



ფიზიკა

სახელმძღვანელო

7



AZƏRBAYCAN RESPUBLİKASININ DÖVLƏT HİMNİ

Musiqisi *Üzeyir Hacıbəylinin,*
sözləri *Əhməd Cavadındır.*

Azərbaycan! Azərbaycan!
Ey qəhrəman övladın şanlı Vətəni!
Səndən ötrü can verməyə cümlə hazırız!
Səndən ötrü qan tökməyə cümlə qadırız!
Üçrəngli bayrağınla məsud yaşa!

Minlərlə can qurban oldu,
Sinən hər bə meydan oldu!
Hüququndan keçən əsgər,
Hərə bir qəhrəman oldu!

Sən olasan gülüstan,
Sənə hər an can qurban!
Sənə min bir məhəbbət
Sinəmdə tutmuş məkan!

Namusunu hifz etməyə,
Bayrağını yüksəltməyə
Cümlə gənclər müştəqdir!
Şanlı Vətən! Şanlı Vətən!
Azərbaycan! Azərbaycan!



ჰეიდარ ალიევი

აზერბაიჯანელი ხალხის საერთო ეროვნული ლიდერი

LaVine

იალჩინ ისლამზადე
ანარ ალლაჰვერდიევი
დუნიაშალი მემმელოვი

ფიზიკა

ზოგადსაგანმანათლებლო დაწესებულებების მე-7 კლასებისათვის
ფიზიკის საგნის სახელმძღვანელო (1-ელი ნაწილი)

©Azərbaycan Respublikası Elm və Təhsil Nazirliyi



Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0International (CC BY-NC-SA 4.0)

Bu nəşr Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International lisenziyası (CC BY-NC-SA 4.0) ilə www.trims.edu.az saytında əlçatandır. Bu nəşrin məzmunundan istifadə edərkən sözügedən lisenziyanın şərtlərini qəbul etmiş olursunuz:

İstinad zamanı nəşrin müəllif(lər)inin adı göstərilməlidir.

Nəşrdən kommersiya məqsədilə istifadə qadağandır.

Törəmə nəşrlər orijinal nəşrin lisenziya şərtlərilə yayılmalıdır.

გთხოვთ ამ გამოცემასთან დაკავშირებული თქვენი შენიშვნები და წინადადებები
გამოგზავნოთ trm@arti.edu.az და derslik@edu.gov.az ელექტრონულ
მისამართებზე. წინასწარ მადლობას მოგახსენებთ
ჩვენთან თანამშრომლობისათვის!

7

1-ელი ნაწილი

გაეცანით სახელმძღვანელოს

შესავალი

მოიცემა ინფორმაცია ბუნებისმეტყველების ცალკე აღებული სფეროს, ფიზიკის მეცნიერების ჩამოყალიბების ეტაპების შესახებ.

რას შეისწავლის ფიზიკა?

ბრუნეს თუ არა დედამისი შიშის გამო, თუ მუცელის დედამისის გამო, რაღაც ხდება მისი დამსწრე? როგორ ფიზიკისა დედამისი? რა არის დედამისის მოქმედება? რაღაც ხდება მისი დამსწრე?

დაახლოებით 2500 წლის წინათ ბერძენმა მეცნიერებმა პირველად სცადეს ელემენტარული ნივთიერების ბუნების შესწავლა. მათი მიზანმიმართული მკვლევარები, რომლებიც შეისწავლიდნენ ბუნებას, ასეთი იყვნენ: ფარადა, უოლტონი, ჰოლი, მეცნიერები, რომლებიც ატარებდნენ გამოცდებს ნივთიერების ამ სფეროში - ფიზიკისთვის.

"ფიზიკა" ბერძნული სიტყვაა და ნიშნავს წინასწარ, ცოდნის, ცოდნის, ცოდნის და არაფიქსირებულ მოვლეს. ზუსტად, ადრინდელი დედამისი, მათემატიკა, ფიზიკა, ფიზიკა და სხვა პლატონები, თანამედროვენი და უძველესები ერთად შეადგენენ ბუნების მეცნიერებას. ბუნების მეცნიერებები სცადენ მიიღონ ცოდნა ქვეყნის გარემოს შესახებ, სინათლისა და ხმის გავრცელების, ძალისა და მოძრაობის შესახებ, უნივერსალური კანონების, ბუნებაში წყლის წრებრუნისა და იმის შესახებ, თუ როგორ ხდება მთისა და მთიანეთის დასახლება.

ბუნებაში მდებარე მოვლენების ცვლილებები გამოვარდნა ხდება, მათემატიკის დედამისის გამოყენებით, ხოლო დედამისი - შიშის გამო, ხდება მისი ქმნის გამოყენება, წყლისა და ფიზიკის ცოდნის გამოყენებით. ნივთიერების გადართობის ერთი მეთოდია - იმისა და მათის, ცვლილების, რომლებიც მიმდინარეობს ბუნებაში, ბუნებრივი მოვლენები ან უნივერსალური მოვლენები ეწოდება.

სხეული და ნივთიერება

მოვლენები ხდება სხეულების მოძრაობით. სხეულის აქვს მასა, მოძრაობა სივრცეში ფორმისა და დიამეტრის გარკვეული მოვლენის სივრცეში. ფიზიკაში სხეული შეიძლება იყოს, როგორც ციფრული ინფორმაცია - ისე არაფიქსირებული მოვლენა.

A სხეული უფროსი, ხოლო B სხეული მცირესი.

განყოფილების პირველი გაგრძელება

წარმოდგენილია საინტერესო მონაცემები მეცნიერების, ბუნებისა და ტექნოლოგიის ისტორიიდან. გვერდზე მოცემული კითხვები დაგეხმარება გაიხსენოთ წინა ცოდნა და დააკავშიროთ ისინი განყოფილების თემებთან. ამ ნაწილის მასალა ახდენს მოცემულ განყოფილებაში შესწავლილ თემებზე საწყისი წარმოდგენების ფორმირებას.

განყოფილებაში "შეისწავლით" ჩამოთვლილია ცოდნა და უნარები, რომლებიც უნდა შეიძინოთ განყოფილების თემების საფუძველზე.

2 წრფივი მოძრაობა

1912 წელს გერმანელი მეცნიერი, რომელიც მიუძღვნა რეალური ამოცანის, ჩაიბრუნა ამოცანის წყაროს გამო. მოცემული იმის, რომ გერმანელი მეცნიერი, რომელიც მიუძღვნა რეალური ამოცანის, ჩაიბრუნა ამოცანის წყაროს გამო.

1. გერმანელი მეცნიერი, რომელიც მიუძღვნა რეალური ამოცანის, ჩაიბრუნა ამოცანის წყაროს გამო.

2. საინტერესოა თუ არა გერმანელი მეცნიერი, რომელიც მიუძღვნა რეალური ამოცანის, ჩაიბრუნა ამოცანის წყაროს გამო.

განყოფილებაში მოცემულია:

- ტექნიკური დროის მნიშვნელობის წრფივი და მოცემული მოძრაობის განხილვის საშუალება.
- მოძრაობის სიჩქარის შეფასების საშუალება.
- მოძრაობის სიჩქარის შეფასების საშუალება.

