა, მაგრამ იგი უძრავია, ამ შემთხვევაში ამბობენ, რომ სხეული წონასწორობაშია.

სხეული წონასწორობაშია, თუ საყრდენი წერტილი და სიმძიმის ცენტრი ერთ ვერტიკალურ ხაზზეა.

დაფზე დაკიდებული ბურთულა ურთიერთქმედებს დედამიწასთან მიზიდულობის ძალით, მაგრამ ეს ძალა არ იწვევს ბურთულას აჩქარებულ მოძრაობას დედამიწის ცენტრისკენ. სიმძიმის ძალისა და ღრეკადობის ძალები აწონასწორებს ერთმანეთს, ამიტომ მათი ჯამი ნულის ტოლია.

$$F_s + F_g = 0$$

ე.ი. ბურთულა წონასწორობაშია.

წონასწორობის შენარჩუნება ზოგჯერ საკმაოდ რთულია.

სხეული წონასწორობაშია, თუ მასზე მოქმედი ყველა ძალა განწონასწორებულია, ანუ მოქმედი ძალების ტოლქმედი ტოლია ნულის.

სხეულის წონასწორობის პირობების ცოდნას დიდი მნიშვნელობა აქვს სამშენებლო საქმეში, მანქანათმშენებლობასა და ტექნიკის მრავალ დარში.

რეალური სხეულების წონასწორობის პირობების დადგენა მარტივი არ არის, რადგან ძალების მოქმედებით ისინი იცვლიან ფორმასა და ზომებს. ე.ი. დეფორმირდებიან. დეფორმაცია კი არსებითად მოქმედებს სხეულთა წონასწორობაზე.

წონასწორობის პირობების განხილვისას არ ვითვალისწინებთ სხეულთა დეფორმაციას, ე.ი. რეალური სხეულის ნაცვლად წარმოვიდგენთ სხეულს, რომელიც ძალების მოქმედებით არ დეფორმირდება. ასეთ სხეულს აბსოლუტურად მყარი სხეული ეწოდება.

აბსოლუტურად მყარი სხეული ბუნებაში არ არსებობს, მაგრამ ასეთი მიდგომა მოსახერხებელია. შემდეგში ასეთ სხეულებად ჩავთვლით ბერკეტს, ჭოჭონაქს, დახრილ სიბრტყეს, ზონრებს, თოკებს. ე.ი. მათ დეფორმაციას არ გავითვალისწინებთ.

მექანიკის ნაწილს, რომელიც შეისწავლის მყარ სხეულთა წონასწორობას **სტატიკა** ეწოდება.

წონასწორობის ქვეშ ვგულისხმობთ სხეულთა უძრაობის ან წრფივი თანაბარი მოძრაობის მდგომარეობას, ე.ი. როდესაც სხეულის აჩქარება ნულის ტოლია. ამიტომ სტატიკა შეიძლება განვიხილოთ, როგორც დინამიკის კერძო შემთხვევა.

ძალის მოქმედებით სხეულმა შეიძლება შეასრულოს გადატანითი ან ბრუნვითი მოძრაობა.

არამბრუნავი სხეული, რომელსაც შეუძლია გადაადგილება, წონასწორობაშია, თუ მასზე მოქმედი ძალების ტოლქმედი ნულის ტოლია.

მყარი სხეულის წონასწორობისათვის მასზე მოქმედ ძალთა ტოლქმედის ნულთან ტოლობა აუცილებელია, მაგრამ არასაკმარისი პირობაა.

ძალების მოქმედების შედეგად საყრდენი წერტილის ან ბრუნვის ღერძის მქონე სხეულის წონასწორობა შეიძლება იყოს : მდგრადი, არამდგრადი და განურჩეველი.

სხეულის წონასწორობა მდგრადია, თუ წონასწორობიდან მცირე გადახრისას სხეულზე მოქმედი ძალების ტოლქმედი სხეულს წონასწორობის მდგომარეობაში აბრუნებს.

მაგალითად, თუ ბურთულა ძევს ჩაზნექილი სადგარის ცენტრში, მაშინ ბურთულაზე მოქმედი p სიმძიმის ძალა სიდიდით საყრდენის F ღრეკადობის ძალის ტოლია და მის საპირისპიროდ არის მიმართული, ბურთულა წონასწორობაშია. მაგრამ სანყისი მდებარეობიდან ბურთულას მცირე გადახრისას წონასწორობა ირღვევა. საყრდენის ღრეკადობის ძალა ვერ აწონასწორებს სიმძიმის ძალას, მაგრამ F და P ძალების F_1 ტოლქმედი ისეა მიმართული, რომ ბურთულას აბრუნებს წონასწორულ მდგომარეობაში. ამ დროს სიმძიმის ცენტრი მაღლა იწევს.

პრაქტიკულად მნიშვნელოვანია არა მარტო სხეულთა წონასწორობის პირობების, არამედ წონასწორობის მდგრადობის დადგენაც. უმეტესეს შემთხვევაში აუცილებელია, რომ წონასწორობა იყოს მდგრადი.

წონასწორობა არამდგრადია, თუ წონასწორობის მდებარეობიდან მცირე გადახრისას სხეულზე მოქმედი ძალების ტოლქმედი სხეულს აშორებს წონასწორობის მდებარეობას.

მაგალითად, თუ ბურთულა მოთავსებულია ამოზნექილი სადგარის წვეროზე,

წონასწორობა არამდგრადია, ვინაიდან მისი მცირე გადახრისას წონასწორობა ირღვევა, P სიმძიმის ძალას ვეღარ აწონასწორებს საყრდენის F დრეკადობის ძალა და ამ ძალების ტოლქმედი F₁ ძალა ისეა მიმართული, რომ ბურთულა კიდევ უფრო შორდება წონასწორობის მდებარეობას. ამ დროს სიმძიმის ცენტრი დაბლა იწევს.

არამდგრადმა წონასწორობამ შეიძლება გამოიწვიოს შენობების ნგრევა, მთიდან ქვების ცვენა, თოვლის ზვაფი და სხვ.

მდგრადი სხეული არამდგრადი გახდება, თუ ის იმდენადაა გადახრილი, რომ შემდგომი გადახრა სიმძიმის ცენტრის დაბლა დაწევას გამოიწვევს.

სხეული შეიძლება იმყოფებოდეს განურჩეველ წონასწორობაში. ამ შემთხვევაში წონასწორობის მდებარეობიდან გადახრისას სხეულზე მოქმედი ძალების ტოლქმედი ნულის ტოლია და სიმძიმის ცენტრი მუდამ ერთ სიმაღლეზეა.

ჰორიზონტალურ სიბრტყეზე მოთავსებული სფერო განურჩეველი წონასწორობის მდგომარეობაშია. რამდენიც არ უნდა იგოროს სფერომ, მისი სიმძიმის ცენტრი მუდმივად ერთ სიმაღლეზე რჩება.

ფეხზე მდგომი ადამიანი მანამდე არ წაიქცევა, სანამ მისი სიმძიმის ცენტრის შვეული ხაზი ტერფების არეში იქნება მოქცეული. ამიტომაც ძნელი ცალ ფეხზე დგომა და კიდევ უფრო ძნელია თოვზე სიარული - ფუძე მეტად მცირეა და შვეული ხაზი მის საზღვრებს ადვილად სცილდება.

განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია საყრდენი ფართობების მქონე სხეულის წონასწორობის მდგრადობის გარკვევა.

იმისთვის, რომ საყრდენი ფართობის მქონე სხეულის წონასწორობა მდგრადი იყოს, საჭიროა სიმძიმის ძალის მიმართულება საყრდენ ფართობში გადიოდეს.

ყველა ეს ფაქტი გასათვალისწინებელია მანქანების, ნაგებობების კონსტრუირებისას. შენობები, ფაბრიკა-ქარხნების მიწები, ავტომობილები, ამწეები, ჩარხები, საოჯახო მოხმარების საგნების უმრავლესობა ეყრდნობა გარკვეულ ფართობს და იმყოფება წონასწორობაში.

წონასწორობა მით უფრო მდგრადია, რაც უფრო დაბლაა სიმძიმის ცენტრი და რაც მეტია საყრდენი ფართობი.

განვიხილოთ უძრავი ღერძის გარშემო მბრუნავი სხეულები: კარი, ქანჩი, საქანელა და სხვ.

კარს ალებ, თუ ჭანჭიკს უშვებ - ორივე შემთხვევაში ცდილობ ძალის მოქმედებით სხეულის შემობრუნებას.

ძალის მბრუნებელი მოქმედება დამოკიდებულია:

1. ძალის სიდიდეზე
2. ძალის მხარზე

ძალის მხარი არის მანძილი ძალის მოღების წერტილიდან საყრდენ (უძრავ) წერტილამდე (იგულისხმება უმოკლესი ანუ მართობული მანძილი). ძალის მხარი აღინიშნება d ასოთი.

ძალის სიდიდისა და მხარის ნამრავლს **მბრუნებელი მომენტი**, ანუ **ძალის მომენტი** ეწოდება. ლათინურად „movimentum“ მამოძრავებელ უნარს ნიშნავს. ძალის მომენტი აღინიშნება M ასოთი და ტოლია

$$M = F d$$

ძალის მომენტის ერთეულია 16მ.

ძალის მომენტი დადებითია, თუ ის აბრუნებს სხეულს საათის ისრის მიმართულებით, წინააღმდეგ შემთხვევაში მომენტი უარყოფითია.

სხეული წონასწორობაში რომ იყოს, საპირისპირო მიმართულებით მბრუნებელი მომენტების რიცხვითი მნიშვნელობები ტოლი უნდა იყოს :

$$M_1 = M_2$$

მოზარდი „აინონა-დაინონაზე“ შეიძლება ბავშვმაც გააწონასწოროს. თუ ბავშვის წონა ორჯერ ნაკლებია მოზარდილის წონაზე, მაშინ ბავშვი 2-ჯერ შორს უნდა იჯდეს საყრდენი წერტილიდან.

მბრუნავი სხეული წონასწორობაშია, თუ ყველა მომენტის ალგებრული ჯამი 0 -ის ტოლია:

$$M_1 + M_2 + M_3 + \dots = 0$$

ეს არის მომენტების წესი.

ზოგადად სხეულის წონასწორობის პირობა შემდეგში მდგომარეობს:

სხეული წონასწორობაშია, თუ მასზე მოქმედი ძალების ტოლქმედი და ბრუნვის ღერძის მიმართ ამ ძალების მომენტების ალგებრული ჯამი ნულის ტოლია.

არამბრუნავი სხეულის წონასწორობაში იგულისხმება არა მარტო უძრაობა, არამედ წრფივი თანაბარი მოძრაობაც. მსგავსად ამისა, უძრავი ღერძის მქონე სხეულის წონასწორობა არ ნიშნავს იმას, რომ სხეული აუცილებლად უძრავი უნდა იყოს. შეიძლება სხეულზე მოქმედი ძალების მომენტების ალგებრული ჯამი ნულის ტოლი იყოს, მაგრამ სხეული ბრუნავდეს მუდმივი კუთხური სიჩქარით. ასეთ მოძრაობას ასრულებს დედამიწა საკუთარი ღერძის ირგვლივ.

მომენტების წესის ცოდნას დიდი პრაქტიკული მნიშვნელობა აქვს მარტივი მექანიზმების გამოყენებისას.

ტექსტზე მუშაობა

1. ამოიწერეთ ტექსტიდან ახალი სიტყვები და ტერმინები. მოიძიეთ ლექსიკონში და განმარტეთ:

_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____

2. შეადგინეთ წინადადებები ამ ტერმინების გამოყენებით:

3. უპასუხე კითხვებს:

3.1. რომელ წერტილს ჰქვია სიმძიმის ან მასათა ცენტრი?

3.2. სად მდებარეობს ერთგვაროვანი ღეროს, სამკუთხედის, სფეროს, რგოლის სიმძიმის ცენტრები?

3.3. რაზეა დამოკიდებული სხეულის სიმძიმის ცენტრის მდებარეობა?

3.4. რა შემთხვევაშია სხეული წონასწორობაში?

3.5. დაასახელეთ საყრდენი წერტილის ან ბრუნვის ღერძის მქონე სხეულის წონასწორობის სახეები.

4. შეავსეთ გამოტოვებული ადგილები:

მაღლა, დაბლა, შორდება, განონასწორებელია, წონასწორობის, სიმბალანსი.

სხეული წონასწორობის მდგომარეობაშია, თუ მასზე მოქმედი ყველა ძალა

თუ წონასწორობის მდგომარეობიდან გადახრისას სიმძიმის ცენტრი იწევს, სხეული კი გადახრის შემდეგ კვლავ უბრუნდება მდგომარეობას, მაშინ წონასწორობა მდგრადია.

თუ წონასწორობის მდგომარეობიდან გადახრისას სიმძიმის ცენტრი იწევს, სხეული კი გადახრის შემდეგ უფრო მეტად წონასწორობის მდგომარეობას, მაშინ წონასწორობა არამდგრადია.

განურჩეველი წონასწორობის დროს სიმძიმის ცენტრი მუდამ ერთ

5. რას ნიშნავს სიტყვა „movimentum“ ? იმსჯელეთ

6. წარმოდგენილია სიტყვათა არეული რიგი. გამართეთ წინადადება:

ა) სხეული, ყველა, ნულის, მომენტის, ალგებრული, მბრუნავი, ჯამი, წომასწორობაშია, ტოლია, თუ.

ბ) სტატიკა, ნაწილს, ეწოდება, შესწავლის, მექანიკის, სხეულთა, რომელიც, წონასწორობას, მყარ.

გ) ფართობი, რაც, დაბლაა, მეტია, წონასწორობა, ფართობი, უფრო, სიმძიმის, მით, რაც, მდგრადია, დაბლაა, ცენტრი, უფრო, და, საყრდენი.

დ) შეიძლება, სხეული, განურჩეველ, იმყოფებოდეს, წონასწორობაში.

7. შემოხაზეთ სწორი ვარიანტი:

7.1. რომელი მტკიცებაა მართებული

ა) ძალა, რომლის დაძლევისაც ვცდილობთ, მოდებულია საყრდენ წერტილში.

ბ) ჩვენს მიერ მოდებული ძალა არის დატვირთვა

გ) წერტილს, რომლის გარშემო ბრუნავს ბერკეტი, საყრდენი წერტილი ეწოდება.

7.2. საყრდენი წერტილის გარშემო სხეულის მოძრაობა ადვილდება, თუ ძლას მოვდებთ

- ა) საყრდენ წერტილთან ახლოს
- ბ) საყრდენი წერტილიდან შორს
- გ) უშუალოდ საყრდენ წერტილთან

8. დაწერეთ ტექსტის მოკლე შინაარსი რამდენიმე წინადადებით.

9. გადმოეცით ტექსტი თხრობით.

10. შეავსეთ ცხრილი:

რა ვიცოდი	რა ვიცი	რა მინდა ვიცოდე

თემა 16

ძალისა და სხეულის იმპულსი. იმპულსის მუდმივობის კანონი

ნიუტონის კანონების გამოყენებით შეიძლება გადავწყვიტოთ პრაქტიკულად მნიშვნელოვანი მრავალი ამოცანა. მაგრამ ხშირად ვერ ხერხდება სხეულზე მოქმედი ძალების განსაზღვრა. მაგალითად, სხეულთა შეჯახებისას უმრავლეს შემთხვევაში დეფორმაცია რთული სახისაა, ამ დროს ძნელდება და თითქმის შეუძლებელიცაა აღძრული დრეკადობის ძალის გამოთვლა.

სხეულის მოძრაობის დასახასიათებლად ნიუტონის კანონების აღმოჩენასთან თითქმის ერთდროულად ფიზიკაში შემოტანილ იქნა ძალისა და სხეულის **იმპულსის** ცნებები.

ძალის მოქმედება სხეულზე დამოკიდებულია არა მარტო ძალის სიდიდებზე, არამედ მისი მოქმედების დროზეც.

სხეულზე ძალის მოქმედების დამოკიდებულება დროზე ხასიათდება სიდიდით, რომელსაც ძალის იმპულსი ჰქვია.

ძალის იმპულსი იზომება ძალისა და ამ ძალის მოქმედების დროის ნამრავლით. იგი აღინიშნება I (ლათინური "ი") ასოთი.

$$\begin{aligned} &\rightarrow \quad \rightarrow \\ I &= F \cdot t \end{aligned}$$

ძალის იმპულსის ერთეულია 1ნიუტონი-წამი (შემოკლებით $\text{ნ} \cdot \text{წმ}$)

ძალის იმპულსის ფორმულიდან შეიძლება დავასკვნათ, რომ მოცემული ძალის მოქმედებით ყველა სხეულის იმპულსი ერთნაირად იცვლება, თუ ერთნაირია ძალის მოქმედების დრო.

ამ ფორმულის გამოყენებისას იგულისხმება, რომ სხეულზე მოქმედი ძალა მუდმივია. თუ ძალა ცვალებადია, ფორმულის გამოყენება შეიძლება დროის ისე მცირე შუალედებში, როდესაც ძალის სიდიდე და მიმართულება პრაქტიკულად არ იცვლება.

თუ ძალა შესამჩნევად იცვლება (დარტყმისას, შეჯახებისას), მაშინ ძალის მნიშვნელობად უნდა მივიღოთ მისი საშუალო მნიშვნელობა დროის განსახილველ შუალედში.

ხშირად სხეულის მოძრაობას ახასიათებენ სიდიდით, რომელსაც სხეულის იმპულსი, ანუ მოძრაობის რაოდენობა ჰქვია.

სხეულის იმპულსი ეწოდება სიდიდეს, რომელიც ტოლია სხეულის მასისა და მისი სიჩქარის ნამრავლისა:

$$\begin{aligned} &\rightarrow \quad \rightarrow \\ P &= m \cdot v \end{aligned}$$

სხეულის იმპულსი, ისევე როგორც ძალის იმპულსი, ვექტორული სიდიდეა. რადგან სხეულის მასა დადებითი სიდიდეა ($m > 0$), ამიტომ იმპულსის მიმართულება ემთხვევა სიჩქარის მიმართულებას.

SI სისტემაში სხეულის იმპულსის ერთეულად მიღებულია 1კგ ·მ/წმ. ეს არის 1მ/წმ სიჩქარით მოძრაობის 1კგ მასის სხეულის იმპულსი.

დავამყაროთ დამოკიდებულება ძალისა და სხეულის იმპულსებს შორის. გამოვიყენოთ ფორმულა

$$F=ma$$

თუ სხეული მოძრაობს წრფივად და თანაბარაჩქარებულად, მაშინ

$$\rightarrow \rightarrow \rightarrow$$

$$a = v-v_0 /t$$

$$\rightarrow \rightarrow \rightarrow$$

$$F \cdot t = m \cdot v - m \cdot v_0$$

ფორმულის მარცხენა ნაწილში არის ძალის იმპულსი, ხოლო მარჯვენაში სხეულის იმპულსის, ანუ მოძრაობის რაოდენობის ცვლილება.

ამრიგად, სხეულის იმპულსის ცვლილება ტოლია ამ ცვლილების გამომწვევი ძალის იმპულსისა.

ეს ფორმულა მართებულია, იმ შემთხვევისათვის, როდესაც სხეული მოძრაობს წრფივად. მოქმედი ძალა და აჩქარება მუდმივი სიდიდეებია.

სხეულის იმპულსს აქვს ერთი საინტერესო და მეტად მნიშვნელოვანი თვისება - სხეულების ურთიერთქმედების შედეგად მათი იმპულსების ჯამი არ იცვლება.

იმპულსის მუდმივობის კანონი გამომდინარეობს ნიუტონის მეორე და მესამე კანონებიდან. მაგრამ, სანამ გამოვიყვანდეთ იმპულსის მუდმივობის კანონს განვიხილოთ შემდეგი მარტივი ცდა: ორი ერთნაირი მასის ბურთულა დაფეხი ისე დაგვიდოთ, რომ დაფები პარალელური იყოს და ბურთულები ერთმანეთს ეხებოდეს. ერთ-ერთი ბურთულა დავხაროთ ალფა კუთხით და ხელი გავუშვათ. იგი მიეჭახება უძრავ ბურთულას და გაჩერდება, უძრავი ბურთულა კი ამოძრავდება და გადაიხრება იმავე ალფა კუთხით.. თუ დაჯახებამდე პირველი ბურთულას იმპულსი იყო mv , დაჯახების შემდეგ მისი იმპულსი გახდება ნული, ხოლო მეორე ბურთულას იმპულსი გახდება mv . მამასადამე ერთი სხეულის იმპულსი უცვლელად გადაეცა მეორეს, რაც იმპულსის მუდმივობის კანონის ერთ-ერთი გამოვლენაა.

ნებისმიერი ურთიერთქმედების შედეგად სხეულების იმპულსების ჯამი არ იცვლება.

$$m_1v_1 + m_2v_2 = m_1v_1^i + m_2v_2^i = \text{const}$$

ამ დებულებას იმპულსების მუდმივობის კანონი ჰქვია. იგი ბუნების ერთ-ერთი უმნიშვნელოვანესი კანონია.

ეს კანონი მართებულია ურთიერთქმედი სხეულების ნებისმიერი რიცხვისათვის.

იმპულსის მუდმივობის კანონი მართებულია მხოლოდ მაშინ, როდესაც მოცემული სხეულების ურთიერთქმედებისას მათზე გარეშე სხეულები არ მოქმედებს. სხვანაირად რომ ვთქვათ, სხეულები ურთიერთქმედებენ იზოლირებულ (ჩაკეტილ)სისტემაში.

სხეულთა სისტემას, რომელშიც შემავალი სხეულები ურთიერთქმედებენ მხოლოდ ერთმანეთთან, ე.ი. მათზე გარე ძალები არ მოქმედებენ, ჩაკეტილი, იზოლირებული სისტემები ეწოდება.

იმპულსის მუდმივობის კანონი, ნიუტონის კანონების შედეგია, ამიტომ იგი სრულდება ათვლის ინერციულ სისტემებში.

იმპულსის მუდმივობის კანონით შეიძლება სხეულთა შეჯახების შემდგომ მათი მოძრაობის

შესწავლა, როდესაც ცნობილი არ არის მათი ურთიერთქმედების ძალა. მაგალითად, ჭურვის გასროლისას ადგილი აქვს უკუცემას, - ჭურვის წინ მოძრაობისას ქვემეხი უკან გაგორდება. ამ შემთხვევაში ჭურვი და ქვემეხი ურთიერთქმედის სხეულებია. იმ სიჩქარის გამოსათვლელად, რომლითაც ქვემეხი უკან გაგორდება, გამოიყენება იმპულსის მუდმივობის კანონი.

მაგ., რა სიჩქარეს იძენს ქვემეხი უკუცემისას, თუ მისი მასაა M , ჭურვის მასა m , ხოლო ჭურვის სიჩქარე ლუღიდან გამოვარდნის მომენტში v_1 . ჭურვი და ქვემეხი გასროლამდე უძრავი იყო და მათი იმპულსების ჯამი ნულის ტოლი იქნებოდა. იმპულსების მუდმივობის კანონის თანახმად, გასროლის შემდეგაც მათი იმპულსების ჯამი ნულის ტოლი იქნება, რაც შეიძლება ასე დაინეროს:

$$Mv + mv_1 = 0, \text{ საიდანაც } v = -mv_1/M$$

ნიშანი „მინუსი“ გვიჩვენებს, რომ ქვემეხის სიჩქარის მიმართულება ჭურვის სიჩქარის საპირისპიროა.

ტექსტზე მუშაობა

1. ამოიწერეთ ტექსტიდან ახალი სიტყვები და ტერმინები. მოიძიეთ ლექსიკონში და განმარტეთ:

2. შეადგინეთ წინადადებები ამ ტერმინების გამოყენებით:

3. უპასუხე კითხვებს:

3.1. რას ახასიათებს ძალის იმპულსი ?

3.2. დაასახელოთ ძალის იმპულსის ერთეული

3.3. რა არის სხეულის იმპულსი?

3.4. დაასახელეთ სხეულის იმპულსის ერთეული.

3.5. რა შემთხვევაშია მართებული იმპულსის მუდმივობის კანონი.

4. შემოხაზეთ სწორი ვარიანტი (4 ვარიანტიდან)

1. სხეულის იმპულსი არის:

- ა) მასისა და სიჩქარის ნამრავლი
- ბ) მასისა და სიჩქარის ჯამი
- გ) მასისა და სიჩქარის ფარდობა (გაყოფა)
- დ) სიჩქარის და მასის ფარდობა

2. ძალის იმპულსი არის:

- ა) სხეულზე მოქმედი ძალისა და მოქმედების დროის შუალედის ნამრავლი
- ბ) სხეულზე მოქმედი ძალისა და მოქმედების დროის შუალედის ჯამი
- გ) სხეულზე მოქმედი ძალისა და მოქმედების დროის შუალედის ფარდობა
- დ) სხეულის მასისა და სიჩქარის ნამრავლი

5. შეავსეთ გამოტოვებული ადგილები შესაბამისი სიტყვების გამოყენებით:

ძალის, ინერციული, ჯამი, ერთმანეთთან,

1. სხეულთა სისტემას, რომელშიც შემავალი სხეულები ურთიერთქმედებენ მხოლოდ ჩაკეტილი სისტემები ეწოდება.

2. ნებისმიერი ურთიერთქმედების შედეგად სხეულების იმპულსების არ იცვლება.

3. იმპულსის მუდმივობის კანონი სრულდება ათვლის სისტემებისთვის..

4. ძალის მოქმედება სხეულზე დამოკიდებულია არა მარტო სიდიდებზე, არამედ მისი მოქმედების დროზეც

6. მასწავლებელთან ერთად შეადგინეთ გეგმა.

თემა 17
მუდმივობის კანონები მექანიკაში.
მუშაობა. სიმძლავრე

მუშაობის ცნება ადამიანის საქმიანობასთან არის დაკავშირებული: ტვირთის აწევისას სხეულზე ძალის მოდებით ადამიანი ასრულებს მუშაობას, როდესაც ცხენი ეწევა საზიდარს, იგი ასრულებს მუშაობას. სიტყვა „მუშაობა“ ხშირად გვხვდება ყოველდღიურ ცხოვრებაში. მუშაობას ვუწოდებთ ყოველგვარ შრომას, მათ შორის გონებრივსაც.

ფიზიკაში მუშაობას განიხილავენ, როგორც ფიზიკურ სიდიდეს. მას **მექანიკური მუშაობა** ჰქვია და სრულდება მხოლოდ მაშინ, როდესაც ძალის მოქმედებისას სხეული გადაადგილდება.

შემდგომ, როდესაც საუბარი გვექნება მექანიკური მუშაობის შესახებ, მას მოკლედ მუშაობას ვუწოდებთ.

ძალის მიერ სხეულის გადაადგილების პროცესს **მუშაობა** ჰქვია.

თუ ძალა მოქმედებს სხეულზე, მაგრამ იგი არ გადაადგილდება, მაშინ მუშაობა არ სრულდება. მაგალითად, თუ ტვირთი უძრავად კიდია ამნის კაუჭზე, ამნე მუშაობას არ ასრულებს.

მუშაობა არც მაშინ სრულდება, თუ სხეული მოძრაობს ინერციით სხვა სხეულებთან ურთიერთქმედების გარეშე. აღნიშნულ შემთხვევაში სხეულზე ძალა არ მოქმედებს.

ამნის მუშაობა მით მეტია, რაც უფრო მძიმეა ასაწევი ტვირთი და რაც უფრო მაღლა ასწევს მას. ე.ი. მუშაობა პროპორციულია ძალისა და გადაადგილების სიდიდისა.

თუ ძალის სიდიდეს ავლნიშნავთ F -ით, ძალის მოქმედების მიმართულებით სხეულის გადაადგილებას S -ით, ხოლო შესრულებულ მუშაობას A -თი, მაშინ

$$\rightarrow \rightarrow$$

$$A = |F| \cdot |S|$$

მუშაობის ერთეულად მიღებულია მუშაობა, რომელსაც ასრულებს 16 ძალა გადაადგილების მიმართულებით 1მ გზაზე.

SI სისტემაში ამ ერთეულს **ჯოული** ჰქვია (ჯ). ინგლისელი მეცნიერის ჯოულის პატივსაცემად და $1\text{ჯ} = 16\text{მ}$.

მუშაობის ერთეულად მიღებულია აგრეთვე $1\text{კჯ} = 1000\text{ჯ}$, 1მეგაჯოული ($1\text{მგჯ} = 1000000\text{ჯ}$).

მუშაობა სკალარული სიდიდეა.

მუშაობის ფორმულა სამართლიანია იმ შემთხვევისათვის, როდესაც ძალა მუდმივია და სხეული გადაადგილდება წრფეზე.

თუ სხეულზე მოქმედი ძალა ცვლადია და სხეულის მოძრაობის ტრაექტორია - მრუდე წირი, მაშინ სხეულის მიერ გავლილი მანძილი შეიძლება დავყოთ ისეთ მცირე უბნებად, რომლებიც ჩაითვლება წრფის მონაკვეთებად, ამ უბანზე მოქმედი ძალა კი - მუდმივად.

გამოვითვლით მუშაობას თითოეულ უბანზე და მათი შეკრებით მივიღებთ ცვლადი ძალის მუშაობას მრუდწირულ ტრაექტორიაზე.

მუშაობა არ სრულდება წრეწირზე თანაბარი მოძრაობის დროს, მიუხედავად იმისა, რომ სხეულზე მოქმედებს ძალა, რომელიც მას ცენტრისკენულ აჩქარებას ანიჭებს.

მუშაობას არ ასრულებს მსოფლიო მიზიდულობის ძალა დედამიწის ხელოვნური თანამგზავრის წრიულ ორბიტაზე მოძრაობისას. სიმძიმის ძალა ჰორიზონტალურ ზედაპირზე სხეულის მოძრაობისას და სხვ.

სიმძიმის ძალის მუშაობა შეკრულ ტრაექტორიაზე ნულის ტოლია.

დადგენილია, რომ როდესაც სხეულზე მოქმედი ძალა მოძრაობის მიმართულებასთან ქმნის 90°-იან კუთხეს, მაშინ ასეთი ძალა მუშაობას არ ასრულებს.

მიღებულია, რომ იმ ძალის მუშაობა, რომლის მიმართულება ემთხვევა სხეულის მოძრაობის მიმართულებას, ან მასთან მახვილ კუთხეს ქმნის, დადებითია. იმ ძალისა კი, რომელიც მოქმედებს სხეულის მოძრაობის საპირისპიროდ ან მასთან ქმნის ბლაგვ კუთხეს - უარყოფითია.

თუ სხეულზე რამდენიმე ძალა მოქმედებს, სრული მუშაობა (ყველა ძალის მუშაობა) ტოლია ამ ძალების ტოლქმედის მუშაობისა.

გადაადგილება ფარდობითი სიდიდეა, ამიტომ მუშაობის სიდიდე დამოკიდებულია ათვლის სისტემაზე.

ხშირად საჭიროა ვიცოდეთ არა მარტო მუშაობა, არამედ ის **დროც**, რომლის განმავლობაშიც ეს მუშაობა შესრულდა.

ერთსა და იმავე მუშაობას განსხვავებული სხეული განსხვავებული სისწრაფით ასრულებს. მაგალითად, ერთსა და იმავე ტვირთს სატვირთო ავტომობილი უფრო სწრაფად გადაიტანს, ვიდრე ცხენი. თვითმფრინავი უფრო სწრაფად, ვიდრე სატვირთო ავტომობილი.

თუ მშენებლობაზე მუშა რაღაცა სიმაღლეზე 10000 ცალი აგურის ატანას რამდენიმე დღეს ანდომებს, ამნე ამავე სამუშაოს რამდენიმე წუთში შეასრულებს.

მუშაობის შესრულების სისწრაფეს **სიმძლავრე** ჰქვია.

სიმძლავრე იზომება დროის ერთეულში შესრულებული მუშაობით.

თუ მუშაობას ავლნიშნავთ A ასოთი, ხოლო სიმძლავრეს - N , მაშინ

$$N=A/t$$

რაც უფრო მეტი მუშაობის შესრულება შეუძლია ძრავას დროის მოცემულ შუალედში, მით მეტია მისი სიმძლავრე.

სიმძლავრის ერთეულად SI სისტემაში მიღებულია 1 ჯ/წმ=1ვატი. ინგლისელი მეცნიერის, ორთქლის მანქანის გამომგონებლის **უატის** პატივსაცემად.

პრაქტიკაში ფართოდ გამოიყენება სიმძლავრის ერთეულები: 1კილოვატი (1კვტ)=1000ვტ, 1მგვტ=1000000ვტ.

ტექნიკაში ჯერ კიდევ გამოიყენება სიმძლავრის ძველი ერთეული - ცხენის ძალა (ცძ). 1ცძ=735ვტ

სიმძლავრე სკალარული სიდიდეა.

ავტომობილი, მატარებელი, თვითმფრინავი, გემი და სხვა სახის ტრანსპორტი ხშირად მუდმივი სიჩქარით მოძრაობს, რაც განპირობებულია იმით, რომ ძრავის მუშაობის შედეგად

მათზე მოქმედი ძალები სიდიდით წინააღმდეგობის ძალის ტოლია და მათ საპირისპიროდ არის მიმართული. ამ შემთხვევაში მათი სიჩქარე განისაზღვრება სიმძლავრით. მართლაც, თუ სიმძლავრის ფორმულაში ჩავსვამთ მუშაობის მნიშვნელობას $A=Fs$, მაშინ

$$N=Fs/t,$$

მაგრამ $s/t=v,$

ე.ი. $N=Fv,$

საიდანაც

$$v=N/F$$

მაშასადამე, თუ წინააღმდეგობის ძალა მუდმივია, მაშინ სხეულის სიჩქარე სიმძლავრის პროპორციულია. სწორედ ამიტომ სჭირდება სწრაფად მოძრავ ტრანსპორტს დიდი სიმძლავრის ძრავები.

ტექსტზე მუშაობა

1. ამოიწერეთ ტექსტიდან ახალი სიტყვები და ტერმინები. მოიძიეთ ლექსიკონში და განმარტეთ:

2. შეადგინეთ წინადადებები ამ ტერმინების გამოყენებით:

3. უპასუხეთ კითხვებს:

1. რა პირობაა აუცილებელი მექანიკური მოძრაობის შესასრულებლად?

2. რა მუშაობაა ერთი ჯოული?

3. მუშაობა სკალარული სიდიდეა თუ ვექტორული?

4. რა არის სიმძლავრე?

5. რა არის მიღებული სიმძლავრის ერთეულად?

4. შემოხაზეთ სწორი ვარიანტი:

1. პორიზონტალურ ზედაპირზე საირულისას სიმძიმის ძალა:

- ა) ასრულებს დადებით მუშაობას
- ბ) ასრულებს უარყოფით მუშაობას
- გ) მუშაობას არ ასრულებს
- დ) ასრულებს მუშაობას მხოლოდ ჩქარი საირულისას

2. აღმართზე ასვლისას სიმძიმის ძალა:

- ა) ასრულებს დადებით მუშაობას
- ბ) ასრულებს უარყოფით მუშაობას
- გ) მუშაობას არ ასრულებს
- დ) ასრულებს მუშაობას მხოლოდ ჩქარი ასვლისას

3. აღმართიდან ჩამოსვლისას სიმძიმის ძალა

- ა) ასრულებს დადებით მუშაობას
- ბ) ასრულებს უარყოფით მუშაობას
- გ) მუშაობას არ ასრულებს
- დ) ასრულებს მუშაობას მხოლოდ ჩქარი ჩამოსვლისას

4. კიბეზე არბენისას

- ა) მეტ სიმძლავრეს ვავითარებთ, ვიდრე ნელა ასვლისას

- ბ) ნაკლებ სიმძლავრეს ვავითარებთ ვიდრე ნელა ასვლისას
- გ) ისეთსავე სიმძლავრეს ვავითარებთ, როგორც ნელა ასვლისას
- დ) სიმძლავრეს არ ვავითარებთ

5. იპოვეთ შესაბამისობა:

ჯოული	ძალის მიერ სხეულის გადაადგილების პროცესი
ვატი	მუშაობის შესრულების სისწრაფე
მუშაობა	მუშაობის ერთეული SI სისტემაში
სიმძლავრე	სიმძლავრის ერთეული SI სისტემაში

6. მოცემულია სიტყვათა არეული რიგი. გამართეთ წინადადება:

ჰქვია, შესრულების, სიმძლავრე, სისწრაფეს, მუშაობის

მიერ, ჰქვია, პროცესს, ძალის, გადაადგილების, მუშაობა, სხეულის

ძალისა, მუშაობა, და, სიდიდისა, გადაადგილების, პროპორციულია

დროის, იზომება, შესრულებული, სიმძლავრე, ერთეულში, მუშაობით

7. დაასრულეთ წინადადება:

1. იმ ძალის მუშაობა, რომლის მიმართულება ემთხვევა სხეულის მოძრაობის მიმართულებას, ან მასთან მახვილ კუთხეს ქმნის,
2. იმ ძალის მუშაობა, რომელიც მოქმედებს სხეულის მოძრაობის საპირისპიროდ ან მასთან ქმნის ბლაგვ კუთხეს

8. აღადგინეთ წინადადება ქვემოთ მოცემული სიტყვების გამოყენებით:

დამოკიდებულია, ტოლქმედის, ჰორიზონტალურ, წრეწირზე, სისწრაფით, ერთსა და იმავე მუშაობას განსხვავებული სხეული განსხვავებული ასრულებს. მუშაობა არ ასრულებს თანაბარი მოძრაობის დროს, სიმძიმის ძალა ზედაპირზე სხეულის მოძრაობისას მუშაობას არ ასრულებს. მუშაობის სიდიდე ათვლის სისტემაზე. თუ სხეულზე რამდენიმე ძალა მოქმედებს, სრული მუშაობა ტოლია ამ ძალების მუშაობისა.

9. მასწავლებელთან ერთად შეადგინეთ გეგმა.

10. დაწერეთ ტექსტის მოკლე შინაარსი გეგმის მიხედვით.

11. გადმოეცით ტექსტი თხრობით.

12. შეავსეთ ცხრილი:

რა ვიცოდი	რა ვიცი	რა მინდა ვიცოდე

თემა 18

მუდმივობის კანონები მექანიკაში. ენერგია. პოტენციური ენერგია

მექანიკური ენერგია არის უმნიშვნელოვანესი ფიზიკური სიდიდე, რომელიც ახასიათებს სხეულთა ან მათი ნაწილების მოძრაობასა და ურთიერთქმედებას.

ენერგიას განიხილავენ არა მარტო მექანიკაში, არამედ ფიზიკის სხვადასხვა ნაწილში, საბუნებისმეტყველო მეცნიერებებში, ტექნიკის სხვადასხვა დარგსა და ყოველდღიურ ცხოვრებაში.

თუ სხეულს ან სხეულთა სისტემას მუშაობის შესრულება შეუძლია, ამბობენ, რომ მათ აქვთ **ენერგია**. რაც უფრო მეტი მუშაობის შესრულება შეუძლია სხეულს, მით მეტი ენერგია აქვს მას.

ენერგია იზომება მუშაობით, რომლის შესრულებაც სხეულს შეუძლია.

ენერგია არის სხეულის თვისება, რომელიც მუდმივდება სხვა სხეულებთან ურთიერთქმედებისას მუშაობის შესრულების დროს.

ენერგია გააჩნია დედამიწის მიმართ რაიმე სიმალლეზე ატანილ სხეულს, ვინაიდან ამ სიმალლიდან ჩამოვარდნისას იგი ასრულებს მუშაობას. ენერგია გააჩნია ჰაერის მოძრავ მასას. იგი მუშაობას ასრულებს როცა იალქნიან ხომალდებს ამოძრავებს, დიდი სიჩქარის ქარი - გრიგალი დამანგრეველად მოქმედებს, ძირიანად თხრის ხეებს, ადგილიდან ძრავს მრავალტონიან ქვებს. მდინარის ან ჩანჩქერის მოძრავი წყლის ენერგია ტურბინებს აბრუნებს. თუ წყლის მასა და სიჩქარე დიდია, იგი დამანგრეველად მოქმედებს. ცნობილია, რომ დიდ სიმალლეზე შეგუბებულ წყალს, თუ მას ვარდნის საშუალება მიეცემა, დიდი მუშაობის შესრულება შეუძლია, მაგ., ჰიდროელექტროსადგურებში.

მუშაობის შესრულების დროს სხეულის ენერგია იცვლება. მაგალითად, შაშხანის ერთი და იგივე ტყვია სხეულზე სხვადასხვაგვარად მოქმედებს. ახლად გასროლილი, როცა დიდი სიჩქარით მოძრაობს და მოძრაობის დასასრულს, როცა მისი სიჩქარე შემცირდა.

მუშაობის შესრულებისას მუშა სხეულის ენერგია მცირდება. ენერგიის დანახარჯი შესრულებული მუშაობით გაიზომება. ენერგიას აღნიშნავენ E ასოთი.

ენერგიის ერთეულად მიღებულია ჯოული. ენერგია სკალარული სიდიდეა.

დედამიწიდან ანეულ ყოველ სხეულს, გაჭიმულ ან შეკუმშულ ზამბარას, შეკუმშულ გაზს გააჩნია ენერგია.

ენერგიას, რომელიც განისაზღვრება სხეულების ან ერთი და იმავე სხეულის ნაწილების ურთიერთქმედებით, **პოტენციური ენერგია** ჰქვია („პოტენცია“ ლათინური სიტყვაა და ნიშნავს შესაძლებლობას, უნარს)

პოტენციური ენერგია აქვს დედამიწის ზედაპირიდან რაიმე სიმალლეზე ატანილ სხეულს, რადგან იგი ურთიერთქმედებს დედამიწასთან. ვარდნისას სხეულზე მოქმედი სიმძიმის ძალა ასრულებს მუშაობას.

თუ დედამიწის ზედაპირზე მდებარე სხეულის პოტენციურ ენერგიას ნულის ტოლად ჩავთვლით, მაშინ რაიმე h სიმალლეზე ანეული P სიმძიმის ძალის სხეულის პოტენციური

ენერგია იმ მუშაობით განისაზღვრება, რომელსაც სიმძიმის ძალა შეასრულებს სხეულის დედამიწაზე ვარდნისას. ვინაიდან

$$A = F \cdot S,$$

ჩვენს შემთხვევაში $F = P$ და $S = h$ ამიტომ

$$A = P \cdot h$$

მაგრამ $P = m \cdot g$,

მაშასადამე, $A = mgh$.

ვინაიდან სხეულის პოტენციური ენერგია $E_{\text{პოტ}} = A$, ამიტომ

$$E_{\text{პოტ}} = mgh$$

ამრიგად, ნულოვანი დონიდან გარკვეულ სიმაღლეზე სხეულის პოტენციური ენერგია ტოლია იმ მუშაობისა, რომელსაც ასრულებს მასზე მოქმედი სიმძიმის ძალა სხეულის დაშვებისას ამ დონემდე.

სხეულის მდებარეობის ათვლა შეიძლება ნებისმიერი დონიდან, რომლის სიმაღლეს ნულის ტოლად მივიჩნევთ. ამ დონეს **ნულოვანი დონე** ეწოდება.

როგორც ფორმულიდან ჩანს, სხეულის პოტენციური ენერგია დამოკიდებულია სხეულის მასაზე, დედამიწის ზედაპირიდან აწევის სიმაღლესა და ადგილმდებარეობაზე. ანუ სხეულის კოორდინატებზე.

სხეულის პოტენციური ენერგია შეიძლება იყოს დადებითი და უარყოფითი. თუ სხეული ნულოვანი დონის ზევითაა, მისი პოტენციური ენერგია დადებითია, თუ ქვევით - უარყოფითი.

ეს ენერგია ახასიათებს დედამიწასა და მისგან აწეული სხეულის ურთიერთქმედებას.

დრეკადი სხეულის დეფორმაციისას აღიძვრება დრეკადობის ძალა, რომელიც სხეულს აბრუნებს არადეფორმირებულ მდგომარეობაში, ე.ი. დრეკადობის ძალა ასრულებს მუშაობას. ეს ნიშნავს, რომ დრეკად დეფორმირებულ სხეულს აქვს ენერგია.

დადგენილია, რომ დეფორმირებული დრეკადი სხეულის პოტენციური ენერგია გამოითვლება ფორმულით

$$E_{\text{პოტ}} = kx^2/2$$

სადაც k არის სხეულის სიხისტე, x კი - დეფორმაციის სიდიდე.

დრეკადად დეფორმირებული სხეულის პოტენციური ენერგია ტოლია იმ მუშაობისა, რომელსაც ასრულებს დრეკადობის ძალა სხეულის გადასვლისას არადეფორმირებულ მდგომარეობაში.

დეფორმირებული დრეკადი სხეულის პოტენციური ენერგია ურთიერთქმედების ენერგიაა, მაგრამ ამ შემთხვევაში ლაპარაკია სხეულის შემადგენელ ცალკეული ნაწილების ურთიერთქმედებაზე.

ზოგადად, შეიძლება ითქვას, რომ პოტენციური ენერგია სხეულის ან სხეულის შემადგენელი ნაწილაკების ურთიერთქმედების ენერგიაა.

დრეკადობის ძალის მუშაობა, ისევე როგორც სიმძიმის ძალის მუშაობა, დამოკიდებული არ არის ტრაექტორიის ფორმაზე, შეკრულ ტრაექტორიაზე ამ ძალების მუშაობა ნულის ტოლია.

ტექსტზე მუშაობა

1. ამოიწერეთ ტექსტიდან ახალი სიტყვები და ტერმინები. მოიძიეთ ლექსიკონში და განმარტეთ:

2. შეადგინეთ წინადადებები ამ ტერმინების გამოყენებით:

3. უპასუხეთ კითხვებს:

3.1. რა არის ენერგია?

3.2. რა შემთხვევაში შეგვიძლია ვთქვათ, რომ სხეულს გააჩნია ენერგია?

3.3. გააჩნია თუ არა ენერგია დედამიწის მიმართ რაიმე სიმალლეზე ატანილ სხეულს?

3.4. რა არის ენერგიის ზომა?

3.5. რას ჰქვია სხეულის პოტენციური ენერგია?

3.6. რაზეა დამოკიდებული პოტენციური ენერგია?

4. შემოხაზეთ სწორი ვარიანტი (4 ვარიანტიდან):

1. აღმართზე ატანისას სხეულის პოტენციური ენერგია:

- ა) იზრდება
- ბ) მცირდება
- გ) არ იცვლება
- დ) მხოლოდ ჩქარა ატანისას იზრდება

2. ტბის ფსკერიდან სხეულის ამოტანისას სხეულის პოტენციური ენერგია

- ა) იზრდება
- ბ) მცირდება
- გ) არ იცვლება
- დ) მხოლოდ ჩქარი ამოტანისას იზრდება

3. განსხვავებული მასის სხეულებს ტოლი პოტენციური ენერგია

- ა) არ შეიძლება ჰქონდეთ
- ბ) შეიძლება ჰქონდეთ
- გ) მასებს შორის დიდი განსხვავებისას არ შეიძლება ჰქონდეთ, მცირე განსხვავებისას შეიძლება
- დ) ეწინებათ თუ არა ცალსახა პასუხის გაცემა შეუძლებელია

4. გაბერილ ბურთზე დარტყმისას ბურთში ჰაერის პოტენციური ენერგია

- ა) იზრდება
- ბ) მცირდება
- გ) არ იცვლება
- დ) შეიძლება გაიზარდოს, შეიძლება შემცირდეს

5. ტბის ფსკერიდან სხეულის ამოტანისას წყლის პოტენციური ენერგია

- ა) იზრდება
- ბ) მცირდება
- გ) არ იცვლება
- დ) მხოლოდ ჩქარი ამოტანისას იზრდება

6. ასროლილი სხეულის პოტენციური ენერგია

- ა) იზრდება
- ბ) მცირდება
- გ) ჯერ იზრდება, შემდეგ მცირდება
- დ) არ იცვლება

5. შეადგინეთ წინადადებები წარმოდგენილი სიტყვების გამოყენებით:

რომლის, სხეულს, იზომება, ენერგია, შესრულებაც, შეუძლია, მუშაობით

დედამიწის, ენერგია, სხეულს, სიმაღლეზე, ატანილ, გააჩნია, რაიმე, მიმართ

მუშა, ენერგია, შესრულებისას, მცირდება, სხეულის, მუშაობის

დეფორმირებულ, აქვს, დრეკად, ენერგია, სხეულს

დადებითი, ენერგია, და, პოტენციური, უარყოფითი, სხეულის, იყოს, შეიძლება

6. დაასრულეთ წინადადება:

მივიჩნევთ, გაიზომება, ჯოული, იცვლება,

1. მუშაობის შესრულების დროს სხეულის ენერგია
2. ენერგიის დანახარჯი შესრულებული მუშაობით
3. ენერგიის ერთეულად მიღებულია
4. სხეულის მდებარეობის ათვლა შეიძლება ნებისმიერი დონიდან, რომლის სიმაღლეს ნულის ტოლად

7. აღადგინეთ წინადადება:

არადეფორმირებულ, პოტენციური, ტრანექტორიის, სხეულის, დრეკადობის, მუშაობის

1. ენერგია არის თვისება, რომელიც მუდამდებია სხვა სხეულებთან ურთიერთქმედებისას შესრულების დროს.
2. ენერგია სხეულის ან სხეულის შემადგენელი ნაწილაკების ურთიერთქმედების ენერგიაა.
3. დრეკადობის ძალის მუშაობა, ისევე როგორც სიმძიმის ძალის მუშაობა, დამოკიდებული არ არის ფორმაზე,
4. დრეკადად დეფორმირებული სხეულის პოტენციური ენერგია ტოლია იმ მუშაობისა, რომელსაც ასრულებს ძალა სხეულის გადასვლისას მდგომარეობაში.

8. მასწავლებელთან ერთად შეადგინეთ გეგმა.

9. დაწერეთ ტექსტის მოკლე შინაარსი გეგმის მიხედვით.

10. გადმოეცით ტექსტი თხრობით.

11. შეავსეთ ცხრილი:

რა ვიცოდი	რა ვიცი	რა მინდა ვიცოდე

თემა 19

კინეტიკური ენერჯია

ენერჯიას, რომელიც სხეულს მოძრაობის გამო გააჩნია კინეტიკური ენერჯია ეწოდება.

სახელწოდება წარმოდგება ბერძნული სიტყვიდან „კინეო“ - ვამოძრავებ. მაგალითად, გასროლილ ტყვიას, მოძრავ ვაგონს, და ა.შ. კინეტიკური ენერჯია გააჩნია.