2.3 წრფივი თანაბარი მოძრაობა

წრფივად მოძრაობის სიჩქარეები ყოველ 10 წამში 60 მ/წმ-ს გადის.

როგორ იცვლება სიჩქარე, როგორ იცვლება სიჩქარე, როგორ იცვლება სიჩქარე?

საყვანო სიჩქარე

წრფივი მოძრაობა, თანაბარი მოძრაობა

ზოგჯერ სხეული მოძრაობს მიმართულების შეცვლილი, ამის მაგალითად შეიძლება დავახელოთ თვითმფრინავის გაფრენა ერთი მიმართულებით ან წრფივად მოძრაობის ავტომობილი (სურათი 1).

• თუ სხეული მოძრაობს წრფივად ტრეკტორიით, მაშინ მისი მოძრაობის, წრფივი მოძრაობა ეწოდება.

ზოგჯერ სხეული მოძრაობს გზას ან გზის ნაწილს გადის მუდმივი სიჩქარით. მაგალითად, ავტომობილის მოძრაობა სიჩქარის, ტრეკტორიის მოძრაობა ან ავტომობილის მოძრაობა გზის გარკვეულ მონაკვეთებზე შეიძლება იყოს მოძრაობა მუდმივი სიჩქარით. ასეთი მოძრაობისას გზა, რომელიც გაიარა სხეულმა ერთსა და იმავე დროში, იქნება თანაბარი (სურათი 2).

გზისა და გადაადგილების პონა

რესურსები: სახაზავი და ფარგალი.

საშუაშის მსგავსება:

1. დაახლოებით 5 სმ რადიუსის წრეწირი.
2. წრეწირი, რომელიც სურათზე ნაჩვენებია, დაყავით ოთხ ტილ ნაწილად და აღნიშნეთ A, B, C და D წერტილები.

განხილეთ:

1. სხეული მოძრაობს A წერტილიდან C წერტილში წრეწირის გარშემო, იპოვეთ მისი გადაადგილება და გავლილი გზა. (ნათვალზე $\pi = 3$).
2. თუ სხეული დაიწყო წრეწირის გარშემო მოძრაობას B წერტილიდან და დაბრუნდება ამ წერტილში, რისი ტოლი იქნება მისი გადაადგილება და გავლილი გზა?
3. თუ ცნობილი იქნება სხეულის გადაადგილება, რომელმაც დაიწყო მოძრაობა A წერტილიდან, შეიძლება თუ არა განვსაზღვროთ მის მიერ გავლილი გზა?

მოტივაცია

ამ ეტაპზე წარმოდგენილია ნაცნობი სიტუაციები და მათთან დაკავშირებული საკითხები. მოტივაციის ეტაპი მიმართულია საქმიანობის ეტაპების მომზადებასა და გაკვეთილების განმარტებაზე. ხდება სიტუაციის გაანალიზება, ამ საკითხებზე პასუხების საშუალებით გაიხსენება საწყისი ცოდნა თემაზე.

განმარტება

ხდება ახალი თემის განმარტება.

საქმიანობა

ეს არის პრაქტიკული დავალება, რომელიც სრულდება დასმულ საკითხზე პასუხის მოძებნისათვის. ამ საქმიანობის შედეგად ხდება ახალი თემების ძირითად საკითხებზე ყურადღების კონცენტრაცია და ვითარდება პროცესის უნარები.

მოთქმული-განხილული-გაზიარებული

წარმოდგენილი საკითხი გათვალისწინებულია თანაკლასელებთან პასუხების მოთქმულებისა და განხილვისათვის. მოსაზრებების დასაბუთება ასეთი დისკუსიების დროს ავითარებს დამოუკიდებელი აზროვნების უნარებს.

გადასახილველი-განხილული-გაზიარებული

რატომ გამოიყენება ცნება "საშუალო სიჩქარე"?

წარმოდგენილია საინტერესო ფაქტები
ბუნების, მეცნიერების ისტორიის,
ყოველდღიური ცხოვრებისა და
ტექნოლოგიის სფეროდან.

წარსულში ადამიანები ცდილობდნენ, ეწინააღმდეგებოდნენ ამინდის პირობები ცხოველების ქცევების მიხედვით. თანამედროვე პირობებში ამინდის პროგნოზის შედგენისათვის გამოიყენება მეტეოსადგურები ან ამინდის პროგნოზის სადგურები. ისინი აღჭურვილნი არიან ქარის სიჩქარის, ტემპერატურის, ჰაერის ტენიანობისა და სხვა პარამეტრების საზომი ხელსაწყო ანემომეტრით.



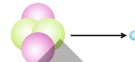
დასკვნა

გვეხმარება დავიმახსოვროთ
განყოფილების ჩარჩოებში
შესწავლილი ძირითადი
ცნებები თანამიმდევრულ და
განზოგადოებულ ფორმებში
ცნებების სქემის ან რუკის
დახმარებით.

კითხვები და დავალებები ამ განყოფილებაში გვეხმარებიან ახალი ცნებების სხვა სიტუაციებში გამოყენებაში. ასევე მიღებული ცოდნის გაღრმავებასა და განმტკიცებაში.

1. ალფა-ნაწილაკები შედგებიან ორი პროტონისა და ორი ნეიტრონისაგან. იცვლის თუ არა ცდის დროს ალფა-ნაწილაკი თავის მიმართულებას ოქროს ფირფიტის ატომებში ელექტრონებთან დაჯახებისას? დაახაზოთ თქვენი პასუხი მათი მსებების შედარებით.

2. წყალბადის ატომი შედგება ერთი პროტონისა და ერთი ელექტრონისგან. წყალბადის ატომის მასის მიხედვით რამდენ პროცენტს შეადგენს ბირთვი?



1. ძველმა ხშირად რეპუტაციის აკრიზის მიდევალ უწოდებენ "ატომის პლანეტურ მოდელს". რა მსგავსებაა შპის სისტემასა და რეპუტაციის აკრიზის მიდევალ შპრის?
2. აღწერიტ ნახშირბადის ატომის აგებულება სქემის დახაზვით.
3. განმარტება რატომ არის დიტიტორიუმის ატომის მასა ნაკლები, ვიდრე ტრიტიუმის ატომის მასა და მეტი წყალბადის ატომის მასაზე?
4. როგორ შეიცვლება ატომის მუხტი და მასა, თუ ბირთვში დამატდება ერთი ნეიტრონი?
5. ლორთო იქნება მისი მუხტი, თუ ნეიტრონული ატომი დაკარგავს იმ ელექტრონს?

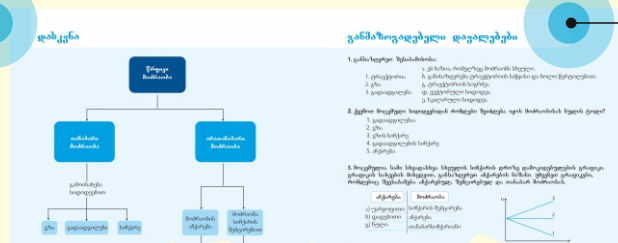
წარმოდგენილი კითხვები და დავალებები განსაზღვრავენ თემის ათვისების დონეს.