თუ სხეული არ მოძრაობს, მაშინ მისი კინეტიკური ენერჯია ნულის ტოლია. იმისთვის, რომ დავადგინოთ, რაზეა დამოკიდებული კინეტიკური ენერჯიის სიდიდე, ჩავატაროთ შემდეგი ცდა. ავიღოთ დახრილი ღარი, რომელთანაც მიდგმულია ჰორიზონტალური ღარი. ჰორიზონტალურ ღარზე მოვათავსოთ ხის პატარა ძელი და დახრილი ღარიდან დავაგროთ ბურთულა. ბურთულა ძელზე დაჯახების შედეგად მას გარკვეულ მანძილზე გადაადგილებს. ე.ი. ბურთულამ შეასრულა მუშაობა. ახლა გავიმეოროთ იგივე ცდა, ოღონდ ავიღოთ უფრო დიდი მასის ბურთულა. დავინახავთ, რომ ბურთულა ძელს უფრო დიდ მანძილზე გადაადგილებს. მაშასადამე მეტ მუშაობას შეასრულებს. ამრიგად მოძრავი სხეულის მიერ შესრულებული მუშაობა დამოკიდებულია მის მასაზე. კონკრეტულად, რაც მეტია მისი მასა, მით მეტი მუშაობის შესრულების უნარი აქვს მას, ე.ი. მით მეტია მისი კინეტიკური ენერჯია. ახლა ერთი და იგივე ბურთულა დავაგროთ დახრილი ღარის სხვადასხვა სიმაღლიდან. ცდა გვიჩვენებს, რომ რაც უფრო მეტი სიმაღლიდან დავგორდებ ბურთულა, მით მეტი სიჩქარე ექნება და მით უფრო მეტ მანძილზე გადაადგილებს იგი ძელს. მაშასადამე, მით უფრო მეტ მუშაობას შეასრულებს ბურთულა, ე.ი. მით მეტია მისი კინეტიკური ენერჯია.

ცდებიდან გამომდინარე, ცხადია, რომ სხეულის კინეტიკური ენერჯია დამოკიდებულია მის მასასა და სიჩქარეზე. გამოვსახოთ ეს დამოკიდებულება ფორმულით სხეულის წრფივი მოძრაობისათვის, რომელიც გამონვეულია მუდმივი ძალის მოქმედებით.

დავუშვათ, რომ m მასის სხეულს შეუძლია მოძრაობა წინააღმდეგობის გარეშე. სხეულზე მოდებულია F -ძალა, რომლის მოქმედებითაც სხეული ამოძრავდება მუდმივი a აჩქარებით. მაშინ F ძალა S მანძილზე შეასრულებს $A=F S$ მუშაობას. ვინაიდან სხეული მოძრაობს წინააღმდეგობის გარეშე, ამიტომ მუშაობა სრულდება მხოლოდ სხეულის სიჩქარის გასაზრდელად და ის აღწევს v სიჩქარეს.

ნიუტონის II კანონიდან გამომდინარე $F=ma$, ხოლო მოძრაობა არის თანაბარაჩქარებული და $s=v^2/2a$. თუ ამ მნიშვნელობას ჩავსვამთ მუშაობის ფორმულაში $A=mas$, მაშასადამე, $A=mv^2/2$;

$mv^2/2$ გამოსახულება განსაზღვრავს სხეულის კინეტიკურ ენერჯიას. ე.ი.

$$E_{კინ} = mv^2/2$$

გავარკვიოთ კინეტიკური ენერჯიის არსი:

m მასის უძრავ სხეულს v სიჩქარე რომ მივანიჭოთ, უნდა შესრულდეს მუშაობა, რომელიც ტოლია

$$A=mv^2/2$$

ამგვარად, გარკვეული სიჩქარით მოძრავი სხეულის კინეტიკური ენერგია ტოლია იმ მუშაობისა, რომელიც უნდა შესრულდეს, რომ უძრავ სხეულს მიენიჭოს ეს სიჩქარე.

კინეტიკური ენერგიისგან განსხვავებით, პოტენციური ენერგია შეიძლება ჰქონდეს უძრავ სხეულსაც.

კინეტიკური ენერგია დამოკიდებულია მხოლოდ სხეულის სიჩქარეზე, პოტენციური კი - სხეულის მდებარეობაზე ნულოვანი დონის მიმართ, ე.ი. სხეულის კოორდინატებზე.

კინეტიკური ენერგია ყოველთვის დადებითია, პოტენციური ენერგია შეიძლება იყოს დადებითიც და უარყოფითიც.

ტექსტზე მუშაობა

1. ამოიწერეთ ტექსტიდან ახალი სიტყვები და ტერმინები. მოიძიეთ ლექსიკონში და განმარტეთ:

2. შეადგინეთ წინადადებები ამ ტერმინების გამოყენებით:

3. უპასუხეთ კითხვებს:

3.1. რა არის კინეტიკური ენერგია?

3.2. რაზეა დამოკიდებული კინეტიკური ენერგია?

3.3. როგორ ჩაიწერება ფორმულით კინეტიკური ენერგია?

3.4.7500 კვ მასის ტრამვაის ვაგონი 1მ/წმ სიჩქარით მოძრაობს. გამოთვალეთ მისი კინეტიკური ენერგია.

4. შემოხაზეთ სწორი ვარიანტი:

4.1. განსხვავებული მასის სხეულებს ტოლი კინეტიკური ენერგია

ა) არ შეიძლება ჰქონდეთ

ბ) შეიძლება ჰქონდეთ

გ) მასებს შორის დიდი განსხვავებისას არ შეიძლება ჰქონდეთ, მცირე განსხვავებისას შეიძლება

დ) ექნებათ თუ არა, ცალსახა პასუხს ვერ გავცემთ

4.2. ასროლილი სხეულის კინეტიკური ენერგია:

ა) იზრდება

ბ) მცირდება

გ) ჯერ იზრდება, შემდეგ მცირდება

დ) ჯერ მცირდება, შემდეგ იზრდება

4.3. მდინარეში წყალი მიედინება:

ა) კინეტიკური ენერგიის ხარჯზე

ბ) პოტენციური ენერგიის ხარჯზე

გ) ენერგიის გარეშე თავისით

დ) ჩქარი დინებისას კინეტიკური ენერგიის ხარჯზე, ნელი დინებისას - პოტენციურის

4.4. 1 კვ მასის სხეულს 10 მ/წმ სიჩქარით ასროლისას აქვს:

ა) 50ჯ კინეტიკური ენერგია

ბ) 50ჯ პოტენციური ენერგია

გ) 25ჯ კინეტიკური და 25ჯ პოტენციური ენერგიები

დ) 100ჯ კინეტიკური ენერგია

4.5. ჰაერში ასროლილი სხეულის კინეტიკური ენერგია უდიდესია

ა) ასროლისას

ბ) ტრაექტორიის ზედა წერტილში

გ) ყველგან ერთნაირია

დ) ასროლის წერტილში დაბრუნებისას

4.6. სხეულის კინეტიკური ენერგია გამოისახება ფორმულით:

ა) $E = mgh$

გ) $E = mv^2 / 2$

ბ) $E = kx^2/2$

დ) $E = ma$

5. იპოვეთ შესაბამისობა:

კინეტიკური ენერგია	განისაზღვრება მუშაობით, რომელსაც ასრულებს სხეული
პოტენციური ენერგია ენერგია	ენერგიის ერთეული სხეულის ან სხეულის შემადგენელი ნაწილაკების ურთიერთქმედების ენერგია
ჯოული	ენერგია, რომელიც სხეულს მოძრაობის გამო გააჩნია

6. მრავალწერტილების ნაცვლად ჩასვით გამოტოვებული სიტყვები:

უძრავ, სიჩქარეზე, ნულის, დადებითია, მასასა, მოძრაობის, ენერგიას, რომელიც სხეულს გამო გააჩნია კინეტიკური ენერგია ეწოდება. თუ სხეული არ მოძრაობს, მაშინ მისი კინეტიკური ენერგია ტოლია. კინეტიკური ენერგია დამოკიდებულია მის და კინეტიკური ენერგია არ შეიძლება გაჩნდეს სხეულს. კინეტიკური ენერგია ყოველთვის

7. შეადგინეთ წინადადებები შემდეგი სიტყვების გამოყენებით:

შეიძლება, პოტენციური, უძრავ, ენერგია, ჰქონდეს, სხეულსაც

დამოკიდებულია, სხეულის, მხოლოდ, კინეტიკური, სიჩქარეზე, ენერგია

შეიძლება, დადებითიც, პოტენციური, უარყოფითიც, ენერგია, იყოს, და

სხეულის, მასაზე, მოძრაობა, მუშაობა, მის, მიერ, შესრულებული, დამოკიდებულია

მასა, მეტია, მუშაობის, რაც, სხეულის, შესრულების, მით, უნარი, მეტი, მას, აქვს

8. მასწავლებელთან ერთად შეადგინეთ გეგმა.

9. დაწერეთ ტექსტის მოკლე შინაარსი გეგმის მიხედვით.

10. გადმოეცით ტექსტი თხრობით.

11. შეავსეთ ცხრილი:

რა ვიცოდი	რა ვიცი	რა მინდა ვიცოდე

თემა 20
მუდმივობის კანონი მექანიკაში.
ენერჯის მუდმივობის კანონი

ფიზიკაში განსაკუთრებული მნიშვნელობა აქვს ერთ-ერთ უნივერსალურ კანონს - ენერჯის მუდმივობის კანონს.

განვიხილოთ იმ სხეულთა ენერჯის ცვლილება, რომლებიც ქმნიან ჩაკეტილ სისტემას.

ურთიერთქმედ სხეულებს ერთდროულად შეიძლება ჰქონდეთ კინეტიკური ენერჯიაც და პოტენციურიც.

დახრილ ღარზე მოთავსებულ ბურთულას აქვს პოტენციური ენერჯია, - რაც უფრო მაღლაა ბურთულა, მით მეტია მისი პოტენციური ენერჯია. როდესაც ბურთულა დახრილი ღარიდან დაგორდება, მისი პოტენციური ენერჯია მცირდება, სამაგიეროდ სულ უფრო იზრდება მისი სიჩქარე და მატულობს მისი კინეტიკური ენერჯია.

დახრილი ღარიდან დაგორებულ ბურთულას ჰორიზონტალურ სიბრტყეზე გადასვლისას აქვს კინეტიკური ენერჯია და განაგრძობს მოძრაობას. ბურთულა მაშინ გაჩერდება, როცა მისი ენერჯია მთლიანად მოხმარდება წინააღმდეგობის გადალახვას.

მაშასადამე, რაც უფრო მეტი პოტენციური ენერჯია აქვს ბურთულას დახრილი ღარის თავში, მით უფრო მეტია მისი კინეტიკური ენერჯის მარაგი ჰორიზონტალური ღარის დასაწყისში.

ღროის ნებისმიერ მომენტში სხეულთა ჩაკეტილი სისტემის კინეტიკური და პოტენციური ენერჯიების ჯამს სრული მექანიკური ენერჯია ეწოდება.

განვიხილოთ სხეულთა ჩაკეტილი სისტემა, რომელიც შედგება დედამიწისა და მისი ზედაპირიდან გარკვეულ სიმაღლეზე ატანილი სხეულისაგან. სიმძიმის ძალის მოქმედებით სხეული ვარდება. თუ ჰაერის წინააღმდეგობას არ გავითვალისწინებთ, მაშინ გარკვეულ სიმაღლეზე სხეულის ვარდნისას სიმძიმის ძალა შეასრულებს მუშაობას, რომელიც სხეულის კინეტიკური ენერჯის ცვლილების ტოლია. იმავედროულად სიმძიმის ძალის მოქმედებით იცვლება სხეულის პოტენციური ენერჯია და სიმძიმის ძალის მუშაობა სხეულის პოტენციური ენერჯის ცვლილების ტოლია. ე.ი. ერთი და იგივე მუშაობა იწვევს კინეტიკური ენერჯის გაზრდას და პოტენციური ენერჯის შემცირებას. რამდენითაც იზრდება კინეტიკური ენერჯია, იმდენითვე მცირდება პოტენციური ენერჯია და პირიქით.

ეს ნიშნავს, რომ ჩაკეტილი სისტემის სრული მექანიკური ენერჯია არ იცვლება. ერთი სახის ენერჯია გარდაიქმნება სხვა სახის ენერჯიად. ეს არის ენერჯის მუდმივობის კანონი ისეთი ჩაკეტილი სისტემებისათვის, რომლებშიც სხეულები ურთიერთქმედებენ მსოფლიო მიზიდულობისა და დრეკადობის ძალებით.

$$E_{1კინ} + E_{1პოტ} = E_{2კინ} + E_{2პოტ}$$

სხეულთა სისტემაზე ხახუნის ძალის მოქმედებისას მექანიკური ენერჯის მუდმივობის კანონი ირღვევა.

ხახუნის ძალა ყოველთვის უარყოფით მუშაობას ასრულებს, ამიტომ ამცირებს სხეულის ან სხეულთა სისტემის კინეტიკურ ენერგიას. მაგალითად, ჰორიზონტალურ ზედაპირზე სხეულის მოძრაობისას ხახუნის ძალის მოქმედებით მცირდება მისი კინეტიკური ენერგია ისე, რომ პოტენციური ენერგია უცვლელი რჩება. ეს ნიშნავს, რომ სრული მექანიკური ენერგია მცირდება - ირღვევა მექანიკური ენერგიის მუდმივობის კანონი.

ამგვარად, სრული მექანიკური ენერგიის მუდმივობის კანონი მდგომარეობს შემდეგში: სხეულთა ჩაკეტილი სისტემის სრული მექანიკური ენერგია მუდმივი სიდიდეა, თუ ეს სხეულები ურთიერთქმედებენ მხოლოდ მსოფლიო მიზიდულობისა და დრეკადობის ძალებით.

ხახუნის ძალის მოქმედებისას ენერგიის მუდმივობის კანონის დარღვევა მხოლოდ მოჩვენებითია. ერთი სხეულის მეორეზე მოძრაობისას ყოველთვის ადგილი აქვს ორივე სხეულის გათბობას, ე.ი. მათი შინაგანი ენერგიის ზრდას.

ხახუნის ძალის მოქმედებისას სხეულთა სისტემის მექანიკური ენერგია მცირდება იმდენით, რამდენითაც იზრდება სისტემის შინაგანი ენერგია. ე.ი. მექანიკური ენერგია შეიძლება გარდაიქმნას სხვა სახის ენერგიად.

ენერგია არც წარმოიქმნება და არც ქრება, იგი ერთი სახიდან გარდაიქმნება მეორე სახედ.

ბუნების მოვლენათა შესწავლისას აღმოჩენილ იქნა მეტად მნიშვნელოვანი კანონი - ენერგიის გარდაქმნისა და მუდმივობის კანონი, რომელიც ასე გამოითქმის:

ბუნების ყოველი მოვლენის დროს ენერგია არც წარმოიქმნება და არც ისჰობა. ერთი სახის ენერგია უცვლელი რაოდენობით გარდაიქმნება სხვა სახის ენერგიად ან ერთი სხეულიდან გადაეცემა სხვა სხეულს.

მექანიკური ენერგიის მუდმივობის კანონი არის კერძო შემთხვევა ზოგადად ენერგიის მუდმივობის კანონისა. მექანიკური ენერგიის მუდმივობის კანონის თანახმად ჩაკეტილი სისტემის სრული ენერგია მუდმივი სიდიდეა.

ენერგიის გარდაქმნისა და მუდმივობის კანონი არის უნივერსალური კანონი და საშუალებას იძლევა განვსაზღვროთ ნებისმიერი მანქანის მიერ შესრულებული მუშაობა.

სხეულს, რომელიც გამოიყენება ძალის სიდიდისა და მიმართულების შესაცვლელად, იარაღი ჰქვია. ადამიანები მუშაობის შესასრულებლად იარაღს აკეთებენ და იყენებენ. იარაღის მოქმედების სიჩქარისა და სიზუსტის გადიდების მიზნით ადამიანმა შექმნა მექანიზმი.

მონყობილობას, რომელიც გამოიყენება ენერგიის სასარგებლო მუშაობად გარდაქმნისათვის, მექანიზმი ეწოდება.

მექანიზმების ერთობლიობა ჰქმნის მანქანას.

ნებისმიერი რთული მანქანა შეიძლება დაიშალოს რამდენიმე მარტივ მექანიზმად, როგორცაა ბერკეტი, ჭოჭონაქი, დახრილი სიბრტყე და სხვ.

მანქანის გამოყენებით ადამიანი აჩქარებს მუშაობის პროცესს და აუმჯობესებს ხარისხს. მაგალითად, მკერავი საკერავი მანქანით, რომელსაც მექანიკური ძრავა აქვს, გაცილებით უფრო სწრაფად და ხარისხიანად კერავს, ვიდრე ხელით.

ყოველი მექანიზმის ასამუშავებლად უნდა მოვდოთ ძალა, რომელიც იმოქმედებს რაღაცა მანძილზე, დაძლევს წინააღმდეგობას და შეასრულებს მუშაობას.

მექანიზმების გამოყენებით ერთი და იგივე მუშაობა შეიძლება სხვადასხვანაირად შესრულდეს. მაგალითად, გავადიდოთ გავლილი მანძილი, ძალა კი იმდენჯერვე შევამციროთ.

შეიძლება პირიქითაც - გავადიდოთ ძალა, მანძილი კი შევამციროთ.

ბერკეტი, ჭოჭონაქი, დახრილი სიბრტყე და სხვა მექანიზმები, უფრო რთული მექანიზმის მანქანის ნაწილებია.

მექანიკური მოვლენებისა და მექანიზმების მუშაობის შესწავლით დამტკიცდა, რომ მექანიკურ პროცესში ხდება მხოლოდ ენერჯის გარდაქმნა და არა ენერჯის წარმოქმნა ან მოსპობა.

სხვადასხვა დროს ბევრ ქვეყანაში იყვნენ გამოგონებლები, რომლებიც ცდილობდნენ აეგოთ ისეთი მანქანა, რომელიც ერთხელ მიღებული ენერჯის მარაგით, თვითონვე აღადგენდა იმ ენერჯის დანაკარგს, რაც სასარგებლო მუშაობის შესრულებაზე დაიხარჯებოდა და განუწყვეტლივ შეასრულებდა მუშაობას. ასეთ მანქანას მარადიული ძრავა ანუ ლათინურ ენაზე **პერპეტუუმობილე** ჰქვია.

ამჟამად დამტკიცებულია, რომ შეუძლებელია ისეთი მანქანის აგება, რომელიც თავისთავად მარად იმოდრავებს და თანაც რაიმე სამუშაოს შეასრულებს. ეს ეწინააღმდეგება ბუნების უნივერსალურ კანონს - ენერჯის გარდაქმნისა და მუდმივობის კანონს.

ტექსტზე მუშაობა

1. ამოიწერეთ ტექსტიდან ახალი სიტყვები და ტერმინები. მოიძიეთ ლექსიკონში და განმარტეთ:

2. შეადგინეთ წინადადებები ამ ტერმინების გამოყენებით:

3. შემოხაზეთ სწორი ვარიანტი:

3.1. ენერგიის გარდაქმნის რომელ პროცესს ახასიათებს ხახუნის ძალის მუშაობა?

- ა) მექანიკური ენერგიის გარდაქმნას შინაგან ენერგიად
- ბ) პოტენციური ენერგიის გარდაქმნას კინეტიკურ ენერგიად
- გ) კინეტიკური ენერგიის გარდაქმნას პოტენციურ ენერგიად

3.2. ჰაერში ასროლილი სხეულის სრული მექანიკური ენერგია

- ა) იზრდება
- ბ) მცირდება
- გ) ჯერ იზრდება, შემდეგ მცირდება
- დ) ჯერ მცირდება, შემდეგ იზრდება
- ე) არ იცვლება

3.3. კგ -ით, მ -ით და წმ -ით გამოსახული ფიზიკური სიდიდეების ერთეულებიდან 1 ვატი არის

- ა) $1 \text{ კგ} \cdot \text{მ}^2 / \text{წმ}^3$
- ბ) $1 \text{ კგ} \cdot \text{მ} / \text{წმ}^2$
- გ) $1 \text{ კგ} \cdot \text{მ} / \text{წმ}$
- დ) $1 \text{ კგ}^2 \cdot \text{მ} / \text{წმ}$

3.4. კგ -ით, მ -ით და წმ -ით გამოსახული ფიზიკური სიდიდე 1 ნიუტონი არის

- ა) $1 \text{ კგ} \cdot \text{მ}^2 / \text{წმ}^3$
- ბ) $1 \text{ კგ} \cdot \text{მ} / \text{წმ}^2$
- გ) $1 \text{ კგ} \cdot \text{მ} / \text{წმ}$
- დ) $1 \text{ მ} / \text{წმ}^2$

4. უპასუხეთ კითხვებს:

4.1. რაში მდგომარეობს ენერგიის გარდაქმნისა და მუდმივობის კანონი?

4.2. რას იყენებს ადამიანი მუშაობის შესრულებისას?

4.3. რა არის მექანიზმი?

4.4. რა არის მანქანა?

4.5. რის შესაძლებლობას აძლევს ადამიანს მექანიზმის გამოყენება?

4.6. რისგან შედგება ნებისმიერი რთული მანქანა?

4.7. რა არის „ჰერპეტუმი-მობილე“?

4.8. რატომ არის შეუძლებელი მარადიული ძრავის აგება?

5. შეავსეთ გამოტოვებული ადგილები შესაბამისი სიტყვებით:

წარმოიქმნება, კინეტიკური, ჯამს, მექანიზმი, მუდმივი, მექანიკური, ქრება, პოტენციურიც
ერთიერთემედ სხეულებს ერთდროულად შეიძლება ჰქონდეთ ენერგიაც და
..... სხეულთა ჩაკეტილი სისტემის კინეტიკური და პოტენციური ენერგიების
..... სრული ენერგია ეწოდება. ენერგია არც და არც
....., იგი ერთი სახიდან გარდაიქმნება მეორე სახედ. ჩაკეტილი სისტემის სრული
ენერგია სიდიდეს. მონყობილობას, რომელიც გამოიყენება ენერგიის
სასარგებლო მუშაობად გარდაქმნისათვის ეწოდება.

6. მოცემულია სიტყვათა არეული რიგი და გამართეთ წინადადება:

სრული, ჩაკეტილი, არ, ენერგია, სისტემის, იცვლება, მექანიკური

პროცესში, ენერგიის, მხოლოდ, მექანიკურ, ხდება, გარდაქმნა

ენერგიად, შეიძლება, გარდაიქმნას, მექანიკური, სხვა, ენერგია, სახის

7. შეადგინეთ გეგმა მასწავლებლის დახმარებით:

8. გადმოეცით ტექსტი თხრობით (თქვენი სიტყვებით, შედგენილი გეგმის მიხედვით).

9. დაწერეთ ტექსტის შინაარსი:

10. შეავსეთ ცხრილი:

რა ვიცოდი	რა ვიცი	რა მინდა ვიცოდე

თემა 21

ჰიდრო- და აეროსტატიკა. წნევა

თხილამურებით შეგვიძლია თოვლზე სრიალი ისე, რომ შიგ არ ჩავეფლოთ, ხოლო თხილამურების გარეშე თოვლში ღრმად ვეფლობით და სიარული გვიჭირს.

ორივე შემთხვევაში ადამიანი თავისი წონის ტოლი ძალით აწევა თოვლს, მაგრამ პირველ შემთხვევაში ადამიანის წონა მეტი ფართობის მქონე ზედაპირზე - თხილამურზე ნაწილდება, მეორე შემთხვევაში კი ბევრად უფრო მცირე ზედაპირზე, ფეხსაცმლის ლანჩებზე. როგორც ჩანს, ერთი და იმავე ძალის მართობული მოქმედება სხვადასხვა ფართობზე სხვადასხვა შედეგს იძლევა.

ძალის მოქმედების შედეგი დამოკიდებულია არა მარტო ძალის სიდიდებზე, არამედ იმ ზედაპირის ფართობზეც, რომლის მართობულადაც ძალა მოქმედებს.

იმისათვის, რომ დაახასიათონ ძალის მოქმედება ფართობის ერთეულზე, შემოაქვთ წნევის ცნება.

წნევა იზომება ზედაპირის მართობულად მოქმედი ძალის შეფარდებით იმ ზედაპირის ფართობთან, რომელზედაც იგი მოქმედებს.

თუ წნევას ავლნიშნავთ P-თი, ზედაპირის მართობულად მოქმედ ძალას F-ით და ზედაპირის ფართობს S-ით, მაშინ განმარტების თანახმად შეიძლება დაინეროს:

$$P=F/S$$

წნევა ფიზიკური სიდიდეა და მის ერთეულად მიღებულია ზედაპირის მართობულად მოქმედი 16 ძალის წნევა 1მ² ფართობზე. მას ფრანგი მეცნიერის ბლეს პასკალის პატივსაცემად **პასკალი** ჰქვია (პა).

$$1პა=16/მ^2 .$$

პრაქტიკაში გამოყენებულია წნევის ჯერადი ერთეულები:

$$1ჰექტოპასკალი =100პა , 1კპა =1000პა \quad 1ატმოსფერული წნევა = 10^5 პა.$$

მყარი სხეულის თვისებაა, მასზე წარმოებული წნევა გადასცეს ძალის მოქმედების მიმართულებით. ამის მიზეზია შემადგენელ ნაწილაკთა ურთიერთქმედება. სხეულზე წნევის ძალის მოქმედებისას მის შემადგენელ ნაწილაკებს შორის აღიძვრება დრეკადობის ძალები. ეს ძალები მიმართულია წნევის ძალის (დეფორმაციის გამომწვევი ძალის) გასწვრივ, რადგან პრაქტიკულად მხოლოდ ამ მიმართულებით იცვლება ნაწილაკებს შორის მანძილი.