90-იანი წლების ბოლოს 80-იან დასაწყისში
 გარშემოწერილობით ფიქრობდა, რომ საბჭოთა
 კავშირის დაშლა, რომელიც 1991 წელს მოხდა,
 დაიწყო 80-იან წლებში. საბჭოთა კავშირის
 დაშლის შემდეგ, რომელიც დაიწყო 80-იან
 წლების ბოლოს, დაიწყო 80-იან წლების
 დასაწყისში.



ქიულ ვერნის რომანის "80 დღე დედამიწის გარშემო" ილუსტრაცია

წარმოდგენილია
განყოფილებაში
შესწავლილ ყველა
თემაზე კითხვები და
დავალებები.
განისაზღვრება
განყოფილებაში
ათვისებული ცოდნისა
და უნარების დონე.



შესავალი

რას შეისწავლის ფიზიკა?	7
რა იცინა ფიზიკოსებმა ბუნების შესახებ?	8
როგორ შეისწავლიან ფიზიკოსები ბუნებას?	10
ფიზიკის მნიშვნელობა	12

განყოფილება 1 ფიზიკური სიდიდეები და მათი გაზომვა

1.1 ფიზიკური სიდიდეები	16
1.2 ფიზიკური სიდიდეების გაზომვა	20
1.3 გაზომვის სიზუსტე	24
1.4 სკალარული და ვექტორული სიდიდეები	27
მეცნიერება, ტექნოლოგია და სიცოცხლე	29
დასკვნა	30
განმაზოგადებელი დავალებები	31

განყოფილება 2 წრფივი მოძრაობა

2.1 ტრაექტორია, გზა და გადაადგილება	34
2.2 სიჩქარე	38
2.3 წრფივი თანაბარი მოძრაობა	42
2.4 გზისა და გზის სიჩქარის გრაფიკული ასახვა	45
2.5 წრფივი არათანაბარი მოძრაობა	48
2.6 აჩქარება	50
2.7 საშუალო სიჩქარე	53
მეცნიერება, ტექნოლოგია და სიცოცხლე	55
დასკვნა	56
განმაზოგადებელი დავალებები	57

განყოფილება 3 მრუდწირული მოძრაობა

3.1 თანაბარი მოძრაობა წრეწირზე	60
3.2 წრეწირზე თანაბარი მოძრაობის სიჩქარე	64
3.3 პერიოდული რხევითი მოძრაობა	66
მეცნიერება, ტექნოლოგია და სიცოცხლე	71
დასკვნა	72
განმაზოგადებელი დავალებები	73

განყოფილება 4 ატომის აღნაგობა და ზომა

4.1 ატომის აღნაგობა	76
4.2 ატომის ზომა	81
მეცნიერება, ტექნოლოგია და სიცოცხლე	83
დასკვნა	84
განმაზოგადებელი დავალებები	85
ლექსიკონი	87

რას შეისწავლის ფიზიკა?

ბრუნავს თუ არა დედამიწა მზის გარშემო, თუ მზე ბრუნავს დედამიწის გარშემო? რატომ ხდება მზის დაბნელება? როგორი ფორმისაა დედამიწა? რა არის დედამიწის შიგნით? რისგან შედგება ნივთიერება?

დაახლოებით 2500 წლის წინათ ბერძენმა მეცნიერებმა პირველად სცადეს ეპოვათ პასუხები ზემოთ დასმულ შეკითხვებზე. მოგვიანებით მეცნიერებას, რომელიც შეისწავლის ბუნებაში ასეთ თემებს, **ფიზიკა** უწოდეს, ხოლო მეცნიერებს, რომლებიც ატარებენ გამოკვლევებს მეცნიერების ამ სფეროში - **ფიზიკოსები**.

“ფიზიკა” ბერძნული სიტყვაა და **ბუნებას** ნიშნავს. ცოცხალი ორგანიზმები და არაცოცხალი ობიექტები: ზღვა, ატმოსფერო, დედამიწა, მთვარე, მზე და სხვა პლანეტები, თანამგზავრები და ვარსკვლავები ერთად შეადგენენ ბუნებას.

ბუნების გაკვეთილებზე თქვენ მიიღეთ ცოდნა ენერგიის გარდაქმნების, სინათლისა და ხმის გავრცელების, ძალასა და მოძრაობას შორის ურთიერთკავშირის, ბუნებაში წყლის წრებრუნვისა და იმის შესახებ, თუ როგორ ხდება მზისა და მთვარის დაბნელება.

ბუნებაში მუდმივად მიმდინარეობს ცვლილებები. ვაშლი ვარდება ხიდან, მთვარე ბრუნავს დედამიწის გარშემო, ხოლო დედამიწა - მზის გარშემო, ხდება მთის ქანების გამოფიტვა, წელიწადის დროები ცვლის ერთმანეთს, ნივთიერებები გადადის ერთი მდგომარეობიდან მეორეში. ცვლილებებს, რომლებიც მიმდინარეობს ბუნებაში, **ბუნებრივი მოვლენები** ან უბრალოდ **მოვლენები** ეწოდება.

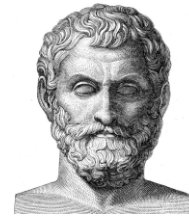
სხეული და ნივთიერება

მოვლენები ხდება **სხეულების** მონაწილეობით. სხეულს აქვს მასა. შეიძლება ჰქონდეს ფორმა და დაიკავოს გარკვეული მოცულობა სივრცეში. ფიზიკაში სხეული შეიძლება იყოს, როგორც ცოცხალი ორგანიზმი, ისე არაცოცხალი ობიექტი.

მაგალითად, სპორტსმენის ან ავტომობილის სიჩქარის გამოთვლის დროს ჩვენ ორივეს ვუწოდებთ სხეულს.

სხეული შეიძლება იმყოფებოდეს უძრავ მდგომარეობაში ან მოძრაობდეს. უძრავი სხეულის მდგომარეობა არ იცვლება მის გარშემო მყოფ სხეულებთან მიმართებაში.

თუ დროთა განმავლობაში სხეულის მდებარეობა სივრცეში იცვლება სხვა სხეულებთან შედარებით, მაშინ ის მოძრაობს. სხეული შედგება სხვადასხვა **ნივთიერებისაგან**. ფოლადი და პლასტმასი ნივთიერებებია, ხოლო კოვზი, დამზადებული ფოლადისა და პლასტმასისაგან, სხეული. ნივთიერებები განსხვავდება ისეთი თვისებებით, როგორებიცაა: სიმკვრივე, ელექტროგამტარობა და დნობის ტემპერატურა.



თალესი
(624-545 ჩვ. წ. აღ-
მდე) შეძლო მზის
დაბნელების
დროის
წინასწარმეტყვე-
ლება.

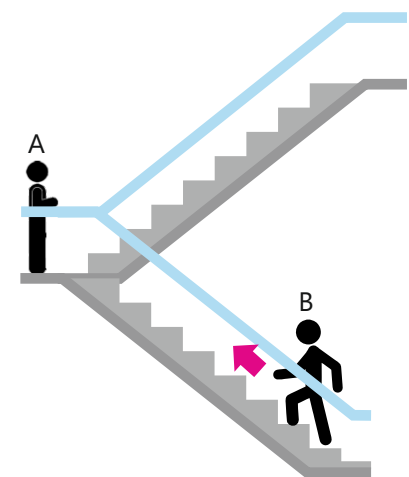


დემოკრიტე
(460-370 ჩვ. წ. აღ-
მდე) გამოთქვა
ვარაუდი ნივთი-
ერების ატომური
აღნაგობის
შესახებ.



ერატოსფენი
(276-195 ჩვ. წ. აღ-
მდე) გამოთვალა
დედამიწის
რადიუსი.

A სხეული უძრავია, ხოლო B
სხეული მოძრაობს.

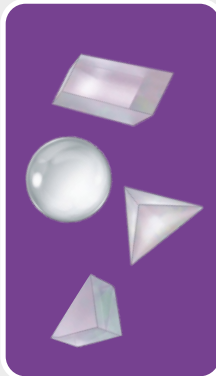


სხვადასხვა ნივთიერებებისაგან დამზადებული სხეულები

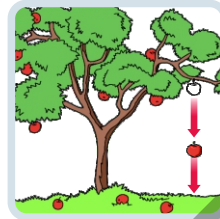


მეტალის ჩანგალი პლასტმასის ჩანგალი

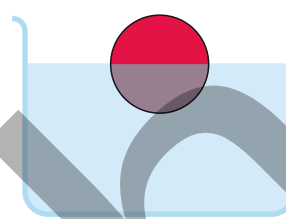
სხვადასხვა სხეული, რომლებიც შედგებიან ერთი და იმავე ნივთიერებისაგან



ფიზიკის ერთ-ერთ მიზანს წარმოადგენს მოვლენის წარმოქმნის მიზეზების შესწავლა. ძველ დროში მიაჩნდათ, რომ მზის დაბნელების მიზეზს წარმოადგენს დრაკონი, რომელიც ყლაპავს მზეს. თუმცა ცნობილია, მზის დაბნელება ხდება იმიტომ, რომ მთვარე ეფარება მზეს. ბუნების გაკვეთილებზე თქვენ გაიგეთ, რომ გლობალური დათბობის მიზეზს წარმოადგენს ატმოსფეროში სათბურის აირების რაოდენობის ზრდა და ის, რომ ნიავეს მიზეზს წარმოადგენს სხვაობა ზღვისა და სანაპიროს გათბობის დონეში.



ვაშლი მიწაზე ვარდება დედამიწის მიზიდულობის ძალის გავლენით.



ბურთი არ იძირება წყალში, იმიტომ რომ არქიმედეს ძალა აწონასწორებს სიმძიმის ძალას.



რელსები მრუდდება სიციხისგან გაფართოების გამო.

ფიზიკური სიდიდეები

ბუნებრივი მოვლენების ახსნისათვის გამოიყენება ისეთი **ფიზიკური სიდიდეები**, როგორებიცაა: ძალა, მასა, მოცულობა, ძაბვა და ა. შ. ფიზიკის ერთ-ერთ მიზანს ასევე წარმოადგენს სიდიდეებს შორის მათემატიკური კავშირის განსაზღვრა.

მაგალითად, სხეულზე მოქმედი სიმძიმის ძალა სხეულის მასის

პირდაპირპროპორციულია. ნათურის დაბალმაზიან ელემენტთან შეერთებისას მისი სიკაშკაშე მცირდება. როდესაც წყალში იხსნება მეტი მარილი, ნარევის გამტარიანობა იზრდება.

მოვლენების მიზეზის შესწავლასთან ერთად ფიზიკოსები ასევე აწარმოებენ ზუსტ გაზომვებსა და გამოთვლებს სიდიდეების მნიშვნელობის განსაზღვრისთვის. მაგალითად, მთვარისა და დედამიწის მოძრაობის საფუძველზე ისინი განმარტავენ, რატომ ხდება მზის დაბნელება და გამოთვლიან როდის მოხდება მორიგი დაბნელება.

რა იციან ფიზიკოსებმა ბუნების შესახებ?

თუმცა ძველი ბერძენი მეცნიერები სვამდნენ მრავალ კითხვას ბუნების შესახებ და პოულობდნენ მასზე პასუხებს, დღეს ცნობილია, რომ მხოლოდ ამ პასუხების მცირე ნაწილი აღმოჩნდა სწორი, ხოლო მათი უმრავლესობა აღმოჩნდა მცდარი. მაგალითად, თალესი ვარაუდობდა, რომ სამყარო წარმოიქმნა წყლისაგან, ხოლო დედამიწას აქვს არა სფეროსებრი, არამედ ბრტყელი ფორმა.

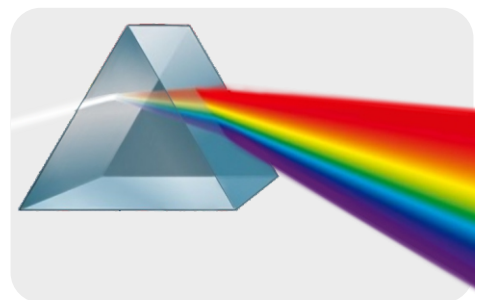
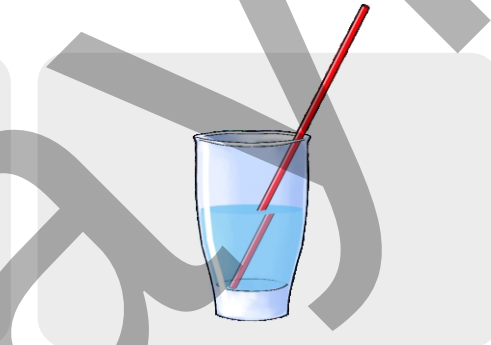
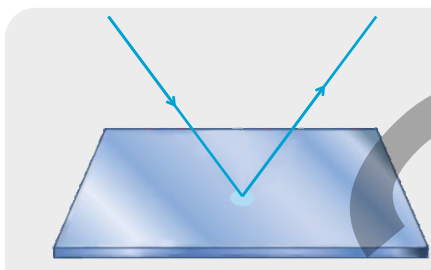
დემოკრიტე თვლიდა, რომ ატომები, რომლებისგანაც შედგება ნივთიერება, არის განუყოფელები და არ შედგება უფრო წვრილი ნაწილაკებისაგან. არისტოტელე ამტკიცებდა, რომ ნივთიერება შედგება სულ ხუთი ელემენტისაგან, თუმცა ფიზიკის განვითარების შედეგად ჩვენ გავიგეთ, რომ ატომები შედგება უფრო წვრილი ნაწილაკებისაგან, რომ დედამიწას აქვს მრგვალი ფორმა და რომ არსებობს არა ხუთი, არამედ ასზე მეტი სხვადასხვა ელემენტი.

ფიზიკის განვითარებამ სტიმული მისცა სხვა მეცნიერებების განვითარებას. მაგალითად, ცნება "ენერგია" ფიზიკიდან დაეხმარა ბიოლოგიას უკეთ შეესწავლა ფოტოსინთეზი და კვების ჯაჭვი, ხოლო ქიმიას - წვის რეაქცია.