სულ სხვაგვარად ხდება წნევის გადაცემა სითხეებსა და აირებში.

მინის ჭურჭლით სითხის გადატანისას დიდ სიფრთხილეს იჩენენ, რადგან მცირე შეჯახებამაც კი შეიძლება გამოიწვიოს ჭურჭლის გასკდომა. ჭურჭლის იმ ადგილზე, სადაც მოხდა შეჯახება, წნევა მკვეთრად იზრდება, ეს წნევა სითხის მიერ გადაეცემა ყველა მიმართულებით და ჭურჭელი სკდება.

სითხეში წნევა ერთსა და იმავე დონეზე ყველა მიმართულებით ერთნაირია. ცდები

გვიჩვენებს, რომ სითხის წნევა დამოკიდებულია სითხის სვეტის სიმაღლეზე და სითხის სიმკვრივეზე: $P = \rho gh$

სადაც ρ - სითხის სიმკვრივეა და მისი ერთეულია კგ/მ³, $g=9,8\text{მ/წმ}^2$, h - სითხის სვეტის სიმაღლე - ერთეული მეტრი, ხოლო წნევის ერთეული იქნება პასკალი.

გაზი, მყარი სხეულისა და სითხისგან განსხვავებით მთლიანად ავსებს ჭურჭელს. გაზს არ შეუძლია დაიკავოს ბოთლის მოცულობის ნახევარი. იგი მთლიანად ავსებს მას და ქმნის წნევას ჭურჭლის ფსკერზე, კედლებსა და სახურავზე. გაზის წნევა განპირობებულია მოლეკულების შეჯახებით ჭურჭლის შიგა ზედაპირთან. რაც მეტი რაოდენობის გაზი იქნება ჭურჭელში, მით მეტი იქნება მის შიგა ზედაპირზე მოლეკულების მოქმედება, ე.ი. მეტი იქნება წნევა ჭურჭელში.

ბურთი გაბერვისას სფეროს ფორმას ღებულობს, რაც იმის დამამტკიცებელია, რომ გაზი ყველა მიმართულებით ერთნაირად აწვება მის შიგა ზედაპირს.

თუ გაზის მოცულობის შემცირება მოხდა უცვლელი მასისა და ტემპერატურის პირობებში, ეს გამოიწვევს მოცულობის ერთეულში მოლეკულების რიცხვის გაზრდას, ე.ი. გაზის სიმკვრივე გაიზრდება, რის გამოც გაიზრდება ჭურჭლის ყველა ნაწილში მოლეკულათა დაჯახების რიცხვი. მაშასადამე გაიზრდება გაზის წნევა.

მაგრამ თუ გაზრდით მოცულობას უცვლელი მასისა და ტემპერატურის დროს, მაშინ მოცულობის ერთეულში მოლეკულათა რიცხვი შემცირდება, რის გამოც შემცირდება ჭურჭლის მთელ ზედაპირზე დაჯახებათა რიცხვიც. ე.ი. შემცირდება წნევა.

მაშასადამე, უცვლელი მასისა და ტემპერატურის დროს გაზის მოცულობის შემცირებისას წნევა იზრდება, მოცულობის გაზრდისას კი წნევა მცირდება.

თუ გაზის მასა და მოცულობა უცვლელი დარჩება და შეიცვლება ტემპერატურა, მაშინ ტემპერატურის გაზრდით მოლეკულების ქაოსური მოძრაობის სიჩქარე მატულობს, რის შედეგადაც ჭურჭლის შიდა ზედაპირზე დაჯახებათა რიცხვი გაიზრდება, ე.ი. გაიზრდება გაზის წნევა.

ამავე პირობებში გაზის ტემპერატურის შემცირება გამოიწვევს მისი მოლეკულების მოძრაობის სიჩქარის შემცირებას, რის შედეგადაც მოლეკულათა დაჯახების რიცხვი ჭურჭლის მთელ შიდა ზედაპირზე შემცირდება, მაშასადამე, შემცირდება გაზის წნევა.

ამრიგად, უცვლელი მასისა და მოცულობის შემთხვევაში გაზის წნევა მით მეტია, რაც უფრო მაღალია ტემპერატურა.

როგორც ვხედავთ გაზი წნევას აწარმოებს იმ ჭურჭლის კედლებზე, რომლის შიგნითაც ის იმყოფება. წნევა ჭურჭლის კედლებზე აიხსნება მათზე მოლეკულების დაჯახებით.

დახშულ ჭურჭელში მოთავსებული გაზის წნევის გასაზომი ხელსაწყოა მანომეტრი. მანომეტრი ბერძნული სიტყვაა („მანოს“ - არამკვრივი, „მეტრეო“ - ვზომავ).

მანომეტრი არსებობს სითხიანი და ლითონის. სითხიანი მანომეტრი გამოიყენება მცირე წნევის გასაზომად, ლითონის კი მაღალი წნევის გასაზომად.

მრავალი ცდისა და დაკვირვების შედეგად ფრანგმა მეცნიერმა ბლეზ პასკალმა დაადგინა კანონი: **სითხეზე ან აირზე წარმოებული წნევა უცვლელად გადაეცემა ყველა მიმართულებით.**

ეს კანონი ცნობილია პასკალის კანონის სახელწოდებით.

აირის თვისება უცვლელად გადასცეს მასზე წარმოებული წნევა, გამოიყენება სხვადასხვა პნევმატური მანქანებისა და ინსტრუმენტების მოწყობილობაში.

„პნევმატიკოს“ ბერძნული სიტყვაა და ნიშნავს **საჰაეროს**. ისინი მოქმედებენ შეკუმშული ჰაერის წნევის ძალის გამოყენებით. მაგ., შეკუმშული ჰაერის გამოყენებით იღება მეტროს მატარებლის ვაგონის კარები.

იმისათვის, რომ მიიღონ მცირე ან დიდი წნევა, რომელსაც აწარმოებს მყარი სხეული, ზრდიან ან ამცირებენ საყრდენ ფართობს. მაგალითად, ტრაქტორის, ტანკის, ჭაობმავალი მძიმე მანქანების მუხლუხების ფართობი დიდია, რის გამოც მათი წნევა ნიადაგზე მცირეა შეუძლიათ გავლა ჭაობში. იმისთვის, რომ წნევა გაზარდონ, ამცირებენ საყრდენ ფართობს. მაგალითად, ჭიკარტის ხეში ჩარჭობა აღვილია იმიტომ, რომ მისი წვერის ფართობი ძალიან მცირეა და მცირე ძალის მოქმედებით საკმაოდ დიდი წნევა მიიღება.

ე.ი. საჭიროების შესაბამისად შეიძლება წნევის შემცირებაც და გადიდებაც, რასაც დიდი მნიშვნელობა აქვს ადამიანის პრაქტიკულ საქმიანობაში.

ტექსტზე მუშაობა

1. ამოიწერეთ ტექსტიდან ახალი სიტყვები და ტერმინები. მოიძიეთ ლექსიკონში და განმარტეთ:

2. შეადგინეთ წინადადებები ამ ტერმინების გამოყენებით:

3. უპასუხეთ კითხვებს:

1. რით არის გამონვეული გაზის წნევა ჭურჭელში?

2. რაზეა დამოკიდებული გაზის წნევა უცვლელი მასისა და ტემპერატურის პირობებში?

3. რაზეა დამოკიდებული გაზის წნევა უცვლელი მასისა და მოცულობის დროს?

4. რეზინის ბურთი ჰაერით გაბერვისას რატომ ღებულობს სფეროს ფორმას?

5. რაში მდგომარეობს პასკალის კანონი?

4. შემოხაზეთ სწორი ვარიანტი:

4.1. წნევა განისაზღვრება ფორმულით:

ა) $P = m/v$

ბ) $N = A/t$

გ) $P = mg$

დ) $P = F/S$

4.2. მითითებული ერთეულებიდან წნევა იზომება:

ა) $N \cdot m$

ბ) N/m^2

გ) Pa/m^2

დ) N/m

4.3. ბალონიდან აირის ნახევრის მოხმარებისას ბალონში აირის მოცულობა

ა) არ იცვლება

ბ) ორჯერ მცირდება

გ) ორჯერ იზრდება

დ) ოთხჯერ მცირდება

4.4. მჭიდროდ თავდახურულ ჭურჭელში აირის გათბობისას აირის

ა) მოცულობა იზრდება

- ბ) წნევა იზრდება
- გ) წნევა მცირდება
- დ) მასა იზრდება

4.5. სითხის წნევა ჭურჭლის ფსკერზე განისაზღვრება ფორმულით

- ა) $P = \rho g h$
- ბ) $F = \rho g v$
- გ) $A = N t$
- დ) $A = F S$

5. მრავალწერტილების ნაცვლად ჩასვით გამოტოვებული სიტყვები:

სხვადასხვა, მთლიანად, მეტია, ერთნაირია, მიმართულებით, მოცულობის, წნევა

სითხეზე ან აირზე წარმოებული უცვლელად გადაეცემა ყველა მიმართულებით. უცვლელი მასისა და შემთხვევაში გაზის წნევა მით, რაც უფრო მაღალია ტემპერატურა. გაზი, მყარი სხეულისა და სითხისგან განსხვავებით ავსებს ჭურჭელს. სითხეში წნევა ერთსა და იმავე დონეზე ყველა მიმართულებით მყარი სხეულის თვისებაა ,მასზე წარმოებული წნევა გადასცეს ძალის მოქმედების ერთი და იგივე ძალის მართობული მოქმედება სხვადასხვა ფართობზე შედეგს იძლევა.

6. წარმოდგენილია სიტყვათა არეული რიგი. გამართე წინადადება:

ვაკონის, იღება, შეკუმშული, კარები, ჰაერის, მატარებლის, გამოყენებით

საყრდენ, რომ, გაზარდონ, ფართობს, იმისათვის, ამცირებენ, წნევა

წნევა, დონეზე, მიმართულებით, ერთსა, ყველა, და, ერთნაირია, იმავე, სითხეში

ფიზიკური, მის, ერთეულად, წნევა, უასკალი, და, სიდიდეა, მიღებულია

7. შეადგინეთ გეგმა მასწავლებლის დახმარებით:

თემა 22

მექანიკური რხევა

მრავალი სახის მექანიკურ მოძრაობათა შორის ბუნებასა და ტექნიკაში გვხვდება რხევითი მოძრაობა.

მოძრაობას, რომლის დროსაც სხეული ხან ერთ მხარეს, ხან მეორე მხარეს გადაიხრება, **რხევითი მოძრაობა** ეწოდება.

რხევითი მოძრაობისას სხეული რიგრიგობით გადაიხრება წონასწორობის მდებარეობიდან ხან ერთ, ხან მეორე მხარეს. ირხევა ხის ტოტები და ფოთლები ქარიან ამინდში, წყალი ტბებსა და ზღვებში. რხევით მოძრაობას ასრულებს საკერავი მანქანის ნემსი, საათის ქანქარა და სხვ. სხეული ასრულებს რხევით მოძრაობას, თუ იგი წრფეზე ან რკალზე მოძრაობს საწყისი მდებარეობის ორივე მხარეს.

წონასწორობიდან გამოყვანის შემდეგ რხევით მოძრაობას ასრულებს ძაფზე ან ზამბარაზე დაკიდებული ბურთულა (ასეთ სისტემებს **ქანქარები** ეწოდებათ), გიტარის სიმი და სხვ.

ამ მოძრაობებს შორის მრავალი განსხვავებაა. მაგალითად, ძაფზე დაკიდებული ბურთულას მოძრაობა მრუდწირულია, ზამბარაზე დაკიდებული ბურთულას მოძრაობა - წრფივი, სიმის შუა წერტილები უფრო ძლიერ ირხევიან, ვიდრე კიდურა წერტილები.

როგორც აღვნიშნეთ, სხეული, რომელიც რხევას ასრულებს, წონასწორობის მდებარეობის მიმართ ხან ერთ, ხან მეორე მხარეს გადაიხრება და ეს მოძრაობა ზუსტად ან მიახლოებით მეორდება დროის განსაზღვრული ინტერვალის შემდეგ.

მიუხედავად განსხვავებისა, ნებისმიერი რხევითი მოძრაობა პერიოდულია.

მოძრაობა, რომელიც დროის ტოლი შუალედების შემდეგ მეორდება, პერიოდულია.

რხევითი მოძრაობის დამახასიათებელი სიდიდეებია: ამპლიტუდა, პერიოდი და სიხშირე.

წონასწორობის მდებარეობიდან მერხევი სხეულის უდიდეს (მაქსიმალურ) გადახრას რხევის **ამპლიტუდა** ჰქვია და აღინიშნება A ასოთი.

დროს, რომლის განმავლობაშიც მერხევი სხეული ერთ სრულ რხევას ასრულებს რხევის პერიოდი ან მოკლედ **პერიოდი** ეწოდება. სხვაგვარად, დროს, რომელსაც მერხევი სხეული ოთხი ამპლიტუდის ტოლი მანძილის გავლას ანდომებს პერიოდი ჰქვია. პერიოდი აღინიშნება T ასოთი. რხევის პერიოდი იზომება დროის ერთეულებით - SI სისტემაში მისი ერთეულია 1წმ.

ზოგჯერ რხევითი მოძრაობის დასახასიათებლად გამოიყენება რხევის სრული პერიოდის ნახევარი. მას მარტივი პერიოდი ჰქვია და $T_1 = T/2$

ერთ წამში შესრულებულ რხევათა რიცხვს **რხევის სიხშირე** ჰქვია. სიხშირე აღინიშნება ν (ნიუ) ასოთი.

სიხშირის ერთეულად SI სისტემაში მიღებული არის ჰერცი (გერმანელი მეცნიერის ჰენრიხ ჰერცის პატივსაცემად) 1ჰერცი=1ჰც

1ჰც არის ისეთი რხევის სიხშირე, რომლის დროსაც 1წმ-ში ერთი სრული რხევა სრულდება:

$$1\text{ჰც}=1/6\text{მ.}$$

მაგალითად, თუ სიხშირე 20ჰც-ია, ეს ნიშნავს, რომ 16მ-ში სრულდება 20 რხევა.

რხევის პერიოდისა და სიხშირის გამოსათვლელად უნდა ვიცოდეთ t დრო, რომლის განმავლობაშიც n რხევა შესრულდა, მაშინ რხევის პერიოდი და სიხშირე გამოითლება ფორმულებით:

$$T = t/n ; \quad \nu = n/t$$

რხევით მოძრაობას ასრულებს ზამბარაზე დაკიდებული სხეული, ასევე დაკიდებული სხეული. ეს არის მარტივი მოწყობილობა - ქანქარა.

გარემოს წინააღმდეგობის გამო ქანქარას რხევითი ამპლიტუდა თანდათან მცირდება და გარკვეული დროის შემდეგ რხევა წყდება. ასეთ რხევებს **მიღვეალი** რხევები ეწოდება.

არამიღვეალია რხევები, რომელიც ნებისმიერად დიდხანს შეიძლება გაგრძელდეს.

მექანიკურ რხევას, რომელიც წარმოებს წონასწორობის მდებარეობიდან გადახრის პროპორციული და მის საპირისპიროდ მიმართული ძალის მოქმედებით **ჰარმონიული** რხევა ეწოდება.

ჰარმონიული რხევისას სხეულის კინეტიკური ენერგია გარდაიქმნება პოტენციურ ენერგიად და პირიქით, ისე, რომ მათი ჯამი მუდმივია. სრულდება მექანიკური ენერგიის მუდმივობის კანონი.

რხევას, რომელიც ხორციელდება ერთხელ მინოდებული ენერგიის ხარჯზე, **თავისუფალი** რხევა ჰქვია, მის სიხშირეს კი **თავისუფალი რხევის სიხშირე**. თავისუფალ რხევას, რომელიც წინააღმდეგობის გარეშე მიმდინარეობს, საკუთარი რხევა ჰქვია, ამ რხევის სიხშირეს კი - საკუთარი რხევის სიხშირე.

თავისუფალი რხევა ყოველთვის მიღვეალია და დამოკიდებულია ქანქარას თვისებებზე. ფაქტია, რომ რაც უფრო დიდ წინააღმდეგობას ხვდება მერხევი სხეული, მით უფრო სწრაფად მცირდება რხევის ამპლიტუდა და სწრაფად მიიღვეა რხევა. მაგალითად, ჰაერში ქანქარას უფრო დიდხანს შეუძლია რხევა, ვიდრე წყალში.

სხეულს შეუძლია შეასრულოს არა მარტო თავისუფალი რხევა, არამედ რხევა გარე ძალების პერიოდული მოქმედებითაც. მაგალითად, თუ ქანქარას პერიოდულად ვუბიძგებთ ხელით, იგი ირხევა, მაგრამ ამ შემთხვევაში რხევის სიხშირე დამოკიდებულია არა ქანქარას თვისებებზე, არამედ ბიძგის სიხშირეზე.

რხევას, რომელიც გამოწვეულია გარე ძალების პერიოდული მოქმედებით, **იძულებითი** რხევა ჰქვია. იძულებითი რხევის სიხშირე დამოკიდებულია გარე ძალის მოქმედების (ბიძგების) სიხშირეზე.

იძულებითი რხევები მიუღვეალია, ვინაიდან პერიოდულად მოქმედი ძალები ავსებს წინააღმდეგობის გადასალახავად დახარჯულ ენერგიას.

თუ გარე ძალის სიხშირე ემთხვევა თავისუფალი რხევის სიხშირეს, რხევის ამპლიტუდა მკვეთრად იზრდება, რასაც რეზონანსის მოვლენა ჰქვია.

იძულებითი რხევის ამპლიტუდის მკვეთრად ზრდის მოვლენას, როდესაც გარე ძალის სიხშირე უახლოვდება სხეულის რხევის საკუთარ სიხშირეს **რეზონანსი** ჰქვია.

იმისათვის, რომ ვაქანაოთ საქანელა, მას განუწყვეტლივ უნდა ვუბიძგოთ იმ მიმართულებით, საითაც ის მოძრაობს. ამ შემთხვევაში თუნდაც სუსტი ძალის მოქმედებით

საქანელა შეიძლება ძლიერ გავაქანოთ, ამისათვის საჭიროა ბიძგების სიხშირე ემთხვეოდეს საქანელას საკუთარი რხევის რხევის სიხშირეს, ხოლო ბიძგების მიმართულება - საქანელას მოძრაობის მიმართულებას. ამ შემთხვევაში გარე ძალა ასრულებს დადებით მუშაობას, რაც იწვევს საქანელას ენერჯის გაზრდას. იგივე ხდება რეზონანსის დროს, როდესაც გარე ძალის სიხშირე უტოლდება მერხევი სისტემის საკუთარი რხევების სიხშირეს, სისტემას გადაეცემა მაქსიმალური ენერჯია, ამიტომ ამპლიტუდა მკვეთრად იზრდება.

მექანიკური რეზონანსი უმეტეს შემთხვევაში არასასურველია და საჭიროა მისი გათვალისწინება. ცნობილია, რომ რეზონანსის გამო ჩაინგრა ხიდი, რომელზეც ჯარისკაცების რაზმი მწყობრი ნაბიჯებით მიდიოდა. რეზონანსის გამო თვითმფრინავი ჰაერში დამსხვრეულა და სხვ. მაგრამ რეზონანსის მოვლენას დიდი გამოყენებაც აქვს რკინიგზის ლიანდაგების დაგებისას, გრუნტისა და ბეტონის გამკვრივებისას, რადიოტექნიკაში და სხვ.

ტექსტზე მუშაობა

1. ამოიწერეთ ტექსტიდან ახალი სიტყვები და ტერმინები. მოიძიეთ ლექსიკონში და განმარტეთ:

2. შეადგინეთ წინადადებები ამ ტერმინების გამოყენებით:

3. უპასუხეთ კითხვებს:

3.1. რა შემთხვევაში ვამბობთ, რომ სხეული ირხევა?

3.2. რა არის რხევა?

3.3. რა სიდიდეებით ხასიათდება რხევითი მოძრაობა?

3.4. რა არის რხევის ამპლიტუდა?

3.5. რა არის რხევის პერიოდი?

3.6. რა არის რხევის სიხშირე?

4. შემოხაზეთ სწორი პასუხი:

4.1. ქვემოთ ჩამოთვლილთაგან რომელი მოძრაობაა პერიოდული?

- ა) თავისუფალი ვარდნა
- ბ) თნაბარი მოძრაობა წრეწირზე
- გ) მოძრაობა დახრილ სიბრტყეზე

4.2. რხევის ამპლიტუდა არის

- ა) დრო, რომლის განმავლობაშიც სხეული ერთ სრულ რხევას ასრულებს
- ბ) დროის ერთეულში შესრულებული რხევათა რიცხვი
- გ) მერხევი სხეულის წონასწორობიდან მდებარეობიდან უდიდესი გადახრა

4.3. რხევის სიხშირე არის

- ა) დრო, რომლის განმავლობაშიც სხეული ერთ სრულ რხევას ასრულებს
- ბ) დროის ერთეულში შესრულებული რხევათა რიცხვი
- გ) მერხევი სხეულის წონასწორობიდან მდებარეობიდან უდიდესი გადახრა

4.4. რხევის პერიოდი არის

- ა) დრო, რომლის განმავლობაშიც სხეული ერთ სრულ რხევას ასრულებს
- ბ) დროის ერთეულში შესრულებული რხევათა რიცხვი
- გ) მერხევი სხეულის წონასწორობიდან მდებარეობიდან უდიდესი გადახრა

4.5. ჰარმონიულად მერხევი ქამქარას მიუღწევადი რხევისას არ იცვლება:

- ა) წონასწორობის მდებარეობიდან გადახრა

- ბ) ამპლიტუდა
- გ) აჩქარება
- დ) სიჩქარე

5. აღადგინეთ წინადადება ქვემოთ მოცემული სიტყვების საშუალებით:

ენერჯის, იძულებითი, მოძრაობას, რხევითი, ერთხელ

....., რომლის დროსაც სხეული ხან ერთ მხარეს, ხან მეორე მხარეს გადაიხრება, მოძრაობა ეწოდება. რხევას, რომელიც გამონწვეულია გარე ძალების პერიოდული მოქმედებით, რხევა ჰქვია. რხევას, რომელიც ხორციელდება მიწოდებული ხარჯზე, თავისუფალი რხევა ჰქვია.

6. იპოვეთ შესაბამისობა:

რეზონანსი	რხევა, რომელიც ნებისმიერად დიდხანს შეიძლება გაგრძელდეს
ამპლიტუდა	დრო, რომლის განმავლობაშიც სხეული ერთ სრულ რხევას ასრულებს
რხევის პერიოდი	წონასწორობის მდებარეობიდან უდიდესი გადახრის სიდიდე
არამილევადი რხევა	პერიოდულად მოქმედი გარე ძალი სიხშირისა და საკუთარი სიხშირის თანხვედრა

7. შეადგინეთ წინადადებები წარმოდგენილი სიტყვების გამოყენებით:

ა) რომელიც, შემდეგ, მოძრაობა, პერიოდულია, დროის, მეორდება, ტოლი, შუალედების

ბ) გარე, იძულებითი, სიხშირე, მოქმედების, დამოკიდებულია, რხევის, ძალის, სიხშირეზე

8. შეადგინეთ გეგმა მასწავლებლის დახმარებით:

თემა 23

მექანიკური ტალღები

ყოველ სხეულში ნაწილაკები დაკავშირებულია ერთმანეთთან, ამიტომ ერთი ნაწილაკის რხევა თანდათან გადაეცემა დანარჩენ ნაწილაკებს. ე.ი. რხევა გავრცელდება გარემოში.

სივრცეში, დროის განმავლობაში გავრცელებულ რხევას, **ტალღა** ჰქვია.

წყლიან აბაზანაშიწყლის ზედაპირზე მოვათავსოთ მსუბუქი საგანი, მაგალითად, ასანთის კოლოფი. აბაზანაში ჩავაგდოთ კენჭი და დავაკვირდეთ.

ტალღის გავრცელებისას წყალი კი არ მიედინება, არამედ ხდება მისი ზედაპირის ფორმის გადაადგილება. კენჭის ჩავარდნის ადგილას წყალი ზევით-ქვევით მოძრაობას, ანუ რხევას იწყებს. რხევა წყლის ზედაპირზე ტალღის სახით ვრცელდება. ასანთის კოლოფთან მიახლოებისას ტალღა კოლოფს ზევით-ქვევით არხევს, მაგრამ არ გადაადგილებს.

ნებისმიერ გარემოში ტალღას ენერგია გადააქვს ნივთიერების გადატანის გარეშე. ეს ტალღის ძირითადი თვისებაა.

მექანიკური ტალღა მხოლოდ ნივთიერებაში ვრცელდება.

განვიხილოთ ტალღის წარმოქმნის უმარტივესი შემთხვევა. გრძელი ზონარი მოვათავსოთ მაგიდაზე და მისი ერთი ბოლო მოვიყვანოთ რხევით მოძრაობაში, ანუ სწრაფად ვამოძრაოთ ზევით, შემდეგ - ქვევით. ვნახავთ, რომ რხევითი მოძრაობა გავრცელდება ზონრის გასწვრივ. ზონრის ბოლოს ამოძრავება იწვევს მის დეფორმაციას, ამის გამო ზონარის ბოლოში აღიძვრება დრეკადობის ძალა, რომელიც იწვევს ზონრის ამ ბოლოსთან არსებული უახლოესი ნაწილაკების დეფორმაციას. ამ ნაწილაკებში აღძრული დრეკადობის ძალა იწვევს მომდევნო ნაწილაკების დეფორმაციას და ა.შ.

ამგვარად, მექანიკური რხევები აღიძვრება და ვრცელდება დრეკადობის ძალის მოქმედებით, ამიტომ გარემოს, რომელშიც მექანიკური რხევა ვრცელდება, დრეკად გარემოს უწოდებენ, მექანიკურ ტალღას კი დრეკად ტალღას.

დრეკადობის ძალის მოქმედებისას ზონარის ნაწილები, ინერციის გამო, უცხად არ იწყებენ რხევას. როდესაც ზონარის ბოლო წერტილი მოძრაობას იწყებს ქვევით, მისი მეზობელი წერტილი ინერციით განაგრძობს ზევით მოძრაობას და მხოლოდ გარკვეული დროის შუალედის შემდეგ მიაღწევს ზედა წერტილს. ამის შემდეგ იწყებს ქვევით მოძრაობას. ზონრის უბანი მით გვიან იწყებს მოძრაობას, რაც უფრო შორსაა მისი ბოლოდან.

T პერიოდის ტოლი დროის შუალედის შემდეგ ზონრის ბოლო წერტილი შეასრულებს ერთ სრულ რხევას. ამ დროისათვის ამ ბოლოს უახლოესი წერტილი ვერ ასწრებს ერთ რხევას, რადგან გვიან იწყებს მოძრაობას. კიდევ უფრო გვიან დაასრულებს ერთ რხევას მომდევნო წერტილი და ა.შ. ზონრის გასწვრივ გავრცელდება ამ წერტილთა რხევითი მოძრაობები.

მანძილს, რომელზეც ვრცელდება რხევა ერთი პერიოდის განმავლობაში, **ტალღის სიგრძე** ეწოდება. იგი აღინიშნება λ (ლამბდა) ასოთი. თუ ტალღის გავრცელების სიჩქარეს ავლნიშნავთ

v -თი, მაშინ ტალღის სიგრძეა:

$$\lambda = v \cdot T,$$

ან $\lambda = v / \nu$

გარემოში ტალღის გავრცელების სიჩქარე სიდიდით ტალღის სიგრძისა და რხევის სიხშირის ნამრავლის ტოლია.

$$v = \lambda \cdot \nu \quad \text{ან} \quad v = \lambda / T$$

ტალღური მოძრაობისას არ ხდება ნაწილაკების გადატანა. ტალღას არ გადააქვს იმ გარემოს ნივთიერება, რომელშიც ვრცელდება. ტალღას ენერგია გადააქვს გარემოს ერთ-ერთი მერხევი წერტილიდან მეორეში. რხევაში მოყვანილი ნაწილაკების საწყისი ენერგია ნაწილდება გარემოს ნაწილაკებს შორის და განუწყვეტლივ იკლებს, ტალღური პროცესი იღვება და საბოლოოდ წყდება.

ბუნებაში არსებულ ტალღებს კოლოსალური ენერგია გადააქვს. მაგალითად, ზღვაში გემის ჩაძირვის მიზეზი ხშირად დიდი სიმძლავრის ტალღებია.

ბუნებაში ისეთი ტალღებიც წარმოიშობა, რომელთაც მხოლოდ უბედურება მოაქვთ: ასეთია ე.წ. სეისმური ტალღები, რომლებიც მიწისძვრას იწვევენ. ამ მოვლენის თავიდან აცილება შეუძლებელია. სპეციალური ხელსაწყოს, სეისმოგრაფის საშუალებით შესაძლებელია მიწისძვრის წინამორბედი სუსტი ტალღების რეგისტრაცია.

თქვენ უკვე იცით, როგორ ვრცელდება ტალღა ზონრის გასწვრივ - მისი თავისუფალი ბოლოს წერტილები ირხევა ვერტიკალურად, თვით რხევები კი ვრცელდება ჰორიზონტალურად.

ნებისმიერ დრეკად ტალღაში ერთდროულად არსებობს ორი სახის მოძრაობა: გარემოს ნაწილაკთა რხევა და ამ რხევის გავრცელება.

მექანიკაში განიხილავენ ორი სახის ტალღებს: **განივს** და **გრძივს**.

ტალღას, რომელშიც ნივთიერების ნაწილაკები ირხევა ტალღის გავრცელების მართობულად განივი ტალღა ეწოდება.

ტალღას, რომელშიც ნივთიერების ნაწილაკები ირხევა ტალღის გავრცელების მიმართულებით გრძივი ტალღა ეწოდება.

სითხეებსა და აირებში ვრცელდება მხოლოდ გრძივი ტალღები. მყარ სხეულში აღიძვრება როგორც გრძივი, ისე განივი ტალღები.

ტალღას გავრცელების გზაზე შეიძლება შეხვდეს მყარი დაბრკოლებები. მაგალითად, ტალღის კედელთან შეხვედრა ან სხვა. ამ დაბრკოლებების გადალახვისას ტალღა ავლენს სხვადასხვა თვისებებს: არეკვლა, დიფრაქცია და ინტერფერენცია.

თუ დაბრკოლება, რომელსაც ტალღა ხვდება გავრცელებისას დიდი ზომისაა, მაშინ ტალღა აირეკლება.

მაგრამ თუ დაბრკოლება ტალღის სიგრძესთან შედარებით მცირე ზომისაა, ტალღა შემოევლება მას. მაგალითად, ზღვის ტალღა ქვას შემოევლება და შემდეგ ისე ვრცელდება, თითქოს ქვა არც ყოფილა.

ტალღის წრფივი გავრცელებიდან გადახვევას, მის მიერ დაბრკოლების შემოვლას **დიფრაქცია** (ლათინურად დატეხილი) ჰქვია.

ხშირად გარემოში ერთდროულად რამდენიმე ტალღა ვრცელდება.

როდესაც ორი ან მეტი ტალღა ერთმანეთს ხვდება, ისინი ზემოქმედებენ ერთმანეთზე. ამ ზემოქმედებას **ინტერფერენცია** ჰქვია.

ინტერფერენცია - ეს არის ტალღების ზედდება.

თუ ტალღები ხვდება ბურცობებით, ამ ადგილას ტალღა ძლიერდება. ხოლო თუ ერთი ტალღის ბურცობი ხვდება მეორე ტალღის ღრმულს, მაშინ ტალღა ქრება.

იმ წერტილებში, სადაც ტალღები ერთმანეთს აქრობს, ენერგია არ მიდის. ენერგია იმ წერტილებში კონცენტრირდება, სადაც ტალღები ერთმანეთს აძლიერებს.

გარემოში ტალღურ მოძრაობათა შორის ადამიანისათვის მნიშვნელოვანია ბგერითი ტალღები.

ტექსტზე მუშაობა

1. ამოიწერეთ ტექსტიდან ახალი სიტყვები და ტერმინები. მოიძიეთ ლექსიკონში და განმარტეთ:

_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____

2. შეადგინეთ წინადადებები ამ ტერმინების გამოყენებით:

3. უპასუხე კითხვებს:

რას ჰქვია ტალღა?

როგორ ტალღებს ჰქვია განივი ტალღები?

როგორ ტალღებს ჰქვია გრძივი ტალღები?

სად ვრცელდება გრძივი ტალღა? განივი ტალღა?

რა არის ტალღის სიგრძე?

4. იპოვეთ შესაბამისობა:

რხევა	ფიზიკური სიდიდე
ამპლიტუდა	ფიზიკური სხეული
რეზონანსი	ტალღის თვისება
ტალღის სიგრძე	ფიზიკური მოვლენა

5. გაიაზრეთ:

ვთქვათ ბურთი ჩაგივარდა გუბეში. როგორ მოახერხებ მის გამოტანას წყალში ჩაუსვლელად?

ა) ჯოხს ესვრი

ბ) წყლის ზედაპირზე ჯოხის დარტყმით წარმოქმნი ტალღას, რომელიც ბურთს ნაპირზე გამოიტანს

6. შემოხაზეთ სწორი ვარიანტი:

3.1. ტალღას გადააქვს:

ა) ენერგია

ბ) ძალა

გ) ნივთიერება

დ) არც ერთი პასუხი არ არის სწორი

3.2. ტალღის სიგრძე, სიხშირე და სიჩქარე დაკავშირებულია ფორმულით

ა) $v = \lambda \cdot \nu$

ბ) $\nu = v \cdot \lambda$

გ) $\lambda = v \cdot t$

დ) $\lambda = v / \nu$

3.3. რხევის პერიოდში ტალღა გადის მანძილს, რომელიც ტოლია ტალღის:

- ა) სიგრძის მეოთხედის
- ბ) სიგრძის მესამედის
- გ) სიგრძის ნახევრის
- დ) სიგრძის

3.4. თუ ტალღის სიხშირე არ იცვლება, მაშინ ტალღის გავრცელების სიჩქარე

- ა) ყველა გარემოში ერთნაირია
- ბ) იმ გარემოშია მეტი, სადაც ტალღის სიგძე მეტია
- გ) იმ გარემოშია მეტი სადაც ტალღის სიგრძეა ნაკლები
- დ) ტალღის სიგრძეზე დამოკიდებული არ არის

7. მრავალწერტილების ნაცვლად ჩასვით გამოტოვებული სიტყვები:

მექანიკური, გადახვევას, მართობულად, ნაწილაკები, დრეკად, შემოვლას, ენერგია, ნივთიერების, გავრცელებულ, ტალღა

სივრცეში, დროის განმავლობაში რხევას, ჰქვია. ნებისმიერ გარემოში ტალღას გადააქვს გადატანის გარეშე. ტალღას, რომელშიც ნივთიერების ირხევა ტალღის გავცელების განივი ტალღა ეწოდება. ტალღის წრფივი გავრცელებიდან , მის მიერ დაბრკოლების დიფრაქცია ჰქვია. გარემოს, რომელშიც რხევა ვრცელდება, გარემოს უწოდებენ.

8. შეადგინეთ გეგმა მასწავლებლის დახმარებით:

9. გადმოეცით ტექსტი თხრობით (თქვენი სიტყვებით, შედგენილი გეგმის მიხედვით).

10. დაწერეთ ტექსტის შინაარსი:

11. შეავსეთ ცხრილი:

რა ვიცოდი	რა ვიცი	რა მინდა ვიყო

თემა 24

ბგერითი ტალღები. ბგერის სიჩქარე. ექო

ინფორმაციის მიღებისას მნიშვნელოვანი როლი აქვს სმენას და მხედველობას.

ჩვენ ვცხოვრობთ ბგერათა სამყაროში. გვესმის ადამიანების ხმა, ფრინველთა გალობა, ფოთოლთა შრიალი, ჭექა-ქუხილის ხმა და ა.შ. ყველა შემთხვევაში ბგერის წყარო მერხევი სხეულია. ბგერას გამოსცემს მერხევი სიმი, წყალსადენში მიმდინარე წყალი და სხვ.

მჟღერი სხეულის რხევა ჰაერს გადაეცემა და მასში ტალღურად ვრცელდება. ჰაერის მოლეკულები ხმოვანი სხეულიდან ყურისაკენ კი არ გადაადგილდება, არამედ მხოლოდ უბიძგებს მეზობელ მოლეკულებს - ხდება რხევითი მოძრაობის გავრცელება.

დრეკად ტალღებს, რომლებიც ადამიანში იწვევს სმენით შეგრძნებებს, **ბგერითი ტალღები** ან უბრალოდ ბგერები ეწოდება.

ბგერითი ენერგია ენერგიის ერთ-ერთი ფორმაა, რომელიც ნაწილაკების რხევისაგან წარმოქმნილ ტალღებს გადააქვს და ადამიანის სმენით შეგრძნებებს იწვევს.

ჩვენ ბგერითი ტალღების საშუალებით ვმეტყველებთ და გვაქვს ურთიერთობა ერთმანეთთან.

ბგერა მხოლოდ ნივთიერებაში ვრცელდება.

ადამიანის ყური აღიქვამს 16-20000 ჰც-მდე სიხშირის ბგერებს.

16 ჰც-ზე ნაკლები სიხშირის ბგერებს **ინფრაბგერები** ეწოდება, 20000-ზე მეტი სიხშირის ბგერებს - **ულტრაბგერები**.

ფიზიკის ნაწილს, რომელიც შეისწავლის ბგერით მოვლენებს, **აკუსტიკა** ეწოდება.

ბგერის წყარო შეიძლება იყოს ბუნებრივი და ხელოვნური.

ბგერითი მოვლენების შესასწავლად იყენებენ ბგერის ხელოვნურ წყაროს - **კამერტონს**.

ბგერის წყარო შეიძლება იყოს არა მარტო მერხევი სხეული, არამედ ზოგიერთი მოვლენა, რომელიც იწვევს ირგვლივ გარემოში წნევების რხევას. მაგალითად, გაელვების დროს ჰაერში აღიძვრება დარტყმითი ტალღა, რომელიც თანდათან ხდება ბგერითი სიხშირის და გვესმის ჭექა-ქუხილი.

ბგერითი ტალღა გრძივია. ბგერის გავრცელებისთვის აუცილებელია დრეკადი გარემო. ბგერათა ტალღები ვრცელდება მყარ სხეულებში, სითხეებშიც და აირებშიც, მაგრამ არ ვრცელდება ვაკუუმში, სადაც არ არსებობს ნაწილაკები, რომელთა რხევაც ტალღას წარმოქმნიდა. ჰაერი რომ არ ყოფილიყო, ვერაფერს გავიგონებდით.

ბგერა ყოველ გარემოში გარკვეული სიჩქარით ვრცელდება. ელვა-ჭექის დროს ჯერ ვხედავთ ელვას და განსაზღვრული დროის შემდეგ გვესმის ქუხილი, თუმცა ჰაერის რხევა, რომელსაც შევიგრძნობთ როგორც ბგერას, წარმოიშობა ელვასთან ერთად. რაც უფრო შორს იქნება ჩვენგან ელვა-ჭექის წყარო, მით უფრო მეტი იქნება ელვასა და ქუხილს შორის დროის შუალედი. თუ ცნობილი იქნება ბგერის წყაროდან დამკვირვებლამდე მანძილი და ბგერის

გავრცელების დრო, მაშინ ბგერის გავრცელების სიჩქარე $v=s/t$.

ბგერის გავრცელების სიჩქარე დამოკიდებულია იმ გარემოს თვისებებზე, რომელშიც ბგერა ვრცელდება. ბგერის ჰაერში გავრცელების სიჩქარე 340 მ/წმ -ია.

ყველაზე ხშირად ბგერა ჩვენს ყურამდე ჰაერის საშუალებით აღწევს, თუმცა ბგერა წყალში უკეთესად ვრცელდება. ბგერას მიწაც კარგად ატარებს.

ბგერითი იზოლაციისთვის გამოიყენება ისეთი მასალები, რომლებიც ცუდად ატარებენ ბგერას. ასეთია რბილი და ფოროვანი სხეულები: ქეჩა, დანწეხილი კორპი და ა.შ.

ბგერითი ტალღები სხვადასხვაგვარია.

ბგერებში განასხვავებენ მუსიკალურ ბგერას (ტონს) , დარტყმით ბგერას და ხმაურს.

ბგერებს, რომელსაც გამოსცემს ჰარმონიულად მერხევი სხეული **მუსიკალური ბგერები** ეწოდება.

მუსიკალურ ბგერას გამოსცემს კამერტონი, მომღერალი, მუსიკალური ინსტრუმენტი.

ადამიანის სმენის ორგანო (ყური) მუსიკალური ბგერის სამ თვისებას არჩევს: ხმამაღლობას, ტონის სიმაღლეს და ტემბრს.

რაც უფრო ძლიერ დავარტყამთ კამერტონის ღეროს ჩაქუჩს, მით მეტი იქნება ღეროს რხევის ამლიტუდა და, შესაბამისად, გაიზრდება ბგერითი ტალღის ამპლიტუდაც. რაც მეტია ბგერის ამპლიტუდა, მით ხმამაღალია ბგერა. კამერტონის რხევის ამპლიტუდის შემცირებისას კი მცირდება მისი ხმამაღლობა. ე. ი. ბგერის ხმამაღლობა დამოკიდებულია რხევის ამპლიტუდაზე.

ბგერას, რომელსაც რხევის განსაზღვრული სიხშირე აქვს, მუსიკალური ბგერა ანუ ტონი ჰქვია. ბგერის ტონის სიმაღლე დამოკიდებულია რხევის სიხშირეზე და არა ამპლიტუდაზე.

ტონის სიმაღლე განისაზღვრება ბგერის რხევის სიხშირით: რაც მეტია რხევის სიხშირე, მით მეტია ტონის სიმაღლე.

ბგერის ტონის სიმაღლის ცვლილებას, იმის მიხედვით, ბგერის წყაროს მსმენელი შორდება თუ უახლოვდება, **დოპლერის ეფექტი** ჰქვია, ავსტრიელი მათემატიკოსის ქრისტიან დოპლერის პატივსაცემად, რომელმაც ახსნა, რომ ბგერის ტონის სიმაღლე მოძრავი ბგერის წყაროს და დამკვირვებლის ურთიერთმდებარეობაზეა დამოკიდებული, მიუხედავად იმისა, რომ ბგერის გავრცელების სიჩქარე იგივე რჩება. მაგალითად, სასწრაფო დახმარების მანქანის ქუჩაში ჩავლისას, ვხედავთ როგორ მცირდება ბგერის ტონის სიმაღლე, რაც უფრო გვშორდება მანქანა.

ადამიანის ყური აღიქვამს ბგერას, რომლის რხევის სიხშირეა 20 -დან 20000 ჰც-მდე.

ალსანიშნავია, რომ სხვადასხვა ბგერითი სიხშირის მიმართ ადამიანის ყურის მგრძობელობა ერთნაირი არ არის. ყური მგრძობელობა უდიდესია იმ სიხშირეებისათვის, რომლებიც 1000 -3000 ჰც-ის ინტერვალშია.

ცნობილია, რომ სხვადასხვა მუსიკალურ ხელსაწყოზე ერთნაირი ტონი რომ ავიღოთ, მათ შორის განსხვავება მაინც შეიმჩნევა. პრაქტიკაში ხშირად ადამიანი ხმის თავისებურებით გამოიყნობა. ბგერის ამ თავისებურებას **ტემბრი** ჰქვია. „დო“ ან სხვა რომელიმე ტონი ადამიანის ხმით, კლარნეტით, გიტარით ან როიალით აჟღერებული, ტემბრის გამო სმენაზე სხვადასხვა შთაბეჭდილებას ახდენს.

მუსიკალური ბგერებისაგან განსხვავებით ხმაურს არ შეესაბამება განსაზღვრული სიხშირე და, მაშასადამე, ბგერის განსაზღვრული სიმაღლე. იგი შეიცავს სხვადასხვა სიხშირის რხევებს.

ბგერითი ტალღა, ისევე, როგორც ნებისმიერი სხვა ტალღა, ორი სხვადასხვა გარემოს საზღვრიდან აირეკლება. მაგალითად, თუ ჰაერში გავრცელებისას ბგერას რაიმე ზღუდე (მთა, ტყე, კედელი და სხვ) შეხვდა, იგი აირეკლება, რომელსაც ექო ანუ გამოძახილი ჰქვია.

ექო არის რაიმე დაბრკოლებიდან არეკლილი ბგერითი ტალღები.

რაიმე ზღუდიდან არეკლილ ბგერის მკაფიოდ გაგონება იმ შემთხვევაში შეიძლება, თუ იგი ყურამდე აღწევს მას შემდეგ, რაც უშუალოდ აღქმული ბგერის შეგრძნება ეს-ეს არის გაქრა. ე.ი. არაუადრეს 0,1წამისა. თუ შუალედი ნაკლებია, მაშინ ბგერები ერთმანეთს გადაფარავს.

თუ ბგერის სიჩქარე ჰაერში 340მ/წმ-ია, მაშინ ძირითადად და არეკლილმა ბგერებმა ერთმანეთი რომ არ გადაფაროს, საჭირო ზედაპირი ბგერის წყაროდან დაშორებული უნდა იყოს 17 მეტრით მაინც, ვინაიდან ბგერის გავრცელების მანძილი აქეთ-იქით:

$$s = vt = 340 \cdot 0.1 = 34 \text{ მ}$$

ბგერის არეკლის მოვლენაზე დამყარებული სხეულის ადგილმდებარეობის დადგენა ულტრაბგერითი სიგნალების გამოყენებით და მას ექოლოკაცია ჰქვია.

ისევე, როგორც ნებისმიერი სიხშირის მექანიკური რხევები, ბგერითი რხევებიც ხასიათდება რეზონანსის მოვლენით.

ტექსტზე მუშაობა

1. ამოიწერეთ ტექსტიდან ახალი სიტყვები და ტერმინები. მოიძიეთ ლექსიკონში და განმარტეთ:

2. შეადგინეთ წინადადებები ამ ტერმინების გამოყენებით:

3. უპასუხე კითხვებს:

3.1. რა არის ბგერის წყარო?

3.2. სად ვრცელდება ბგერა?

3.3. რაზეა დამოკიდებული ბგერის გავრცელების სიჩქარე?

3.4. რა სახის ბგერები არსებობს?

3.5. რა არის ხმაური?

3.6. რა არის ინფრაბგერა?

3.7. რა არის ულტრაბგერა?

3.8. რატომ ფუთავენ სუფლიორის ჯიხურს ქეჩით?

4. შემოხაზეთ სწორი ვარიანტი:

1.1. რომელია მცდარი მტკიცება:

- ა) ბგერა მხოლოდ მყარ სხეულებში ვრცელდება
- ბ) მცირე ზომის სხეულები სწრაფად ირხევიან და წარმოქმნიან მაღალ ბგერას
- გ) ულტრაბგერა არ გვესმის, რადგან მას ძალიან დიდი სიხშირე აქვს

1.2. ჩამოთვლილთაგან რა სიხშირის ბგერებს ვერ აღიქვამს ადამიანი?

- ა) 10ჰც ბ) 35ჰც გ) 15000ჰც დ) ვერც ერთ ჩამოთვლილს

1.3. მების ხმა გაისმა გაელვებიდან 106მ -ის შემდეგ. მანძილი დამკვირვებლამდე არის

- ა) 170 მ ბ) 340 მ გ) 3400 მ დ) 1.7 მ

1.4. ტემპერატურის გაზრდისას ჰაერში ბგერის გავრცელების სიჩქარე

- ა) იზრდება გ) უცვლელია
- ბ) მცირდება დ) ზოგჯერ იზრდება, ზოგჯერ მცირდება

1.5. ერთსა და იმავე ტემპერატურაზე აირში, რომლის მოლეკულების მასა მეტია

- ა) ბგერის სიჩქარე მეტია გ) ბგერის სიჩქარე არ არის დამოკიდებული მასაზე
- ბ) ბგერის სიჩქარე ნაკლებია დ) სიჩქარე ზოგჯერ მეტია, ზოგჯერ ნაკლები

5. წარმოდგენილია სიტყვათა არეული რიგი. გამართეთ წინადადება:

5.1. რომელიც, ნაწილს, მოვლენებს, აკუსტიკა, ფიზიკის, ბგერით, შეისწავლის, ეწოდება

5.2. არის, არეკლილი, დაბრკოლებიდან, ბგერითი, ექო, ტალღები, რაიმე

5.3. ეწოდება, რომელსაც, სიხშირე, ბგერას, აქვს, მუსიკალური, განსაზღვრული, ბგერა, რხევის

5.4. სიხშირის, ინფრაბგერები, 16ჰც -ზე, ეწოდება, ნაკლები, ბგერებს

5.5. ბგერისაგან, ხმაურს, მუსიკალური, განსაზღვრული, არ, განსხვავებით, შეესაბამება, სიხშირე

6. დაასრულეთ წინადადებები შემდეგი სიტყვების გამოყენებით:

გრძივია, ბგერებს, ვრცელდება, ხელოვნური, სხეულია, მხედველობას

ინფორმაციის მიღებისას მნიშვნელოვანი როლი აქვს სმენას და

ყველა შემთხვევაში ბგერის წყარო მერხევი

ბგერა მხოლოდ ნივთიერებაში

ადამიანის ყური აღიქვამს 16-20000 ჰც-მდე სიხშირის

ბგერის წყარო შეიძლება იყოს ბუნებრივი და

ბგერითი ტალთა

7. მრავალწერტილების ნაცვლად ჩასვით გამოტოვებული სიტყვები:

ამპლიტუდა, მეტია, არეკლილი, მერხევი, ტალღებს, სმენით, მოვლენა

ბგერითი ენერგია ენერგიის ერთ- ერთი ფორმაა, რომელიც ნაწილაკების რხევისაგან წარმოქმნილ გადააქვს და ადამიანის შეგრძნებებს იწვევს. ბგერის წყარო შეიძლება იყოს არა მარტო სხეული, არამედ ზოგიერთი, ექო არის რაიმე დაბრკოლებიდან ბგერითი ტალღები. რაც რხევის სიხშირე, მით მეტია ტონის სიმაღლე. რაც მეტია ბგერის, მით ხმამაღალია ბგერა.