მიუხედავად იმისა, რომ მეცნიერების განვითარების შედეგად პასუხი გაეცა მრავალ კითხვას, წარმოიშვა ახალი კითხვები. მეცნიერები იწყებენ მათზე პასუხების ძებნას. მაგალითად, კითხვა, "რამდენი ელემენტარული ნაწილაკი არსებობს, რომლებიც არ შედგება სხვა ნაწილაკებისაგან?" წარმოადგენს თანამედროვე ფიზიკის ერთ-ერთ ყველაზე მნიშვნელოვან პრობლემას. ფიზიკა შეისწავლის ნივთიერებათა აგებულებასა და თვისებებს, კავშირს სხეულზე მოქმედ ძალასა და მის მოძრაობას შორის, ენერგიის ერთი სახის სხვა სახედ გარდაქმნას და მრავალ სხვა მოვლენას. ფიზიკის შესწავლის გაადვილებისათვის ბუნებრივი მოვლენები იყოფა გარკვეულ ჯგუფებად. მაგალითად შეიძლება დავასახელოთ მოვლენების ქვემოთ მოცემული ჯგუფები.

სინათლის მოვლენები

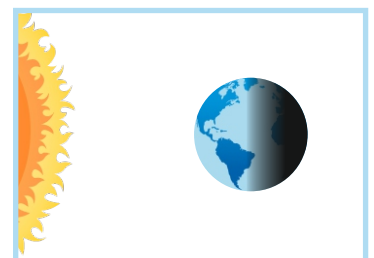
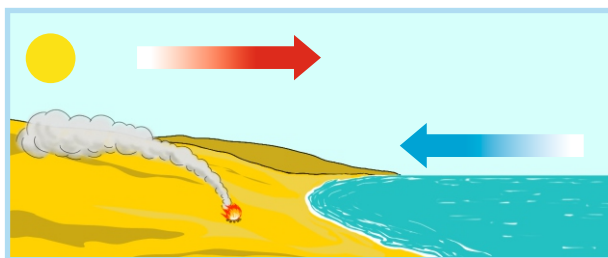
სინათლის მოვლენებს მიეკუთვნებიან ისეთი ბუნებრივი მოვლენები, როგორიცაა სინათლის არეკვლა, გარდატეხა ერთი გარემოდან მეორეში გადასვლისას და თეთრი ფერის დაშლა ფერებად.



▲ სინათლის მოვლენები

სითბური მოვლენები

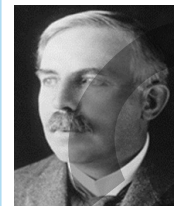
სითბურ მოვლენებს მიეკუთვნება ნივთიერების მდგომარეობის შეცვლა. ტემპერატურის შეცვლით, სხეულების გაფართოება სითბოს ხარჯზე, სითბოს გადატანა თბოგამტარებით, კონვექციითა და გამოსხივებით.



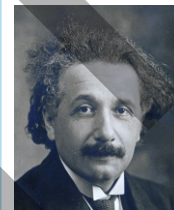
▲ სითბური მოვლენები



ისააკ ნიუტონი
(1643-1727) გან-
მარტა კავშირი
ძალასა და მოძ-
რაობას შორის.



ერნესტ
რუზერფორდი
(1871-1937)
ექსპერიმენტის
ჩატარებით
განსაზღვრა
ატომის შინაგანი
აღნაგობა.



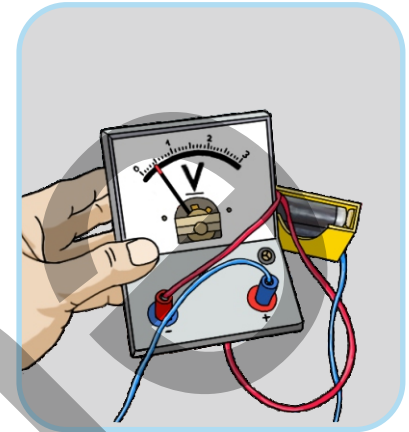
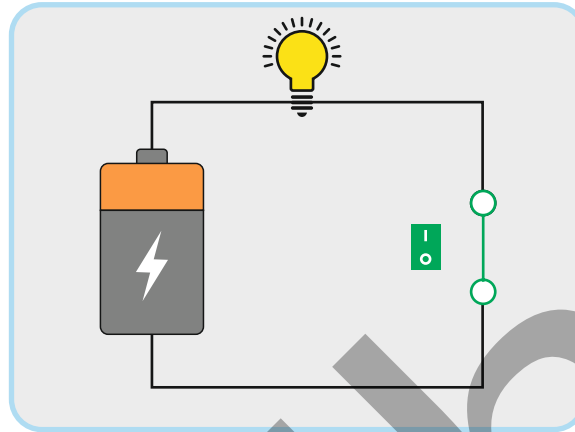
ალბერტ ეინშტეინი
(1879 -1955)
განავითარა და
სრულყო
ნიუტონის
ნაშრომები.

ელექტრული მოვლენები

ელქეცი, ნათურის ანთება, ელემენტის ძაბვის ვოლტმეტრით გაზომვა წარმოადგენს ელექტრული მოვლენების მაგალითებს.



▲ ელექტრული მოვლენები



მაღალ კლასებში თქვენ შეისწავლით მრავალ ახალ და საინტერესო ფიზიკურ მოვლენას, რომლებიც დაკავშირებულია ფიზიკის სხვადასხვა სფეროებთან.

როგორ შეისწავლიან ფიზიკოსები ბუნებას?

ბუნების შესწავლისას ფიზიკოსები იყენებენ **მეცნიერულ მეთოდს**. მეცნიერული მეთოდი ეს არის ხერხი, რომელიც შედგება გარკვეული მიმდევრობით შესასრულებელი ნაბიჯებისაგან: დაისვას კითხვები და ჩატარდეს დაკვირვება (1), ჰიპოთეზების წამოყენება (2), დაიგეგმოს ცდა ჰიპოთეზის გამოცდისთვის (3) და გააზიარონ ცდის შედეგები სხვა მეცნიერებთან (4).

კითხვები და დაკვირვება

დაკვირვება არის ინფორმაციის შეგროვება მიმდინარე მოვლენებზე გრძნობის ორგანოების მეშვეობით. მაგრამ რამდენადაც ადამიანის გრძნობის ორგანოების შესაძლებლობები შეზღუდულია მეცნიერები იყენებენ სხვადასხვა ხელსაწყოს. მაგალითად, ძალიან წვრილ სხეულზე დაკვირვებისთვის ისინი იყენებენ მიკროსკოპს, შორეულ პლანეტებსა და ვარსკვლავებზე დაკვირვებისთვის – ტელესკოპს, ქარის სიჩქარის გაზომვისათვის იყენებენ ანემომეტრს.

დაკვირვების
წარმოებისათვის
მეცნიერები იყენებენ
სხვადასხვა ხელსაწყოს.