8. შეადგინეთ გეგმა:

თემა 25

გეომეტრიული ოპტიკა

ადამიანის ცხოვრებაში სინათლეს უმნიშვნელოვანესი როლი აქვს.

სინათლე წარმოადგენს დედამიწაზე სიცოცხლის არსებობის აუცილებელ პირობას, ამიტომ ადამიანი უძველესი დროიდან ცდილობდა გაერკვია, რას წარმოადგენს სინათლე და რა თვისებები აქვს მას.

ფიზიკის ნაწილს, რომელიც შეისწავლის სინათლის მოვლენებს **ოპტიკა** ჰქვია.

სინათლის ბუნების ახსნა საკმაოდ რთულია. თუ სხეულს გააჩნია სივრცული მახასიათებლები, როგორცაა ფორმა, ზომა, სივრცეში მდებარეობა, მსგავსი სიდიდეებით სინათლის დახასიათება შეუძლებელია. იგი არ იმყოფება სივრცის განსაზღვრულ წერტილში, ის ყველგანაა, მას არ გააჩნია ფორმა და ზომები.

სხეულს რომელიც ასხივებს სინათლეს, **სინათლის წყარო** ეწოდება.

არსებობს **ბუნებრივი** და **ხელოვნური** სინათლის წყაროები.

ბუნებრივი სინათლის წყაროებია: მზე, ვარსკვლავები, ელვა, მანათობელი მწერები და სხვ.

ხელოვნურია: ნათურა, სანთელი, კოცონი, ჩართული ტელევიზორის ეკრანი და სხვ.

ოპტიკის მნიშვნელოვანი კანონია, სინათლის გავრცელების კანონი, რომელიც შემდეგში მდგომარეობს: **ერთგვაროვან გამჭვირვალე გარემოში სინათლე წრფივად ვრცელდება.**

ამ კანონიდან გამომდინარე წარმოიშვა **სინათლის სხივის** ცნება.

სინათლის სხივი არის წარმოსახვითი წრფე, რომლის გასწვრივ ვრცელდება სინათლის ენერჯია..

სინათლეს, ისევე როგორც ყველა გამოსხივებას, გადააქვს ენერჯია. ამიტომ შეიძლება ვთქვათ, რომ სინათლის სხივი უჩვენებს სინათლის ენერჯიის გავრცელების მიმართულებას.

ოპტიკის ნაწილს, რომელშიც შეისწავლება სინათლის ენერჯიის გავრცელების კანონები გამჭვირვალე გარემოში, სინათლის სხივზე წარმოდგენის საფუძველზე, **გეომეტრიული ოპტიკა** ეწოდება.

სინათლის წრფივი გავრცელებით აიხსნება ჩრდილის წარმოქმნა, ე.ი. იმ არის წარმოქმნა, სადაც სინათლის ენერჯია არ მიდის.

თუ სინათლის წყარო წერტილოვანია, მაშინ მიიღება მკვეთრი ჩრდილი. დიდი ზომის წყაროს შემთხვევაში კი - არამკვეთრი ჩრდილი. გრანდიოზული მასშტაბის ჩრდილი მიიღება მზისა და მთვარის დაბნელების დროს.

ერთგვაროვან გამჭვირვალე გარემოში სინათლე წრფივად ვრცელდება, მაგრამ ორი გარემოს გამყოფ საზღვარზე, არაერთგვაროვან გარემოში სხივი მიმართულებას იცვლის. სინათლის სხივების ნაწილი (ან მთლიანად) აირეკლება - ბრუნდება იმავე გარემოში, ნაწილი კი გარდატყდება - გადის მეორე გარემოში.

სინათლის არეკლის კანონების დასადგენად იყენებენ ხელსაწყოს, რომელსაც **ოპტიკური**

დისკი ენოდება.

დაცემის სხივსა და დაცემის წერტილში ორი გარემოს გამყოფი ზედაპირისადმი მართობს შორის კუთხეს **დაცემის კუთხე α** (ალფა) ენოდება. არეკლილ სხივსა და მართობს შორის კუთხეს - **არეკვლის კუთხე β** (ბეტა).

ერთი გარემოდან მეორეში გადასვლისას სინათლის გავრცელების მიმართულების შეცვლას **სინათლის გარდატეხა** ენოდება.

გარდატეხის სხივსა და დაცემის წერტილში ორი გარემოს გამყოფი ზედაპირისადმი მართობს შორის კუთხეს კი - **გარდატეხის კუთხე γ** (გამა).

დაცემის კუთხის ცვლილებისას გარდატეხის კუთხე იცვლება, მაგრამ ეს ცვლილება არ არის პროპორციული.

ორი გარემოს გამყოფ საზღვარზე დაცემული სხივი, არეკლილი სხივი და სხივის დაცემის წერტილში აღმართული მართობი ერთ სიბრტყეში მდებარეობს. არეკვლის კუთხე დაცემის კუთხის ტოლია:

$$\alpha = \beta$$

ეს არის **სინათლის არეკვლის კანონი**.

ორი გარემოს გამყოფ საზღვარზე დაცემული სხივი, გარდატეხილი სხივი და დაცემის წერტილში აღმართული მართობი ერთ სიბრტყეში მდებარეობს - ამ კანონის **სინათლის გარდატეხის კანონს** უნოდებენ..

სინათლის არეკვლის გამო ვხედავთ სხეულებს, რომლებიც თავად არ ასხივებენ სინათლეს.

თუ სხეულის ზედაპირი გლუვია (ბრტყელი სარკე, კარგად გაპრიალებული მეტალის ზედაპირი და სხვ), მაშინ მასზე დაცემული პარალელური სხივები არეკვლის შემდეგ პარალელური იქნება. ასეთ არეკვლას **სარკული არეკვლა** ენოდება. რადგან ზედაპირი გლუვია, სხივების დაცემის კუთხეები ტოლია, ამიტომ არეკვლის კუთხეებიც ტოლი იქნება.

სხეულთა ზედაპირების უმრავლესობა შეუიარაღებელი თვალით გლუვი გვეჩვენება, სინამდვილეში უსწორმასწოროა. ასეთ ზედაპირზე დაცემულ პარალელურ სხივებს არეკვლის შემდეგ სხვადასხვა მიმართულება აქვს. რადგან ზედაპირი უსწორმასწოროა, ამიტომ პარალელური სხივების დაცემის კუთხეები განსხვავებულია. არეკვლის კანონის თანახმად, განსხვავებული იქნება არეკვლის კუთხეებიც. ასეთ არეკვლას **დიფუზიური არეკვლა** ენოდება.

ჩვენ ირგვლივ საგნებს ვხედავთ დიფუზიური არეკვლის გამო.

ორი გარემოდან იმ გარემოს, რომელშიც სინათლის სიჩქარე ნაკლებია, უნოდებენ **ოპტიკურად მეტად მკვრივს**, რომელშიც სინათლის სიჩქარე მეტია - **ოპტიკურად ნაკლებად მკვრივს**. მაგალითად, ჰაერში სინათლის სიჩქარე 299704 კმ/წმ, წყალში - 22534კმ/წმ, ამიტომ წყალი ოპტიკურად მეტად მკვრივია, ვიდრე ჰაერი.

ოპტიკურად ნაკლებად მკვრივ გარემოში გადასვლისას, როდესაც სინათლის გარდატეხა არ მოხდება, სხივი სრულად აირეკლება იმავე გარემოში, ამიტომ ამ მოვლენას **სინათლის სრული არეკვლა** ენოდება.

ოპტიკის კანონებს უდიდესი მნიშვნელობა აქვს მრავალრიცხოვანი ოპტიკური ხელსაწყოების გაანგარიშებისა და კონსტრუირებისას.

ხშირად სინათლის სხივს უხდება სხვადასხვა გარემოს საზღვრის არაერთხელ გადაკვეთა.

უდიდესი პრაქტიკული მნიშვნელობა აქვს სინათლის სხივთა გარდატეხას მინის ლინზებში, სამწახნაგა პრიზმებსა და ბრტყელპარალელურ ფირფიტაში.

სინათლის სიჩქარე ვაკუუმში დაახლოებით 300000 კმ/წმ-ის ტოლია და ის მილიონჯერ აღემატება ბგერის გავრცელების სიჩქარეს. სინათლე სხვადასხვა ფერისაა: ყვითელი, წითელი, მწვანე და სხვ.

აღმოჩნდა, რომ ვაკუუმში ყველა ფერის სინათლე ერთნაირი სიჩქარით ვრცელდება.

სინათლის სხივების მრავალფეროვნების გამოსაკვლევად ნიუტონმა დაბნელებულ ოთახში დარაბის ვიწრო ხვრელიდან პრიზმისაკენ მიმართა მზის სინათლის სხივთა კონა, თეთრი სინათლე პრიზმაში გავლის შემდეგ დაიშალა - ეკრანზე გაჩნდა ცისარტყელასებრი ფერადი ზოლი, რომელსაც ნიუტონმა **სპექტრი** უწოდა.

სპექტრში შვიდი ძირითადი ფერია: იისფერი, ლურჯი, ცისფერი, მწვანე, ყვითელი, ნარინჯისფერი და წითელი.

ნიუტონმა გააკეთა მნიშვნელოვანი დასკვა, რომ ნივთიერებას სხვადასხვა ფერის სინათლის მიმართ სხვადასხვა გარდატეხის მაჩვენებელი აქვს. ეს ნიშნავს, რომ ნივთიერებაში სხვადასხვა ფერის სინათლის სიჩქარე სხვადასხვაა.

თეთრ სინათლეს აქვს რთული სტრუქტურა. იგი იშლება ფერად სხივებად. თითოეული ფერადი სხივი მარტივია - იგი აღარ იშლება არეკვლისას და გარდატეხისას.

თეთრი სინათლის დაშლას შემადგენელ ფერებად **სინათლის დისპერსია** ეწოდება.

სპექტრის სხივების შეკრებით კვლავ მიიღება თეთრი სინათლე.

ბუნებაში შავი ფერი არ არსებობს. თუ საგანი შთანთქმავს ყველა ფერის სინათლეს, მაშინ იგი შავია. თუ საგანი აირეკლავს ერთ ფერს და დანარჩენს შთანთქმავს, ამ საგანს არეკლილი სინათლის ფერი აქვს.

სხვადასხვა ფერის სინათლე მიიღება სპექტრის ძირითადი ფერების შერევით. წითელი, მწვანე და ლურჯი ძირითადი ფერებია.

მზის სპექტრი შეიცავს ელექტრომაგნიტურ ტალღებს ყველა შესაძლო სიხშირით. ასეთ სპექტრს **უწყვეტ სპექტრს** უწოდებენ.

ტექსტზე მუშაობა

1. ამოიწერეთ ტექსტიდან ახალი სიტყვები და ტერმინები. მოიძიეთ ლექსიკონში და განმარტეთ:

2. შეადგინეთ წინადადებები ამ ტერმინების გამოყენებით:

3. აღადგინეთ წინადადება, გამოიყენეთ შემდეგი სიტყვები:

ენერჯის, წრფე, წრფივად, წყარო, ფორმა, ზომები

სინათლეს არ გააჩნია და

სხეულს რომელიც ასხივებს სინათლეს, სინათლის ეწოდება.

ერთგვაროვან გამჭვირვალე გარემოში სინათლე ვრცელდება.

სინათლის სხივი არის წარმოსახვითი, რომლის გასწვრივ ვრცელდება სინათლის ენერჯია.

სინათლის სხივი უჩვენებს სინათლის გავრცელების მიმართულებას.

4. შემოხაზეთ სწორი ვარიანტი:

1.1. გარე სამყაროდან ინფორმაციის ყველაზე დიდ ნაწილს ადამიანი იღებს

- ა) ყურის მეშვეობით
- ბ) თვალის მეშვეობით
- გ) ენის მეშვეობით
- დ) კუჭის მეშვეობით

1.2. რით განსხვავდება წითელი ფერის სინათლე ლურჯისაგან:

- ა) ტალღის სიგრძით
- ბ) გარდატეხის მაჩვენებლით
- გ) გავრცელების სიჩქარით

1.3. სტრიქონების წაკითხვა შესაძლებელია სინათლის

- ა) მხოლოდ ბუნებრივი წყაროთი
- ბ) მხოლოდ ხელოვნური წყაროთი
- გ) როგორც ბუნებრივი, ისე ხელოვნური
- დ) მათ გარეშეც

1.4. კარგად გაპრიალებული ლითონის ბრტყელი ზედაპირი მასზე დაცემულ პარალელურ სხივთა კონას

- ა) აირეკლავს პარალელურ სხივებად

ბ) აირეკლავს გაბნეულ სხივებად

გ) აირეკლავს დაცემის კუთხის მიხედვით, ამ პარალელურ, ან გაბნეულ სხივებად

დ) გარდატეხს პარალელურ სხივებად

5. უპასუხე კითხვებს:

5.1. რა არის სინათლის სხივი?

1.2. რას შეისწავლის ოპტიკა?

1.3. რას შეისწავლის გეომეტრიული ოპტიკა?

1.4. რას ეწოდება სპექტრი?

1.5. რამდენ ფერად იშლება სპექტრი?

6. წარმოდგენილია სიტყვათა არეული რიგი და გამართე წინადადება:

გამჭვირვალე, სინათლე, გარემოში, წრფივად, ერთგვაროვან, ვრცელდება

მიმართულებას, სხივი, ენერჯის, სინათლის, გავრცელების, უჩვენებს, სინათლის

მიიღება, წერტილოვანის, ჩრდილი, თუ, მაშინ, სინათლის, მკვეთრი, წყარო

ყველა, ერთნაირი, ვაკუუმში, ფერის, ვრცელდება, სინათლე, სიჩქარით

დაშლას, დისპერსია, ფერებად, თეთრი, შემადგენელ, სინათლის, სწოდება

თემა 26

სითბური მოვლენები

მოძრაობაზე დაკვირვება და დიფუზიის მოვლენა ნათელყოფს, რომ ნებისმიერი სხეულის მოლეკულები განუწყვეტლივ და ქაოსურად მოძრაობენ და ტემპერატურის გაზრდა იწვევს ცალკეული მოლეკულების სიჩქარის გაზრდას და ქაოსური მოძრაობის ცვლილებას. ისეთ მოვლენებს, როგორცაა სხეულის გათბობა და გაცივება, წყლის გაყინვა და აორთქლება, დუღილი - **სითბური მოვლენები** ეწოდება. სითბო ენერჯიის ერთ-ერთი ფორმაა.

სხეულში მოლეკულების ქაოსურ მოძრაობას **სითბური მოძრაობა** ჰქვია.

თავისი არსებობის პირველივე დღიდან ადამიანი მზის სითბოს იყენებდა უშრომელად. ადამიანი სითბოს ხელოვნურად მიღებასა და გამოყენებას იმ მომენტიდან დაეუფლა, როცა ცეცხლის გაჩენის საშუალება აღმოაჩინა. ცეცხლის მიღება პირველად მოხდა ხახუნის საშუალებით მექანიკური ენერჯიის სითბურ ენერჯიად გარდაქმნის შედეგად.

იმისათვის, რომ რაოდენობრივად დახასიათდეს სითბური პროცესები, შემოაქვთ ყველა სახის სითბური მოვლენის მახასიათებლის - **ტემპერატურის** ცნება.

ტემპერატურა სხეულის მთბარობის ხარისხის მაჩვენებელია. იგი აღინიშნება t ასოთი.

სხეულის მთბარობის ხარისხის მიახლოებითი განსაზღვრა შეიძლება სხეულთან შეხებით. სიტყვები „ცხელი“, „ცივი“, „თბილი“ ახასიათებს სხეულის მთბარობის ხარისხს შეგრძნების საფუძველზე. სხეულის მთბარობის ხარისხის განსაზღვრა ხდება ტემპერატურის მიხედვით.

დადგენილია, რომ რაც უფრო დიდია მოლეკულების ქაოსური მოძრაობის სიჩქარე, მით მეტია სხეულის ტემპერატურა, ხოლო მოლეკულების ქაოსური მოძრაობის სიჩქარის შემცირება იწვევს სხეულის ტემპერატურის დაცემას.

სხეულის ტემპერატურა იზომება ხელსაწყოთი, რომელსაც **თერმომეტრი** ჰქვია.

თერმომეტრის მრავალი სახე არსებობს. ამჟამად ყველაზე გავრცელებულია თერმომეტრები **ცელსიუსის** სკალით და **კელვინის** სკალით.

ცელსიუსის სკალით ციხულის ღნობის ტემპერატურად ნორმალური წნევის დროს მიღებულია 0° , ხოლო წყლის დუღილის ტემპერატურად 100° , რაც ასე ჩაიწერება: 0°C და 100°C . მათ შორის მონაკვეთის სიგრძე დაყოფილია 100 ტოლ ნაწილად და თითოეულ დანაყოფს **გრადუსი** ჰქვია, ხოლო თერმომეტრს - **ცელსიუსის სკალიანი თერმომეტრი**.

ცელსიუსის სკალაზე ათვლილი ტემპერატურა (t) კელვინის სკალაზე ათვლილ ტემპერატურასთან (T) დაკავშირებულია თანაფარდობით: $T=t+273^{\circ}$

კელვინის სკალაზე ათვლილ ტემპერატურას **აბსოლუტური ტემპერატურა** ეწოდება, ხოლო ამ სკალის ნულოვან ტემპერატურას - **აბსოლუტური ნული**.

პრაქტიკაში გამოიყენება **ვერცხლისწყლიანი** და **სპირტიანი** თერმომეტრები.

სხეულის მოლეკულების კინეტიკური და პოტენციური ენერჯიების ჯამს **შინაგანი ენერჯია** ჰქვია. შინაგანი ენერჯია განსაზღვრავს სხეულის ტემპერატურას.

სხეულს ყოველთვის აქვს შინაგანი ენერჯის რაღაც მარაგი. ამავე დროს მას შეიძლება ჰქონდეს მექანიკური ენერჯიაც. მაგალითად, როცა ბურთულა ვარდება სიმაღლიდან, მას გარდა შინაგანი ენერჯისა აქვს მექანიკური ენერჯიაც - პოტენციური და კინეტიკური. სხეულის შინაგანი ენერჯია არ არის დამოკიდებული არც მის მოძრაობაზე და არც მის მდებარეობაზე სხვა სხეულების მიმართ.

თუ სხეულების მასები ერთნაირია, იმ სხეულის შინაგანი ენერჯიაა მეტი, რომლის ტემპერატურაც მეტია და პირიქით.

მაშასადამე, სხეულის გაცხელებისას და გაცივებისას იცვლება მისი შინაგანი ენერჯია.

ისევე როგორც ნებისმიერი სხვა ენერჯია, შინაგანი ენერჯიაც **ჯოულებით** იზომება.

სხეულის შინაგანი ენერჯის ცვლილება ხდება შემდეგი პროცესების შედეგად:

1. სხეულზე მუშაობის შესრულებით: მაგალითად, სხეულის ტემპერატურა მატულობს ხახუნის, დარტყმისა და დეფორმაციის შედეგად. ე.ი. იზრდება სხეულის შინაგანი ენერჯია, მაგრამ თუ სხეული თვითონ ასრულებს მუშაობას, მაშინ მისი შინაგანი ენერჯია მცირდება. მაგალითად, ჭურჭელში მოთავსებული შეკუმშული ჰაერი საცობის ამოგდებისას ასრულებს მუშაობას, ამის გამო მისი შინაგანი ენერჯია მცირდება და შედეგად ჭურჭელში მოთავსებული ჰაერი ცივდება.

2. მუშაობის შესრულების გარეშე - მოცემული სხეულის სხვა უფრო მაღალი ან დაბალი ტემპერატურის მქონე სხეულთან შეხებით. მაგალითად, ცხელ ჩაიში ჩაგდებული კოვზი, ღუმელში დანთებული ცეცხლი ათბობს ჰაერს, მზე ათბობს დედამიწას და სხვ.

შინაგანი ენერჯის ერთი სხეულიდან მეორეში, ამ სხეულის ერთი ნაწილიდან მეორეში გადაცემის პროცესს მუშაობის შესრულების გარეშე **სითბოს გადაცემა** ჰქვია.

სითბოს გადაცემა ხდება უფრო მაღალი t -ის სხეულიდან უფრო დაბალი t -ის მქონე სხეულზე მანამ, სანამ მათი ტემპერატურები ერთმანეთს არ გაუტოლდება.

სითბოს გადაცემა შეიძლება მიმდინარეობდეს სამი სახით: **თბოგამტარობით, კონვექციით და გამოსხივებით.**

თუ სპილენძის ღეროს ერთ ბოლოს მოვათავსებთ გაზქურის ალში, მაშინ მთლიანი ღერო სწრაფად გაცხელდება. შინაგანი ენერჯია ღეროს ერთი ნაწილიდან გადააქვს მეორეში.

სხეულის ერთი ნაწილიდან მეორეში სითბოს გადაცემას **თბოგამტარობა** ჰქვია.

შინაგანი ენერჯის გადაცემის სიჩქარის მიხედვით სხეულები იყოფა სითბოს კარგ და ცუდ გამტარებად.

სითბოს გადაცემას სითხის ან გაზის ფენების გადაადგილებით კონვექცია ჰქვია. კონვექცია ორი სახისაა: **ბუნებრივი** ანუ თავისუფალი და **იძულებითი**.

მყარ სხეულში კონვექცია არ ხდება, - იმიტომ რომ მოლეკულები თავისუფლად ვერ მოძრაობენ. მყარი სხეულის გათბობისას მასში შეუძლებელია ნივთიერების ნაკადის წარმოქმნა და გადაადგილება. მყარ სხეულებში სითბოს გადაცემა, მხოლოდ თბოგამტარობით ხდება.

დედამიწაზე ენერჯის ძირითადი წყაროა მზე. ატმოსფეროს ზედა ფენებში ჰაერი ძლიერ გაიშვიათებულია და კიდევ უფრო შორს დედამიწასა და მზეს შორის არსებობს უჰაერო სივრცე. აქედან გამომდინარე მზიდან სითბო დედამიწას არ შეიძლება გადაეცეს არც კონვექციით და არც თბოგამტარობით. ამ შემთხვევაში სითბოს გადაცემა ერთი სხეულიდან მეორეში სხივების საშუალებით ხდება.

სხივების მეშვეობით სითბოს გადაცემას **გამოსხივება** ჰქვია.

გამოსხივება შეიძლება განხორციელდეს ვაკუუმშიც.

ნებისმიერი სხეული ერთდროულად კიდეც ასხივებს და კიდეც შთანთქავს სხივებს. თუ სხეული შთანთქავს მეტ სხივს, ვიდრე ასხივებს, მაშინ სხეული თბება. თუ პირიქით ხდება, - მაშინ ის ცივდება. სითბოს გადაცემა გამოსხივებით უფრო სწრაფად ხდება, ვიდრე სხვა გზით.

სხეულის ტემპერატურა რომ გაიზარდოს, საჭიროა მას გადაეცეს შინაგანი ენერჯიის რაღაცა რაოდენობა. შინაგანი ენერჯიის გაცემა და მიღება ხდება მანამ, სანამ სხეულთა ტემპერატურები არ გათანაბრდება, ე.ი. არ დამყარდება სითბური წონასწორობა.

შინაგანი ენერჯიის რაოდენობას, რომელსაც სხეული იღებს ან გასცემს თბოგადაცემისას - **სითბოს რაოდენობა** ეწოდება.

რაც უფრო მეტია გასათბობი სხეულის მასა და რაც უფრო მაღალ ტემპერატურამდეა იგი გასათბობი, მით უფრო მეტი სითბოს რაოდენობა უნდა გადაეცეს მას.

ამგვარად, გათბობისას მიღებული ან გაცივებისას გაცემული სითბოს რაოდენობა დამოკიდებულია სხეულის ნივთიერების გვარობაზე, მასასა და მისი ტემპერატურის ცვლილებაზე. იგი აღინიშნება Q (ქუ) ასოთი.

სითბოს რაოდენობის ერთეულია **ჯოული, კალორია**.

ტექსტზე მუშაობა

1. ამოიწერეთ ტექსტიდან ახალი სიტყვები და ტერმინები. მოიძიეთ ლექსიკონში და განმარტეთ:

_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____

2. შეადგინეთ წინადადებები ამ ტერმინების გამოყენებით:

3. უპასუხეთ კითხვებს:

3.1. რას ჰქვია სითბური მოძრაობა?

3.2. რა არის ტემპერატურა?

3.3. რა ხელსაწყოთი იზომება ტემპერატურა?

3.4. რა არის შინაგანი ენერჯია?

3.5. რა შემთხვევაში შეიცვლება სხეულის შინაგანი ენერჯია?

3.6. რა არის თბოგამტარობა? დაასახელეთ მაგალითი

3.7. რა არის კონვექცია? დაასახელეთ მაგალითი

3.8. რა არის გამოსხივება? დაასახელეთ მაგალითი.