▲ მიკროსკოპი

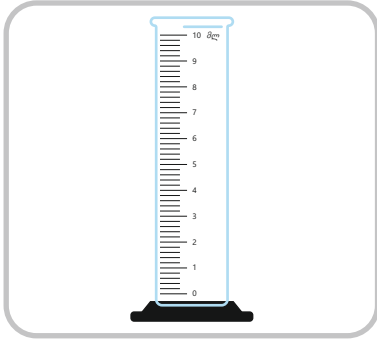


▲ ტელესკოპი

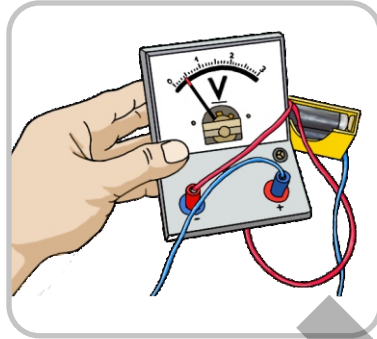


▲ ანემომეტრი

შეუძლებელია სხეულის მასის ან ტემპერატურის განსაზღვრა თითების შეხებით ან თვალზომით. ამიტომ სიდიდეების გაზომვისათვის მეცნიერები იყენებენ სხვადასხვა საზომ ხელსაწყოებს, როგორებიცაა: სასწორები, თერმომეტრები, მენზურკები, ვოლტმეტრები და წამმზომები.



მენზურკა



ვოლტმეტრი



წამმზომი

▲ ფიზიკური სიდიდეების გასაზომად გამოიყენება სხვადასხვა ხელსაწყო.

ჩვენ მიერ ჩატარებულმა დაკვირვებებმა ჩვენში შეიძლება გამოიწვიოს კითხვები. მაგალითად, ზღვების მიქცევებსა და მოქცევებზე დაკვირვების შედეგად წარმოიშვა კითხვა ამ მოვლენის მიზეზის შესახებ ან კიდევ თავიდან კითხვის დასმით “ჰაერში ჟანგბადის რა რაოდენობა ახდენს გავლენას წვის პროცესზე?” შეიძლება დავიწყოთ პასუხის ძიება დასმულ კითხვაზე.

ჰიპოთეზა

ჰიპოთეზა არის იდეა გამოთქმული დაკვირვების განმარტებისათვის. მისი სისწორე შეიძლება შემოწმდეს ცდის გზით. მაგალითად, თუ აღნიშნეთ, რომ წვიმის წუმპეები შრება უფრო სწრაფად ცხელ ამინდში, თქვენ შეიძლება ივარაუდოთ, რომ სიცხე აჩქარებს წყლის აორთქლების პროცესს. ორი ერთნაირი ფორმის ჭურჭელში ტოლი რაოდენობის წყლის ჩასხმით და ერთის ოთახის მზიან ნაწილში, ხოლო მეორის ჩრდილიან ნაწილში მოთავსებით შეგიძლიათ გაზომოთ აორთქლების დრო და განსაზღვროთ, სწორია თუ არა თქვენი ჰიპოთეზა.

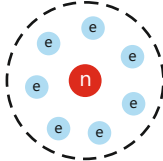
ცდა

ცდა (ექსპერიმენტი) ეს არის საქმიანობა, რომელიც შედგება თანამიმდევრული მოქმედებებისაგან აუცილებელი მასალებისა და ხელსაწყოების გამოყენებით. “ბუნების” საგნის გაკვეთილებზე მრავალ კითხვაზე პასუხის გასაცემად თქვენ დაგეგმეთ და შეასრულეთ მსგავსი მრავალი საქმიანობა. მაგალითად, მარილის წყალში დამატებით ნათურის ნათების სიკაშკაშის მიხედვით განსაზღვრეთ, რომ ნარევის გამტარიანობა გაიზარდა.

განხილვა

მეცნიერები მიღებულ შედეგებს უზიარებენ სხვა მეცნიერებს. შედეგებს ისინი წარმოადგენენ გრაფიკების, დიაგრამების, სქემების ან გამარტივებული მოდელების დახმარებით. ამ გზით სხვა მეცნიერებსაც შეუძლიათ გაეცნონ მიღებულ შედეგებს. მაგალითად, ატომის აღნაგობის განსაზღვრის შემდეგ, რეზერფორდმა გააზიარა თავისი იდეები ატომის მოდელის წარმოდგენით.

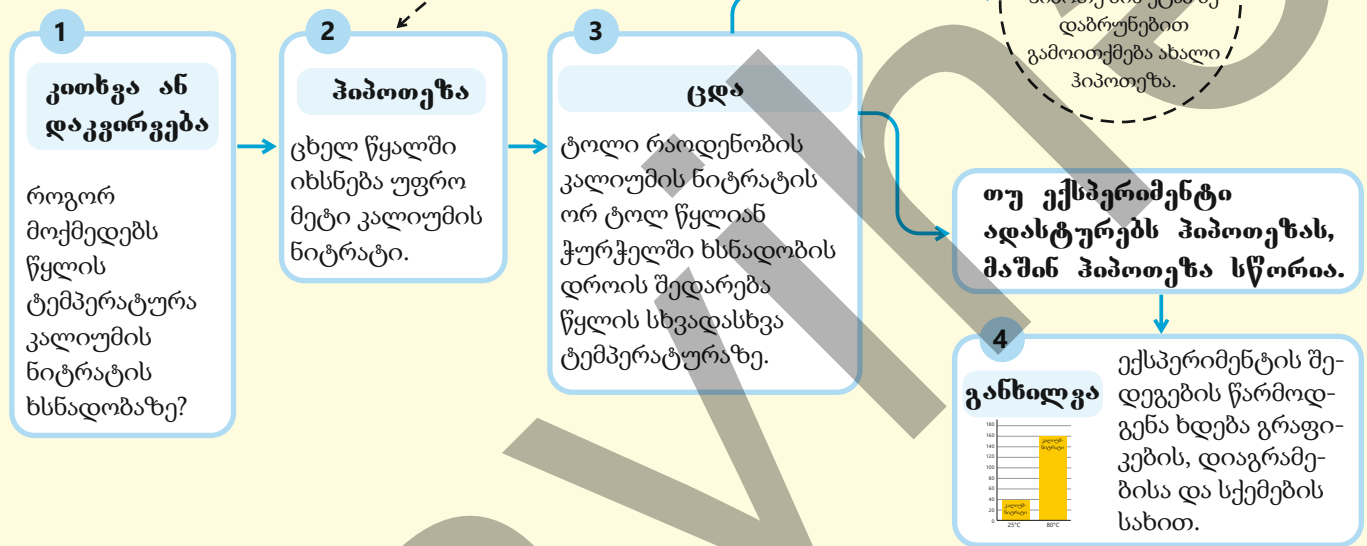
რეზერვუარის მიერ შემოთავაზებული ატომის მოდელი (n – ბირთვი, e – ელექტრონი)



ახალი კითხვები

ბუნების შესწავლის პროცესი არასდროს არ წყდება, იმიტომ რომ ყოველი ახალი აღმოჩენა, ბადავს ახალ კითხვებს და მეცნიერებიც ცდილობენ უპასუხონ ამ კითხვებზე. მაგალითად, მას შემდეგ, რაც რეზერვუარმა აღმოაჩინა, რომ ატომი შედგება ბირთვისა და გარშემო მოსრიალე ელექტრონებისაგან, მეცნიერებმა დასვეს შეკითხვა: “როგორია ატომის ბირთვის აღნაგობა?”