4. შემოხაზეთ სწორი ვარიანტი:

4.1. ტემპერატურა გვიჩვენებს:

- ა) როგორია ნივთიერების აგებულება
- ბ) რას უდრის სხეულის სითბური ენერჯია
- გ) რამდენად სწრაფად მოძრაობენ სხეულის მოლეკულები

4.2. როდესაც ორთქლი კონდენსირდება:

- ა) სითბო იხარჯება
- ბ) სითბო გამოიყოფა
- გ) ტემპერატურა იზრდება

4.3. კონვექცია მიმდინარეობს

- ა) მხოლოდ მყარ სხეულებში
- ბ) სითხეებსა და აირებში
- გ) მხოლოდ სითხეებში
- დ) მყარ ცხეულებში, სითხეებსა და აირებში

4.4. თუ სხეული გასცემს სითბოს, მაშინ მისი ტემპერატურა

- ა) ყოველთვის მცირდება
- ბ) ყოველთვის იზრდება

გ) შეიძლება არ შეიცვალოს

დ) ზოგჯერ იზრდება, ზოგჯერ არა

4.5. მოცემული მტკიცებულებიდან რომელია მცდარი

ა) სითბოს შეუძლია გაზარდოს ტემპერატურა

ბ) სითბოს შეუძლია გაზარდოს სხეულში მოლეკულების რიცხვი

გ) სითბოს შეუძლია შეცვალოს ნივთიერების აგრეგატული მდგომარეობა

5. დაასრულეთ წინადადება:

სხეულის ტემპერატურა იზომება ხელსაწყოთი, რომელსაც ჰქვია

სხეულის ერთი ნაწილიდან მეორეში სითბოს გადაცემას ჰქვია

სხივების მეშვეობით სითბოს გადაცემას ჰქვია

გამოსხივება შეიძლება განხორციელდეს

შინაგანი ენერჯის რაოდენობას, რომელსაც სხეული იღებს ან გასცემს თბოგადაცემისას - ეწოდება

6. იპოვე შესაბამისობა:

კონვექცია

ტემპერატურის გასაზომი ხელსაწყო

გამოსხივება

სხეულის ერთი ნაწილიდან მეორეში სითბოს გადაცემას

თბოგამტარობა

სითბოს გადაცემას სითხის ან გაზის ფენების

გადაადგილებით

თერმომეტრი

სითბოს გადაცემა სხივების მეშვეობით

7. მოცემულია სიტყვათა არეული რიგი და დაალაგეთ წინადადება:

ყველაზე, თერმომეტრები, ამჯამად, სკალით, ცელსიუსის, გავრცელებულია, და, კელვინის

გზით, გამოსხივებით, გადაცემა, სწრაფად, ვიდრე, ხდება, უფრო, სითბოს, სხვა

გაცივებისას, ან, დამოკიდებულია, გვარობაზე, ტემპერატურის, სითბოს, ცვლილებაზე,

რაოდენობა, ნივთიერების, მასაზე, და, გათბობისას

ორი, ბუნებრივი, სახისაა, იძულებითი, კონვექცია, და

8. შეადგინეთ გეგმა:

თემა 27
კრისტალური და ამორფული სხეულები.
დნობა. დუღილი

მყარი სხეული შეიძლება იყოს ორი ერთმანეთისაგან ფიზიკური თვისებებით არსებითად განსხვავებულ მდგომარეობაში: კრისტალურსა და ამორფულში.

კრისტალური ჰქვია ისეთ სხეულს, რომელიც ან მთლიანად ერთი კრისტალია ან შედგება სხვადასხვა ზომის კრისტალებისაგან. კრისტალი არის ბუნებრივი მრავალწახნაგა სხეული. სხვადასხვა ნივთიერების კრისტალები სხვადასხვა ფორმისაა. თუ სხეული ერთი კრისტალია, მას **მონოკრისტალი** ჰქვია.

სხეულს, რომელიც შედგება უწესრიგოდ განლაგებული და ერთმანეთთან შეზრდილი წვრილი კრისტალებისაგან **პოლიკრისტალური** ჰქვია. პოლიკრისტალურ სხეულებს მიეკუთვნება ლითონები.

მონოკრისტალური სხეულების ძირითადი თვისებაა არაერთნაირი ფიზიკური თვისებები სხვადასხვა მიმართულებით. კრისტალური სხეულის ამ თვისებას **ანიზოტროპია** ჰქვია. „ანიზოტროპია“ ბერძნული სიტყვაა („ანიზოს“ - არათანაბარი, „ტროპოს“ - მობრუნება).

კრისტალის არსებითი თვისებაა მისი წესიერი გეომეტრიული ფორმა.

კრისტალური სხეულისაგან განსხვავებით **ამორფულ** სხეულებს არ ახასითებს წესიერი გეომეტრიული ფორმა და მისი ფიზიკური თვისებები ყველა მიმართულებით ერთნაირია („ამორფოს“ ბერძნული სიტყვაა და ნიშნავს უფორმოს).

ამორფული სხეულებია: მინა, ფისი, ქარვა, ბიტუმი და სხვა. მინა ჩაქუჩის დარტყმით იმსხვრევა, როგორც მყიფე სხეული, მაგრამ ზოგჯერ სითხის თვისებებს ამჟღავნებს.

მყარი სხეულისთვის ამორფული მდგომარეობა არამდგრადია. ხშირად ამორფული მდგომარეობა თანდათან გადადის კრისტალურ მდგომარეობაში.

გარკვეულ პირობებში ნივთიერება შეიძლება გადავიდეს ერთი აგრეგატული მდგომარეობიდან მეორეში. ერთი და იმავე ნივთიერების სხვადასხვა მდგომარეობა ერთმანეთისაგან არა მოლეკულებით, არამედ მოლეკულათა ურთიერთმდებარეობით და მოძრაობით განსხვავდება.

ნივთიერება გარკვეულ ტემპერატურამდე გათბობის შედეგად მყარი მდგომარეობიდან გადადის თხევად მდგომარეობაში. გაცხეებისას კი პირიქით, თხევადიდან - მყარში.

ნივთიერების გადასვლას მყარი მდგომარეობიდან თხევადში **დნობა** ჰქვია.

ყოველი კრისტალური ნივთიერება დნება განსაზღვრულ ტემპერატურაზე. დნობის პროცესში ტემპერატურა არ იცვლება.

ტემპერატურას, რომელზეც ნივთიერება დნება **დნობის ტემპერატურა** ეწოდება.

ნივთიერების გადასვლას თხევადიდან მყარ მდგომარეობაში **გამყარება** ანუ **კრისტალიზაცია** ჰქვია.

გამდნარი სხეულის კრისტალიზაციის დასაწყებად საჭიროა იგი გაცივდეს გარკვეულ ტემპერატურამდე.

ტემპერატურას, რომელზეც ნივთიერება მყარდება, გამყარების, ანუ კრისტალიზაციის ტემპერატურა ჰქვია.

კრისტალური ნივთიერება ნორმალური ატმოსფერული წნევისას იმავე ტემპერატურაზე მყარდება, რომელზეც დნება.

სითხის აორთქლებას ყოველდღიურად ვაკვირდებით: წვიმის შემდეგ ქუჩები შრება, შრება სველი თეთრეული, ცხელ ამინდში შრება წყაროები და სხვ.

დედამიწასა და ატმოსფეროს შორის მუდმივად ხდება წყლის მიმოქცევა - მდინარეებიდან, ტბებიდან, ზღვებიდან და ოკეანეებიდან განუწყვეტლივ აორთქლდება წყალი. ატმოსფეროს ცივ ფენებში მოხვედრისას წყლის აორთქლი წარმოქმნის წყლის პანანინა წვეთებს, რომლებიც ქმნიან ღრუბლებს. ღრუბლებიდან კი დედამიწას წყალი უბრუნდება წვიმის, თოვლის ან სეტყვის სახით.

ნივთიერების გადასვლას თხევადიდან აირად მდგომარეობაში **აორთქლადქცევა** ეწოდება.

აორთქლადქცევა შეიძლება განხორციელდეს აორთქლებითა და დუღილით.

აორთქლადქცევას სითხის ღია ზედაპირიდან **აორთქლება** ჰქვია.

სითხე აორთქლდება ნებისმიერ ტემპერატურაზე, მაგრამ ტემპერატურის გაზრდით აორთქლება ჩქარდება.

ცნობილია, რომ ცხელ დღეებში თეთრეული უფრო სწრაფად შრება, ვიდრე სიცივეში. ეს იმით აიხსნება, რომ ტემპერატურის მომატებისას სითხის უფრო მეტი მოლეკულა იძენს დიდ კინეტიკურ ენერგიას, რის გამოც მათ აქვთ უნარი დაძლიონ სითხის მოლეკულური ძალების მოქმედება და სცილდებიან სითხეს.

იატაკზე დაღვრილი ჭიქა წყალი უფრო მალე აორთქლდება, ვიდრე ჭიქიდან. რაც მეტია ასაორთქლებელი სითხის თავისუფალი ზედაპირის ფართობი, მით მეტ რაოდენობის მოლეკულებს შეუძლიათ ამოსვლა სითხის ზედაპირიდან.

თუ ჰაერის ნაკადი წარითაცვებს სითხის ზედაპირზე წარმოქმნილ აორთქლს, მაშინ სითხე უფრო სწრაფად აორთქლდება, რადგან შემცირდება აორთქლის მოლეკულების სითხეში დაბრუნების შესაძლებლობა.

სითხის აორთქლებას თან ახლავს შებრუნებული პროცესიც. სითხის ზედაპირთან უნესრიგოდ მოძრავი აორთქლის მოლეკულების ნაწილი, რომლებმაც დაკარგეს ენერგია, უბრუნდებიან სითხეს.

აორთქლიდან სითხეში მოლეკულების გადასვლას **კონდენსაცია** ჰქვია.

აორთქლი რომ სითხედ იქცეს საჭიროა მისი გაცივება. აორთქლება არა მარტო სითხეები, არამედ მყარი სხეულებიც.

მყარი სხეულის აორთქლებას **აქროლება** ანუ **სუბლიმაცია** ჰქვია. ამის მაგალითია ნაფტალინი, იოდი, ცინული და სხვა. ცინულის აორთქლების გამოა, რომ თეთრეული ცინვაშიც შრება. მყარი სხეულების პირდაპირი აორთქლების შედეგად იგრძნობა მათი სუნი.

დუღილი არის ინტენსიური აორთქლადქცევა სითხის შიგნით და ზედაპირზე. ანუ, დუღილი არის სითხის მთელ მოცულობაში აორთქლის სწრაფად ზრდადი ბუშტების წარმოქმნა, სითხის ზედაპირზე ამოსვლა და გასკდომა.

ტემპერატურას, რომლის დროსაც სითხე დუღს, დუღილის ტემპერატურა ჰქვია.

დუღილის პროცესში სითხის ტემპერატურა არ იცვლება. სითხის ზედაპირზე წნევის შემცირებით დუღილის ტემპერატურა მცირდება.

სხვადასხვა სითხის დუღილის ტემპერატურა სხვადასხვაა.

სითხის დუღილის ტემპერატურა დამოკიდებულია გარე წნევაზე და მინარევეებზე.

დუღილი რომ არ შეწყდეს, საჭიროა დუღილის ტემპერატურის შენარჩუნება სითხის რაოდენობის მიწოდებით.

დუღილის ტემპერატურაზე სითხის ორთქლადქცევისთვის საჭირო სითხის რაოდენობას ორთქლადქცევის სითხო ეწოდება. იგი დამოკიდებულია ნივთიერების გვარობაზე.

კონდენსაციისას ორთქლი გამოყოფს ენერგიას, რომელიც მისი წარმოქმნისას დახარჯა.

ტექსტზე მუშაობა

1. ამოიწერეთ ტექსტიდან ახალი სიტყვები და ტერმინები. მოიძიეთ ლექსიკონში და განმარტეთ:

2. შეადგინეთ წინადადებები ამ ტერმინების გამოყენებით:

3. უპასუხე კითხვებს:

3.1. რა და რა სახის შეიძლება იყოს მყარი ნივთიერება?

3.2. რა არის კრისტალური სხეული?

3.3. რა არის დნობა?

3.4. რა არის გამყარება?

3.5. რატომ შრება თეთრეული ცხელ დღეებში უფრო სწრაფად?

4. შემოხაზეთ სწორი ვარიანტი:

4.1. სველი ტანსაცმელი ზამთარშიც შრება, ამის მიზეზია, ის რომ

- ა) აორთქლება მიმდინარეობს ნებისმიერ ტემპერატურაზე
- ბ) აორთქლება დამოკიდებულია ატმოსფერულ წნევაზე
- გ) მოლეკულები ზამთარში უფრო სწრაფად მოძრაობენ

4.2. სუბლიმაცია არის:

- ა) მყარი სხეულის აორთქლება
- ბ) სითხის ადუღება
- გ) ორთქლიდან სითხეში მოლეკულების გადასვლა

4.3. კრისტალიზაცია ჰქვია

- ა) მყარი სხეულის აორთქლება
- ბ) სითხის ადუღება
- გ) ნივთიერების გადასვლას თხევადიდან მყარ მდგომარეობაში

4.4. კონდენსაცია ჰქვია

- ა) ნივთიერების გადასვლას თხევადიდან მყარ მდგომარეობაში
- ბ) ორთქლიდან სითხეში მოლეკულების გადასვლა
- გ) სითხის ადუღება

4.5. სითხის დუღილის ტემპერატურა

- ა) დამოკიდებულია გარე წნევაზე და მინარევებზე.
- ბ) არ არის დამოკიდებული გარე წნევაზე და მინარევებზე
- გ) ცალსახა პასუხს ვერ გავცემთ

5. მოცემულია სიტყვათა არეული რიგი და შეადგინეთ წინადადება:

ორთქლი, ენერგიას, რომელიც, კონდენსაციისას, მისი, წარმოქმნისას, გამოყოფს, დაიხარჯა

ტემპერატურა, არ, პროცესში, სითხის, დუღილის, იცვლება

ინტენსიური, შიგნით, არის, დუღილი, ორთქლადქცევა, და, ზედაპირზე, სითხის

დღეებში, უფრო, ცხელ, სწრაფად, თეთრეული, ვიდრე, შრება, სიცივეში

შეიძლება, აორთქლებით, ორთქლადქცევა, და, განხორციელდეს, დუღილით

6. დაასრულეთ წინადადება ქვემოთ მოცემული სიტყვების გამოყენებით:

გაცივება, უბრუნდებიან, მცირდება, სხვადასხვაა, არამდგრადია

მყარი სხეულისთვის ამორთქული მდგომარეობა

სხვადასხვა სითხის დუღილის ტემპერატურა

სითხის ზედაპირზე წნევის შემცირებით დუღილის ტემპერატურა

სითხის ზედაპირთან უნესრიგოდ მოძრავი ორთქლის მოლეკულების ნაწილი, რომლებმაც დაკარგეს ენერგია, სითხეს

ორთქლი რომ სითხედ იქცეს საჭიროა მისი

7. იპოვე შესაბამისობა:

- | | |
|------------------|--|
| 1. დნობა | გადასვლა მყარი მდგომარეობიდან აირადში |
| 2. კრისტალიზაცია | გადასვლას თხევადიდან აირად მდგომარეობაში |
| 3. ორთქლადქცევა | გადასვლას თხევადიდან მყარ მდგომარეობაში |
| 4. აქროლება | გადასვლა მყარი მდგომარეობიდან თხევადში |

8. აღადგინეთ წინადადება ქვემოთ მოცემული სიტყვების გამოყენებით:

ტემპერატურაზე, სითბოს, დნება, არ, თხევადიდან

ნივთიერების გადასვლას აირად მდგომარეობაში ორთქლადქცევა ეწოდება. დუღილი რომ შეწყდეს, საჭიროა დუღილის ტემპერატურის შენარჩუნება რაოდენობის მიწოდებით. კრისტალური ნივთიერება ნორმალური ატმოსფერული წნევისას იმავე მყარდება, რომელზეც

9. შეადგინეთ გეგმა:

თემა 28

ელექტრული მოვლენები

27 საუკუნის წინ ბერძენმა სწავლულებმა შეამჩნიეს, რომ შალზე ხახუნის შედეგად ქარვა იზიდავს მსუბუქ სხეულებს.

სიტყვა „ქარვა“ ბერძნულად ნიშნავს ელექტრონს. აქედან წარმოსდგა სიტყვა „ელექტრობა“ და ამ მოვლენის აღმნიშვნელი გახდა. შემდგომში აღმოჩნდა, რომ მსგავსი თვისებები აქვს არამხოლოდ ქარვას.

ხახუნის შედეგად ერთი სხეული მეორეს იზიდავს, ამბობენ, რომ ამ დროს სხეული იძენს ელექტრულ მუხტს, ანუ, იმუხტება.

დამუხტვას რაოდენობრივად მუხტის სიდიდით ახასიათებენ.

მუხტის ერთეული SI სისტემაში არის კულონი. მუხტი აღინიშნება q (ქიუ) ასოთი.

დამუხტული სხეულები ელექტრულად ურთიერთქმედებენ - მიიზიდებიან ან განიზიდებიან. დადგინდა, რომ ბუნებაში ელექტრული მუხტი ორი სახისაა. პირობითად ამ მუხტებს დადებითი და უარყოფითი მუხტი უწოდეს.

ცდებისა და დაკვირვებების შედეგად დადგინდა, რომ ერთნაირი ნიშნის მუხტის მქონე სხეულები განიზიდებიან, სხვადასხვა ნიშნის მუხტის მქონე სხეულები კი მიიზიდებიან.

ყოველი სხეული უმცირესი ნაწილაკებისაგან - ატომებისაგან შედგება. სხეულთა დამუხტვის მიზეზი რომ გავიგოთ, მისი შემადგენელი ატომების აღნაგობა უნდა შევისწავლოთ.

ნებისმიერი ატომი შედგება ბირთვისგან და მის გარშემო ორბიტებზე მოძრავი ელექტრონებისაგან. ბირთვი თავის მხრივ, უმცირესი ნაწილაკებისაგან - პროტონებისა და ნეიტრონებისაგან შედგება. თვალსაჩინოდ რომ წარმოვიდგინოთ ელექტრონების ბირთვის გარშემო მოძრაობა, ის შეიძლება შევადაროთ მზის გარშემო პლანეტების მოძრაობას. პირველად ასეთი მოდელი ინგლისელმა ფიზიკოსმა რებერფორდმა დაადგინა და მას ატომის პლანეტარული მოდელი უწოდეს.

აღმოჩნდა, რომ პროტონის მასა ელექტრონის მასაზე 1840-ჯერ მეტია და ზომაც გაცილებით დიდი აქვს.

პროტონებს და ელექტრონებს გააჩნია სიდიდით ტოლი უმცირესი მუხტი, რომლებიც მხოლოდ ნიშნით განსხვავდებიან ერთმანეთისაგან. ამ მუხტს ელემენტარულ მუხტს უწოდებენ. ამასთან, პროტონი დადებითად არის დამუხტული, ელექტრონი - უარყოფითად (პირობითად $+1$; -1). ერთი პროტონი ერთ ელექტრონს ანეიტრალებს. ნეიტრონებს ელექტრონული მუხტი არ გააჩნია.

სხვადასხვა ელემენტის ატომები ერთმანეთისაგან პროტონების, ნეიტრონებისა და ელექტრონების რიცხვით განსხვავდებიან, მაგრამ ნებისმიერი ელემენტის ატომი ელექტრონსა და პროტონს თანაბარი რაოდენობით შეიცავს, ამიტომ ატომი, ჩვეულებრივ, ელექტრულად ნეიტრალურია.

ნეიტრალური ატომი შეიძლება ელექტრული მუხტის მქონე ნაწილაკად - იონად იქცეს, თუ ის ერთ ან რამდენიმე ელექტრონს შეიძენს ან გასცემს.

იონი არის დამუხტული ნაწილაკი, ანუ ატომი შეიძლება დაიმუხტოს დადებითად ან უარყოფითად. ატომი დადებითადაა დამუხტული, თუ პროტონების რაოდენობა აჭარბებს ელექტრონების რაოდენობას, ხოლო თუ ელექტრონების რაოდენობა აჭარბებს პროტონების რაოდენობას, ატომი იმუხტება უარყოფითად.

ხახუნის შემდეგ ნეიტრალური სხეულები საპირისპირო ნიშნისა და ტოლი სიდიდის მუხტებით იმუხტებიან. ხახუნის შედეგად მუხტი არ წარმოიქმნება, ამ დროს მხოლოდ დადებითი და უარყოფითი მუხტების განცალკევება ხდება. ეს ნიშნავს, რომ სხეულთა დამუხტვისას ყოველთვის სრულდება ელექტრული მუხტის მუდმივობის კანონი:

სხეულებს შორის მუხტი შეიძლება სხვადასხვანაირად გადანაწილდეს, მაგრამ ჯამური მუხტი უცვლელი რჩება.

ეს კანონი სამართლიანია ჩაკეტილი სისტემისთვის, ანუ ისეთი სისტემისთვის, რომელიც მის გარეთ არსებულ სხეულებს არ გადასცემს და ასევე მათგან არ ღებულობს ელექტრულ მუხტს.

მეცნიერები სხეულებს იმის მიხედვით აჯგუფებენ, ხახუნისას სხეული შედარებით ადვილად გასცემს ელექტრონებს თუ მიიერთებს. დამუხტულ სხეულს შეუძლია ნეიტრალური სხეულების მიზიდვაც.

როდესაც ვიღებთ წიგნს, ვხევთ ქალაქს და სხვ. ყველა ამ შემთხვევაში სხეულს უშუალოდ ვხეებით. მაგრამ არსებობენ ძალები, რომლებიც სხეულთან შეხების გარეშე მოქმედებენ.

დედამინას ირგვლის აკრავს სივრცე - არე, რომელშიც დედამინის მიზიდულობა მოქმედებს. დედამინა ამ არეში არსებულ ნებისმიერ სხეულს იზიდავს - იმის მიუხედავად, უშუალოდ ვხევა თუ არა მას. ამ არეს **გრაავიტაციული ველი** ჰქვია.

მეცნიერები ველს სივრცის იმ ნაწილს უწოდებენ, რომელშიც ერთი სხეული მოქმედებს მეორეზე შეხების გარეშე. ელექტრული ველი ისეთი ველია, რომელსაც წარმოქმნის დამუხტული სხეული

ინგლისელი ფიზიკოსი - მაიკლ ფარადეი იყო პირველი, ვინც ივარაუდა, რომ დამუხტული სხეულები სივრცეში ქმნიან ელექტრულ ველს, რომლის საშუალებითაც ისინი ურთიერთქმედებენ. ერთი სხეულის ველი მოქმედებს მეორეზე და პირიქით. ძალას, რომლითაც ელექტრული ველი მოქმედებს მასში შეტანილ ელექტრულ მუხტზე, **ელექტრული ძალა** ეწოდება. არ შეიძლება არსებობდეს მუხტი, ისე, რომ მის გარშემო არ იყოს ელექტრული ველი. ელექტრულ ველს ახასიათებს შემდეგი თვისებები:

1. ველი გრძნობათა ორგანოებით უშუალოდ არ აღიქმება. ის ჩვენგან დამოუკიდებლად არსებობს
2. ველის არსებობას ადასტურებს მისი მოქმედება მასში შეტანილ სხეულზე
3. ველი განუსაზღვრელია სივრცეში
4. სივრცეში ერთსა და იმავე წერტილში შეიძლება რამდენიმე ველი არსებობდეს.

ნივთიერებებს, რომლებშიც თავისუფლად გადაადგილდებიან ელექტრული მუხტები, **გამტარები** ეწოდება.

გამტარებს მიეკუთვნება: მეთალები, ნიადაგი, მარილები, მჟავები. ელექტრული მუხტის კარგი გამტარია ადამიანის სხეულიც.

ნივთიერებებს, რომლებშიც ელექტრული მუხტები თავისუფლად ვერ გადაადგილდებიან, იზოლატორები ან დიელექტრიკები ეწოდება.

ტექსტზე მუშაობა

1. ამოიწერეთ ტექსტიდან ახალი სიტყვები და ტერმინები. მოიძიეთ ლექსიკონში და განმარტეთ:

2. შეადგინეთ წინადადებები ამ ტერმინების გამოყენებით:

3. ჩაწერეთ სიტყვები „ერთნაირი“ ან „განსხვავებული“

1. მინის ღრეროები დამუხტვის შემდეგ ერთმანეთთან მიიზიდება, ე. ი. მათ მუხტი აქვთ.

2. ებონიტი და მინის ღრეროები დამუხტვის შემდეგ განიზიდებიან, ე.ი. მათ მუხტი აქვთ.

4. შემოხაზეთ სწორი ვარიანტი:

4.1. რომელია მცდარი მტკიცება:

- ა) პროტონი პროტონს განიზიდავს
- ბ) პროტონი ელექტრონს მიიზიდავს
- გ) ელექტრონი ელექტრონს მიიზიდავს

4.2. მოცემული სხეული ხახუნით იმუხტება:

- ა) ყოველთვის დადებითად
- ბ) ყოველთვის უარყოფითად
- გ) ხან დადებითად, ხან უარყოფითად

4.3. რომელი გამონათქვამია მცდარი:

- ა) დაუმუხტავი სხეულები ურთიერთქმედებენ ელექტრული ძალებით
- ბ) დამუხტული სხეულების დაუმუხტავ სხეულთან შებებისას მუხტები დამუხტული სხეულიდან დაუმუხტავზე მოლიანად გადადის
- გ) სხეულები იმუხტება მათი მჭიდრო შებებისა და შემდგომი განცალკევებისას

4.4. რეკომენდებულია, რომ მიღები, საბურავები და ბენზინგასამართი სადგურის იატაკი დამზადებული იყოს

- ა) გამტარი მასალისაგან
- ბ) არაგამტარისაგან
- გ) ნახევარგამტარისაგან

5. უპასუხეთ კითხვებს:

5.1. რამდენი სახის ელექტრული მუხტი არსებობს?