მეცნიერული მეთოდის ეტაპები



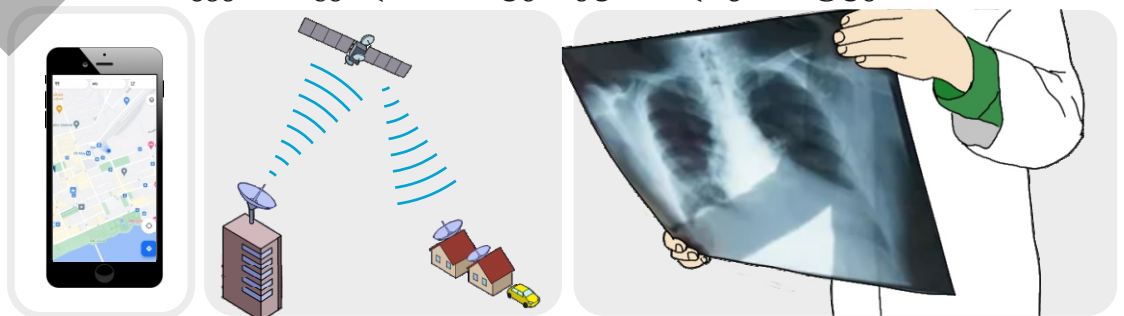
ფიზიკის მნიშვნელობა

ფიზიკის სფეროში მიღებული ცოდნა ფართოდ გამოიყენება მრავალ სფეროში და ფიზიკის განვითარებასთან ერთად ფართოვდება მისი გამოყენების სფეროები.

ტექნოლოგია

თქვენ სკოლამდე მისაღწევად სარგებლობთ სხვადასხვა სახის ტრანსპორტით. ხოლო ონლაინ გაკვეთილებზე ჩართვისათვის თქვენ სარგებლობთ ინტერნეტითა და კომპიუტერით.

მეცნიერების განვითარების შედეგად გამოგონებული იქნა თანამგზავრული კავშირგაბმულობა და სამედიცინო დიაგნოსტიკური ხელსაწყოები.



დედამიწის ხელოვნური თანამგზავრების დახმარებით თქვენ შეგიძლიათ ისაუბროთ ადამიანებთან, რომლებიც ცხოვრობენ შორეულ ქვეყნებში, გაიგოთ ხვალის პროგნოზი, გაუგზავნოთ თქვენი ადგილმდებარეობის კოორდინატები მეგობარს თქვენი მობილური ტელეფონით.

ტექნოლოგიების შექმნა, რომლებიც ამარტივებენ ჩვენს სამუშაოს, შესაძლებელია მხოლოდ მეცნიერული ცოდნის მიღების საფუძველზე. მეცნიერები შეისწავლიან ბუნებას, ხოლო ინჟინრები მეცნიერული აღმოჩენების გამოყენებით ქმნიან სხვადასხვა ტექნოლოგიას. არ არსებობს ცხოვრების ისეთი სფერო, სადაც არ გამოიყენება ტექნოლოგიები.

ბუნებრივი მოვლენების ახსნა

ფიზიკის დახმარებით ჩვენ შეგვიძლია ავხსნათ ცისარტყელის, უდაბნოში მირაჟების, მთვარის დაბნელების, მიქცევისა და მოქცევის და საერთოდ განვსაზღვროთ ბუნებრივი მოვლენების მიზეზები. ძველ დროში, როცა ხდებოდა ბუნებრივი მოვლენები, ადამიანებს ემინოდათ იმიტომ, რომ არ იცოდნენ მიზეზი. ბუნების შესწავლამ ადამიანებს მისცა საშუალება მეცნიერულად განემარტათ ბუნებრივი მოვლენები. ჩვენ უკვე არ გვეშინია ბუნებრივი მოვლენების. შეგვიძლია წინასწარ მისი პროგნოზირება და გარკვეული ღონისძიებების გატარება. გარდა ამისა, ჩვენ გვაქვს სწორი წარმოდგენა სამყაროს ზომების შესახებ, რომელშიც ჩვენ ვცხოვრობთ, ვიცით მისი ასაკი, პროცესები, რომლებიც იქ მიმდინარეობს და დედამიწის მდებარეობა მზის სისტემაში.

ინჟინერია

შეიძლება თქვენ გაგიჩნდეთ სურვილი გახდეთ ფიზიკოსი და იპოვეთ პასუხები ბუნებაზე კითხვების შესახებ. ამაში თქვენ დაგეხმარებათ სკოლაში შესწავლილი ფიზიკა. თუ თქვენ გსურთ, გახდეთ ინჟინერი ელექტრო ტექნიკისა და ელექტრონიკის, მშენებლობის, კომპიუტერების, ან ნებისმიერ სხვა სფეროში, თქვენ სულ ერთია დაგჭირდებათ განათლება ფიზიკის სფეროში. იმიტომ რომ ინჟინრის პროფესია მოითხოვს მეცნიერული ცოდნის გამოყენებას ახალი ტექნოლოგიების შექმნისა და სხვადასხვა პრობლემების გადაწყვეტისათვის.

კავშირი მეცნიერების სხვა სფეროებთან

ფიზიკის განვითარებამ მისცა განვითარების მოტივაცია მეცნიერების ყველა სფეროს, განსაკუთრებით ქიმიას, ბიოლოგიას, გეოგრაფიას, ასტრონომიასა და მედიცინას. ფიზიკოსების მიერ გამოგონებულმა ბევრმა ხელსაწყომ, მაგალითად, რენტგენის აპარატმა, მიკროსკოპმა, ანემომეტრმა, ბარომეტრმა, ელექტრონულმა მიკროსკოპმა ჰპოვეს თავისი ფართო გამოყენება მეცნიერების სხვა სფეროებში. გარდა ამისა ისეთი ფიზიკური სიდიდეები და ცნებები, როგორებიცაა: ძალა, მასა, სიჩქარე, სიხშირე, ენერგია, სივრცე და მოძრაობა ფართოდ გამოიყენება მეცნიერების სხვა სფეროებშიც. აქედან გამომდინარე ფიზიკის ცოდნა აუცილებელია, რომ დადგეთ კარგი სპეციალისტი ყველა სფეროში. გისურვებთ წარმატებებს ფიზიკის შესწავლაში!

შეამოწმეთ თქვენი ცოდნა

1. განმარტეთ ცნებები “სხეული” და “ნივთიერება”.

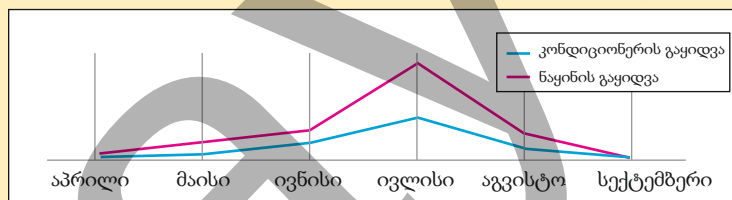
2. მთვარის ზედაპირზე არის მრავალრიცხოვანი კრატერები. ესე იგი ჩადრმავეები, წარმოქმნილი შეჯახების შედეგად. წამოაყენეთ ჰიპოთეზა ამ ჩადრმავეების გაჩენის მიზეზების ახსნისათვის და დაასაბუთეთ თქვენი მოსაზრება.



3. როგორ უნდა მოიქცეს მეცნიერი, თუ ჰიპოთეზა არ მტკიცდება ექსპერიმენტით?