5.2. რისგან შედგება ატომი?

5.3. რას უდრის ატომის მუხტი?

5.4. როგორ არის დამუხტული პროტონი?

5.5. როგორ არის დამუხტული ელექტრონი?

5.6. რაში მდგომარეობს მუხტის მუდმივობის კანონი?

6. მოცემულია სიტყვათა არეული რიგი და შეადგინეთ წინადადება:

დამუხტვის, ელექტროსტატიკური, დროს, აღიძვრება, სხეულთა, ძალები

უშუალოდ, ველი, გრძნობათა, აღიქმება, არ, ორგანოებით

არსებობას, მისი, შეტანილ, ველის, მასში, სხეულზე, მოქმედება, ადასტურებს

რომლებშიც, ნივთიერებებს, გადაადგილდებიან, მუხტები, ენოდება, გამტარები, ელექტრული, თავისუფლად

7. აღადგინეთ წინადადება ქვემოთ მოცემული სიტყვების გამოყენებით:

მუხტების, სივრცის, შეტანილ, ელექტრული, შეიძლება, ველი, თავისუფლად, იზოლატორები

ნივთიერებებს, რომლებშიც ელექტრული მუხტები ვერ გადაადგილდებიან,
ან დიელექტრიკები ენოდება. სივრცეში ერთსა და იმავე შეიძლება რამდენიმე
..... არსებობდეს. ძალას, რომლითაც ველი მოქმედებს მასში
ელექტრულ მუხტზე, ელექტრული ძალა ენოდება. მეცნიერები ველს იმ ნაწილს
ენოდებენ, რომელშიც ერთი სხეული მოქმედებს მეორეზე გარეშე.

8. შეადგინეთ გეგმა მასწავლებლის დახმარებით:

9. გადმოეცით ტექსტი თხრობით (თქვენი სიტყვებით, შედგენილი გეგმის მიხედვით).

10. დაწერეთ ტექსტის შინაარსი:

თემა 29 ელექტრული დენი

მრავალი ცდა ადასტურებს, რომ ელექტრული მუხტი გადაადგილდება.

მეტალებში მუხტის გადატანა ხდება თავისუფალი ელექტრონებით. გარდა თავისუფალი ელექტრონებისა, მუხტის გადამტანი შეიძლება იყოს დადებითი და უარყოფითი იონები.

თუ გამტარში შევქმნით ელექტრულ ველს, ელექტრული ძალის მოქმედებით გამტარის დამუხტული ნაწილაკები ამოძრავდებიან გარკვეული მიმართულებით - გამტარში აღიძვრება ელექტრული დენი.

ელექტრული დენი არის დამუხტული ნაწილაკების მიმართული მოძრაობა.

ელექტრული დენის არსებობა მულაგნდება მისი სითბური, ქიმიური და მაგნიტური მოქმედებით.

მაგალითად, დენის გავლისას გამტარი თბება - ეს სითბური მოქმედება; ეს მოვლენა განაპირობებს ელექტროსახურებელი მოწყობილობების მოქმედებას.

ელექტრულ დენს შეუძლია შეცვალოს ნივთიერების ქიმიური შედგენილობა. შაბიამნის ხსნარში დენის გავლისას მიიღება სუფთა სპილენძი - ეს ქიმიური მოქმედებაა.

დენიან გამტარს გააჩნია მაგნიტური თვისებები. იგი ჩვეულებრივი მაგნიტის მსგავსად იზიდავს რკინის საგნებს - ეს მაგნიტური მოქმედებაა.

პრაქტიკული გამოყენება აქვს დენს, რომელიც გამტარში ხანგრძლივი დროის განმავლობაში გადის.

გამტარში, როგორ ავლნიშნეთ, დენის აღძვრის მიზეზი არის ელექტრული ველი, თუ შევძლებთ გამტარში ელექტრული ველის შენარჩუნებას, მაშინ მასში დენი იარსებებს.

მოწყობილობა, რომელიც გამტარში ელექტრულ ველს განუწყვეტლივ ინარჩუნებს, არის **დენის წყარო**.

ელექტრული დენის მიმართულებად მიღებულია დადებითად დამუხტულ ნაწილაკთა მოძრაობის მიმართულება, ე.ი. მიმართულება დენის წყაროს დადებითი პოლუსიდან უარყოფითისაკენ.

ელექტრული დენის აღძვრისა და შენარჩუნებისათვის აუცილებელი პირობაა გამტარში არსებობდეს დამუხტული ნაწილაკები, გამტარის ბოლოებს (**პოლუსებს**) შორის კი პოტენციალთა სხვაობა.

პოტენციალთა სხვაობა არის სიდიდე, რომელიც ტოლია ველის ერთი წერტილიდან მეორეში მუხტის გადაადგილებისას შესრულებული მუშაობის შეფარდობისა ამ მუხტთან. ხშირად პოტენციალთა სხვაობას უწოდებენ ძაბვას და აღნიშნავენ U ასოთი. იგი ელექტრული ველის ენერგეტიკული მახასიათებელია.

ერთეულთა SI სისტემაში ძაბვის ერთეულად მიღებულია **1 ვოლტი** (1 ვ).

ელექტრული დენის ძირითადი რაოდენობრივი მახასიათებელია **დენის ძალა**.

დენის ძალა ეწოდება გამტარის განიკვეთში დროის შუალედში გავლილი მუხტის შეფარდებას ამ დროის შუალედთან.

დენის ძალა აღინიშნება I (ი) ასოთი. დრო t და მუხტი q , მაშინ დენის ძალა გამოისახება შემდეგი ფორმულით: $I=q/t$.

დენის ძალის ერთეულად SI სისტემაში მიღებულია **1ამპერი** (1ა). ელექტროდენი ძალის საზომი ხელსაწყოა **ამპერმეტრი** (A)

თუ დენის ძალა დროის მიხედვით უცვლელია, მაშინ გამტარში გადის **მუდმივი დენი**.

დენის ძალა სკალარული სიდიდეა.

(1) ფორმულიდან $q = I \cdot t$, საიდანაც შეგვიძლია დავადგინოთ მუხტის ერთეული. დავუშვათ, $I = 1ა$, $t = 1წმ$, მაშინ $q = 1ა \cdot 1წმ = 1კ$

კულონი არის ელექტრული მუხტი, რომელიც 1წმ -ში გადის გამტარის განიკვეთში 1ა მუდმივი დენის დროს.

როგორც აღვნიშნეთ, გამტარში ელექტრულ ველს ქმნის მონაცობილობა - დენის წყარო.

დენის წყაროები სხვადასხვა სახისაა (გალვანური ელემენტი, აკუმულატორები, გენერატორები), მაგრამ ყველა მათგანში სრულდება მუშაობა დადებითად და უარყოფითად დამუხტული ნაწილაკების განცალკევებისათვის. ეს ნაწილაკები გროვდება დენის წყაროს პოლუსებზე. დენის წყაროს ერთი პოლუსი იმუხტება დადებითად დამუხტულ ელექტროდს **ანოდი** ეწოდება, ხოლო მეორე პოლუსი - უარყოფითია. უარყოფითად დამუხტულ ელექტროდს ეწოდება **კათოდი**.

პოლუსები ქმნიან ელექტრულ ველს, ამიტომ თუ პოლუსებს შევადრებთ გამტარით, მაშინ ამ ველის გავლენით გამტარის თავისუფალი დამუხტული ნაწილაკები დაიწყებენ მოძრაობას გარკვეული მიმართულებით - გამტარში გაივლის ელექტრული დენი. დენის წყარო, შემადგენელი სადენები და ელექტროენერჯის მომხმარებლები ქმნიან **ელექტრულ წრედს**. ეს არის გზა, რომელზეც ელექტრონების ნაკადი მიედინება. წრედის შემადგენელ ყველა ნაწილს თავისი პირობითი აღნიშვნა აქვს. ნახაზს, რომელზეც პირობითი ნიშნებით წრედში ჩართული ელექტრული ხელსაწყოები და მათი შეერთების თანმიმდევრობაა გამოსახული, **სქემა** ეწოდება.

წრედში რომ მუდმივმა დენმა გაიაროს, წრედი უნდა იყოს **ჩაკეტილი**. თუ წრედი რომელიმე ნაწილში განწყდა, მაშინ წრედში დენი შეწყდება. ამაზე დაფუძნებული ჩამრთველების, ღილაკების და სხვა მონაცობილობების მოქმედება, რომელთა საშუალებით ხდება წრედში დენის ჩართვა და გამორთვა.

დამუხტული ნაწილაკების მიმართული მოძრაობისას მათზე მოქმედი ელექტრული ძალა ასრულებს მუშაობას, რომელსაც **დენის მუშაობა** ეწოდება. და იგი დამოკიდებულია გამტარში გამავალ დენზე. დენის მუშაობა იზრდება 1წმ-ში გამტარის განიკვეთში გამავალი მუხტის გაზრდის შედეგად.

მიმდევრობით შევადრეთ ბინის გასანათებელი 25ვტ -იანი სიმძლავრის ნათურა და ჯიბის ფარნის ნათურა, რომელიც გაანგარიშებულია არანაკლებ 0.3ა დენზე. ჩავრთოთ ნათურები განათების ქსელში. დავინახავთ, რომ ბინის გასანათებელი ნათურა გაცილებით მეტ სინათლეს და სითბოს გამოყოფს, ვიდრე ჯიბის ფარნის ნათურა. მაშასადამე, დროის ერთსა და იმავე შუალედში ერთი და იმავე მუხტის გავლისას 25ვტ სიმძლავრის ნათურაში ელექტრული დენის

მუშაობა გაცხილებით მეტია, ვიდრე ჯიბის ფარნისაში. მაშასადამე, დენის მუშაობა დამოკიდებულია არა მარტო გამტარში გამავალ მუხტზე, არამედ **ძაბვაზეც**.

ფიზიკურ სიდიდეს, რომელიც გვიჩვენებს თუ რა მუშაობას ასრულებს ელექტრული დენი წრედის უბანში 1კულონი მუხტის გადაადგილებისას ძაბვა ეწოდება და გამოისახება შემდეგი ფორმულით: $U=A/q$, სადაც U ძაბვა ანუ პოტენცილათა სხვაობა, A - შესრულებული მუშაობა და q - მუხტი.

ელექტრული წრედის ნებისმიერ ორ წერტილს შორის ძაბვას ზომავენ ხელსაწყოთი, რომელსაც **ვოლტმეტრი** (V) ეწოდება.

ტექსტზე მუშაობა

1. ამოიწერეთ ტექსტიდან ახალი სიტყვები და ტერმინები. მოიძიეთ ლექსიკონში და განმარტეთ:

2. შეადგინეთ წინადადებები ამ ტერმინების გამოყენებით:

3. უპასუხე კითხვებს:

3.1. რა არის ელექტრული დენი?

3.2. რა მიმართულება აქვს ელექტრულ დენს გამტარში?

3.3. რა არის აუცილებელი გამტარში დენის არსებობისათვის?

3.4. რაზეა დამოკიდებული ელექტრული დენის მუშაობა?

3.5. რომელი ფორმულით განისაზღვრება დენის მუშაობა?

4. შემოხაზეთ სწორი ვარიანტი:

4.1. ელექტრული დენი არის

- ა) ატომების მონესრიგებული მოძრაობა
- ბ) მეიტრონების მონესრიგებული მოძრაობა
- გ) დამუხტული ნაწილაკების მონესრიგებული მოძრაობა

4.2. ელექტრულ დენს წარმოქმნის

- ა) დენის გამტარები
- ბ) დენის წყაროები
- გ) ჩამრთველები

4.3. ჩამრთველები გამოიყენება, რათა ელექტრული წრედი

- ა) გაათბოს ან გააციოს
- ბ) დამუხტოს ან განმუხტოს
- გ) შეკრას ან განართოს

4.4. პირობითად დენის მიმართულებად მიიღეს ის მიმართულება, საითაც მოძრაობენ

- ა) დადებითი მუხტები
- ბ) უარყოფითი მუხტები
- გ) ელექტრონები

4.5. დენის ძალის ერთეულად მიღებულია

- ა) ამპერი ბ) კულონი გ) ვოლტი დ) ნიუტონი

4.6. მუხტის ერთეულად მიღებულია

- ა) ამპერი ბ) კულონი გ) ვოლტი დ) კილოგრამი

5. მრავალწერტილების ნაცვლად ჩასვით გამოტოვებული სიტყვები:

დროის, დადებითად, მუშაობა, ქიმიური, რაოდენობრივი, არსებობა, მოქმედებით
ელექტრული დენის მულავნდება მისი სითბური, ქიმიური და მაგნიტური
ელექტრული დენის ძირითადი მახასიათებელია დენის ძალა.

თემა 30

წინალობა.

გამტართა მიმდევრობითი და პარალელური შეერთება

გამტარში გამავალი დენის ძალა, გარდა ძაბვისა, წრედის უბანზე გამტარის თვისებებზეცაა დამოკიდებული.

შევვცადოთ ავხსნათ, რატომ არის ეს ასე. გავხსენოთ, რომ ელექტრული დენი ელექტრული ველის გავლენით დამუხტული ნაწილაკების **მოწესრიგებული მოძრაობაა**. მაგრამ დამუხტული ნაწილაკები სიცარიელეში არ მოძრაობენ. მაგ, ლითონებში თავისუფალი ელექტრონები კრისტალურ მესერში გადაადგილდებიან, რომლის კვანძებში დადებითი იონებია განლაგებული. თავისუფალი ელექტრონები ამ იონებთან ურთიერთქმედებენ და მათ იმ ენერჯის ნაწილს გადასცემენ, რომელიც ელექტრული ველის მოქმედების შედეგად აქვთ. იონების ენერჯია იზრდება, რის შედეგადაც გამტარის ტემპერატურა იმატებს. რადგან ენერჯის ნაწილს კარგავენ, ელექტრონების სიჩქარე იკლებს, რაც შესაბამისად გამტარში დენის ძალის შემცირებას იწვევს. ასე რომ, ნებისმიერი გამტარი მასში გამავალ დენს აფერხებს, რადგან მას გარკვეულ წინააღმდეგობას უწევს. ამის მიზეზი კი ლითონში კრისტალური მესრის კვანძებში განლაგებულ იონებთან თავისუფალი ელექტრონების ურთიერთქმედებაა.

ფიზიკურ სიდიდეს, რომელიც გამტარის მხრიდან მასში გამავალი დენისადმი წინააღმდეგობას ახასიათებს გამტარის ელექტრული წინალობა ან უბრალოდ **წინალობა** ჰქვია. ელექტრული წინალობა აღინიშნება R ან r ასოთი.

სხვადასხვა გამტარს სხვადასხვა წინალობა აქვს მათი კრისტალური მესრის განსხვავებული აგებულების, აგრეთვე სიგრძისა და განივკვეთის ფართობის სხვადასხვაობის გამო.

გამტარის წინალობა დამოკიდებულია არა მარტო ამ ნივთიერების გვარობაზე, რომლისგანაც დამზადებულია გამტარი, არამედ გამტარის გეომეტრიულ ზომებზეც.

გამტარის წინალობა პირდაპირპროპორციულია გამტარის სიგრძის, უკუპროპორციულია მისი განივკვეთის ფართობისა და დამოკიდებულია ნივთიერების გვარობაზე: $R = \rho l/S$, სადაც l სიგრძეა, S - ფართობი, ρ - ნივთიერების კუთრი წინალობა.

გერმანელმა მეცნიერმა გეორგ ომმა შეისწავლა კავშირი, წრედის უბანზე, დენის ძალასა, ძაბვასა და წინალობას შორის და დაადგინა, რომ წრედის უბანზე დენის ძალა პირდაპირპროპორციულია ამ უბანზე მოდებული ძაბვისა და უკუპროპორციულია მისი წინალობისა: $I = U/R$, - აქედან $R=U/I$, სადაც R (ერ) - არის წინალობა.

წინალობის ერთეულად SI სისტემაში მიღებულია 1 ომი. 1ომი = 1ვოლტი/1ამპერი

ომის კანონიდან გამომდინარე, წინალობის შემცირებით დენის ძალა იზრდება. თუ დენის ძალამ გადააჭარბა მოცემული წრედისთვის დასაშვებ მნიშვნელობას, მაშინ ადგილი აქვს მოკლე ჩართვას. ამ დროს ელექტრული ხელსაწყოები შეიძლება გამოვიდეს მწყობრიდან,

გამტარები გავარვარდეს და ეს გახდეს ხანძრის მიზეზი.

ელექტრული წრედი ძირითადად შეიცავს ელექტრული ენერჯის რამდენიმე მომხმარებელს (გამტარს), რომლებიც ერთმანეთთან შეერთებულია მიმდევრობით ან პარალელურად.

წრედში გამტარები მიმდევრობითაა შეერთებული, თუ ისინი წრედში ერთიმეორის შემდეგ ისეა ჩართული, რომ მათ შემაერთებელ სადენებს განშტოებები არა აქვს. წრედში გამტართა მიმდევრობითი შეერთებისას ექსპერიმენტულად მიღებული კანონზომიერებები ასე ჩამოყალიბდება:

1. დენის ძალა წრედის ყველა უბანში ერთნაირია: $I_1 = I_2 = I_3 = I$

2. საერთო ძაბვა წრედში მიმდევრობით შეერთებულ გამტართა ბოლოებზე არსებულ ძაბვათა ჯამის ტოლია: $U = U_1 + U_2$

3. მიმდევრობით შეერთებულ გამტართა ბოლოებზე ძაბვები გამტართა წინააღობის პირდაპირპროპორციულია: $U_1/U_2 = R_1/R_2$

4. გამტართა საერთო წინააღობა ცალკეულ გამტართა წინააღობების ჯამის ტოლია: $R = R_1 + R_2 + R_3$

გამტართა მიმდევრობითი შეერთებისას წრედის საერთო წინააღობა იზრდება.

პარალელური შეერთებისას გამტართა ერთი ბოლოები შეერთებულია ერთ კვანძად, მეორე ბოლოები - მეორე კვანძად. წრედში გამტართა პარალელური შეერთებისას ექსპერიმენტულად მიღებული შედეგები ასე ჩამოყალიბდა:

1. ძაბვა პარალელურად შეერთებულ გამტართა ბოლოებზე ერთნაირია: $U_1 = U_2 = U_3 = U$

2. დენის ძალა მთელ წრედში ცალკეულ გამტარებში გამავალი დენის ძალათა ჯამის ტოლია: $I = I_1 + I_2 + I_3$

3. დენის ძალა პარალელურად შეერთებულ გამტარებში გამტართა წინააღობის უკუპროპორციულია: $I_1/I_2 = R_2/R_1$

4. გამტართა საერთო წინააღობა გამოითვლება ფორმულით: $1/R = 1/R_1 + 1/R_2 + 1/R_3$

გამტართა პარალელური შეერთებისას წრედის საერთო წინააღობა მცირდება.

გამტარში დამუხტულ ნაწილაკთა მონესრიგებული მოძრაობის დროს ელექტრული ველი ასრულებს მუშაობას. ამ მუშაობას **დენის მუშაობა** ეწოდება.

ვთქვათ, t დროის შუალედში გამტარის განივკვეთი გადის q მუხტი, მაშინ ელექტრული ველი ასრულებს მუშაობას, რომელიც ფორმულით ასე გამოისახება: $A = q U$ ან $A = IUt$.

წრედის უბანზე დენის მუშაობა ტოლია დენის ძალის ნამრავლისა ძაბვასა და იმ დროის შუალედზე, რომელშიც მუშაობა შესრულდა.

კანონი სითბოს რაოდენობის შესახებ, რომელსაც დენიანი გამტარი გამოყოფს გარემოში, პირველად ექსპერიმენტულად დაადგინეს ინგლისელმა მეცნიერმა ჯოულმა და რუსმა მეცნიერმა ლენცმა. ამიტომ ამ კანონს **ჯოულ-ლენცის კანონი** ეწოდება და შემდეგი სახით გამოითქმის: დენიანი გამტარის მიერ გამოყოფილი სითბოს რაოდენობა ტოლია დენის ძალის კვადრატის, გამტარის წინააღობისა და გამტარში დენის დინების დროის ნამრავლისა.

გამყოფილი სითბო აღინიშნება Q (ქუ) ასოთი: $Q = I^2 R t$

ფორმულა სამართლიანია ნებისმიერი სახის გამტარისათვის.

ნებისმიერი ელექტრული ხელსაწყო გაანგარიშებულია დროის ერთეულში განსაზღვრული ენერჯის მოსახმარებლად, ამიტომ დენის მუშაობასთან ერთად დიდი მნიშვნელობა აქვს დენის სიმძლავრის ცნებას. **ელექტრული დენის სიმძლავრე** არის სიდიდე, რომელიც გვიჩვენებს, რა მუშაობას ასრულებს დენი დროის ერთეულში. დენის სიმძლავრე აღინიშნება P ასოთი და გამოითვლება ფორმულით: $P = A/t = IU = I^2 R = U^2/R$.

ერთეულთა საერთაშორისო SI სისტემაში სიმძლავრის ერთეულად მიღებულია 1 ვატი (ვტ). $1\text{ვტ} = 1\text{ა} \cdot 1\text{ვ}$. ვატი შედარებით მცირე სიმძლავრეა. პრაქტიკაში გამოიყენება ვატის ჯერადი ერთეულები.

ტექსტზე მუშაობა

1. ამოიწერეთ ტექსტიდან ახალი სიტყვები და ტერმინები. მოიძიეთ ლექსიკონში და განმარტეთ:

_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____

2. შეადგინეთ წინადადებები ამ ტერმინების გამოყენებით:

3. აღადგინეთ წინადადება შემდეგი სიტყვების გამოყენებით:

გვარობაზე, პარალელურად, დროის, წინააღმდეგობას, გეომეტრიულ, მეტია, ნაკლებია
წინალობა მით მეტია, რაც გამტარის სიგრძე და გამტარის
განივკვეთის ფართობი. ნებისმიერი გამტარი მასში გამავალ დენს აფერხებს, რადგან

მას გარკვეულ უწევს. გამტარის წინაღობა დამოკიდებულია არა მარტო ამ ნივთიერებისარამედ გამტარის ზომებზეც. ძაბვა შეერთებულ გამტართა ბოლოებზე ერთნაირია. დენის სიმძლავრე არის სიდიდე, რომელიც გვიჩვენებს, რა მუშაობას ასრულებს დენი ერთეულში.

4. დაასრულეთ წინადადებები შემდეგი სიტყვების გამოყენებით:

ერთნაირია, უკუპროპორციულია, საერთო, წინაღობას, იზრდება, მცირდება
გამტართა პარალელური შეერთებისას წრედის საერთო წინაღობა
გამტართა მიმდევრობითი შეერთებისას წრედის წინაღობა
წრედში გამტართა მიმდევრობითი შეერთებისას დენის ძალა წრედის ყველა უბანში
დენის ძალა პარალელურად შეერთებულ გამტარებში გამტართა წინაღობის
ფიზიკურ სიდიდეს, რომელიც გამტარის მხრიდან მასში გამავალი დენისადმი წინააღმდეგობას ახასიათებს, უწოდებენ გამტარის

5. უპასუხე კითხვებს:

5.1. რა არის სიმძლავრის ერთეული?

5.2. რისი ტოლია გამტარის მიერ გამოყოფილი სითბოს რაოდენობა?

5.3. რა არის წინაღობის ერთეული?

5.4. რა არის სიმძლავრე?

5.5. რას უდრის დენის მუშაობა?

6. შემოხაზეთ სწორი ვარიანტი:

6.1. გამტარში დენის გავლისას მისი ტემპერატურა:

- ა) იზრდება
- ბ) მცირდება
- გ) არ იცვლება
- დ) შეიძლება გაიზარდოს, შეიძლება შემცირდეს

6.2. სადენები, რომლებიც დენის წყაროს აერთებს ნათურასთან დამზადებულია

- ა) რეზინისგან
- ბ) პლასმასისგან
- გ) ლითონისგან
- დ) ზოგჯერ რეზინისგან, ზოგჯერ ლითონისგან

6.3. ლითონში ელექტრული დენი არის:

- ა) დადებითი იონების მონესრიგებული მოძრაობა
- ბ) უარყოფითი იონების მონესრიგებული მოძრაობა
- გ) თავისუფალი ელექტრონების მონესრიგებული მოძრაობა
- დ) იონებისა და თავისუფალი ელექტრონების მონესრიგებული მოძრაობა

6.4. მიმდევრობით შეერთებული გამტარების რაოდენობის გაზრდით წრედი წინააღობა

- ა) იზრდება
- ბ) მცირდება
- გ) უცვლელია
- დ) ზოგჯერ იზრდება, ზოგჯერ მცირდება

6.5. პარალელურად შეერთებული გამტართა რაოდენობის გაზრდისას რეალური წინააღობა

- | | |
|-------------|------------------------------------|
| ა) იზრდება | გ) უცვლელია |
| ბ) მცირდება | დ) ზოგჯერ იზრდება, ზოგჯერ მცირდება |

7. შეადგინეთ გეგმა:

8. გადმოეცით ტექსტი თხრობით (თქვენი სიტყვებით, შედგენილი გეგმის მიხედვით).

9. დაწერეთ ტექსტის შინაარსი:

10. შეავსეთ ცხრილი:

რა ვიცოდი	რა ვიცი	რა მინდა ვიცოდე