- ა) უნდა შეწყვიტოს თავისი მეცნიერული საქმიანობა.
- ბ) უნდა ამტკიცოს, რომ სწორია მისი ჰიპოთეზა.
- გ) უნდა წამოაყენოს ახალი ჰიპოთეზა და შეამოწმოს იგი ცდის გზით.
- დ) უნდა გააკეთოს დასკვნა, რომ მეცნიერული მეთოდი არასწორია.

4. როგორც გრაფიკიდან ჩანს, ზაფხულის თვეებში იზრდება როგორც კონდიციონერების, ისე ნაყინის გაყიდვა. რომელი ჰიპოთეზა ემსახურება ამ ორი ფაქტის მტკიცებას?



- ა) თუ ოთახში სიგრილე არ იქნება ნაყინი გადნება. იმისათვის, რომ ჭამო ნაყინი უნდა იყიდო კონდიციონერი.
- ბ) სიცხეში გაგრილებისთვის ადამიანებმა ერთდროულად უნდა ჭამონ ნაყინი და ჩართონ კონდიციონერი.
- გ) კონდიციონერის შეძენისას საჩუქრად სთავაზობენ ნაყინს.
- დ) უნდა გაკეთდეს დასკვნა, რომ მეცნიერული მეთოდი არასწორია.

5. გადაიწერეთ ტექსტი რვეულში და შეავსეთ იგი შესაბამისი სიტყვების გამოტოვებულ ადგილებში ჩაწერით.

ფიზიკა არის მეცნიერება ___ შესახებ. ფიზიკური მეცნიერების წარმოქმნა დაიწყო მეცნიერების მიერ ბუნების შესახებ კითხვებზე პასუხების მოძიებით. ფიზიკის შესწავლის მეთოდს ეწოდება ___ მეთოდი. ეს მეთოდი მიმდევრობით გამოყენებული 1) ___, 2) ___, 3) ცდისა და 4) ___ ეტაპებისაგან შედგება.

ფიზიკის განვითარების შედეგად ჩვენ სხვადასხვა ___ მივიღეთ და სამყაროს უკეთ ___ დავიწყეთ. როცა პოულობ პასუხებს კითხვებზე, ყოველთვის ჩნდება ახალი ___ ამიტომ ფიზიკა მუდმივად ვითარდება.

ფიზიკური სიდიდეები და მათი გაზომვა

1983 წელს კანადაში თვითმფრინავს, რომელიც ერთი ქალაქიდან მიფრინავდა მეორეში 12 500 მეტრ სიმაღლეზე, დაუმთავრდა საწვავი. თუმცა პილოტებმა შეძლეს დაესვათ თვითმფრინავი უახლოეს სამხედრო აეროდრომზე.

პრობლემის მიზეზი მდგომარეობდა იმაში, რომ თვითმფრინავის საწვავის ავზში ჩასხმული იყო ორჯერ ნაკლები საწვავი, ვიდრე იყო აუცილებელი გაფრენისათვის. ვინაიდან საწვავის რაოდენობის მაჩვენებელი ხელსაწყო იყო გაუმართავი, მუშაკებმა გაზომეს საწვავის რაოდენობა ავზში მასში ჭოკის ჩაწოდებით, მაგრამ გაზომვისას ისინი შეცდნენ და არასწორად გამოთვალეს საწვავის მოცულობა ავზში.



● როგორც ფიზიკური მოვლენების შესწავლის დროს, ისე ჩვენი ყოველდღიური სამუშაოების შესრულებისას გვინდა სხვადასხვა სიდიდის გაზომვა. ამ მიზნით გამოიყენება საზომი ხელსაწყოები. ზოგიერთ სიდიდეს გამოვთვლით ჩვენ მიერ ადრე გამოთვლილი სიდიდეების გამოყენებით. ზოგჯერ ზომები გამოისახება სხვა ერთეულებში, რომლებიც განსხვავდება იმისგან, რომლებსაც ჩვენ ვიყენებთ. მაგალითად, კომპიუტერის ეკრანის ზომები მითითებულია არა სანტიმეტრებში, არამედ დიუიმებში. ცდომილების გათვალისწინება, რომელიც დასაშვებია სიდიდეების გაზომვისას, გვცხმარება გაზომვის სიზუსტის ცოდნაში. ასევე ბევრ შემთხვევაში ხელსაყრელია მოკლედ გამოვსახოთ სიდიდეების დიდი და მცირე მნიშვნელობები.

1. რა პრობლემის წინაშე შეიძლება აღმოვჩნდეთ, თუ არ გავითვალისწინებთ კარისა და მაგიდის ზომებს სახლისათვის ავეჯის შეძენისას?
2. რომელ ხელსაწყოებს ან მოწყობილობებს იყენებთ ყოველდღიურ ცხოვრებაში?

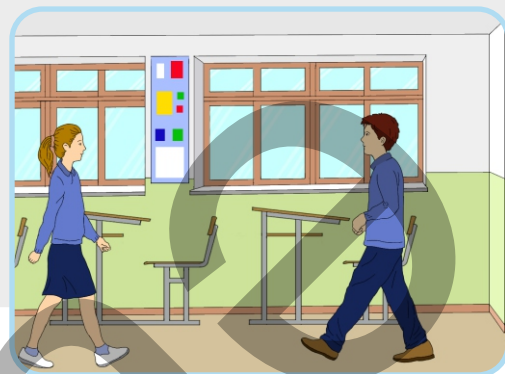
განყოფილებაში შეისწავლით

- ფიზიკური მოვლენების აღწერისათვის გამოიყენება ფიზიკური სიდიდეები
- ზოგიერთი სიდიდე იზომება ხელსაწყოებით, ხოლო ზოგიერთი-გამოითვლება
- საზომ ხელსაწყოებს აქვთ გაზომვის გარკვეული ზღვარი
- შეიძლება განისაზღვროს ცდომილება, დაშვებული გაზომვის დროს
- არსებობს ვექტორული და სკალარული ფიზიკური სიდიდეები

1.1 ფიზიკური სიდიდეები

ნიგარამ და აზერმა გაზომეს კლასის სიგრძე ნაბიჯებით. ნიგარის გაზომვით ოთახის სიგრძემ შეადგინა 20 ნაბიჯი, ხოლო აზერის გაზომვით 16 ნაბიჯი.

- თქვენი აზრით, შეიძლება თუ არა ოთახის სიგრძეს ჰქონდეს ორი სხვადასხვა მნიშვნელობა?
- რატომ არის შეუძლებელი ოთახის სიგრძე ზუსტად გაიზომოს ნაბიჯებით?



საკვანძო სიტყვები

ფიზიკური სიდიდე, ზომის ერთეული, ძირითადი ერთეული, წარმოებული ერთეული

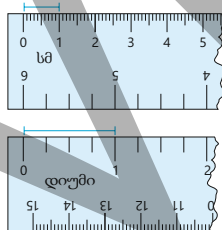
საქმიანობა

წიგნის სიგრძის გაზომვა

რესურსები: სახაზავი სანტიმეტრებიანი და დიუმიანი დანაყოფებით, ფიზიკის სახელმძღვანელო.

სამუშაოს მსვლელობა:

1. გადაიხაზეთ ქვემოთ მოცემული ცხრილი რვეულში.

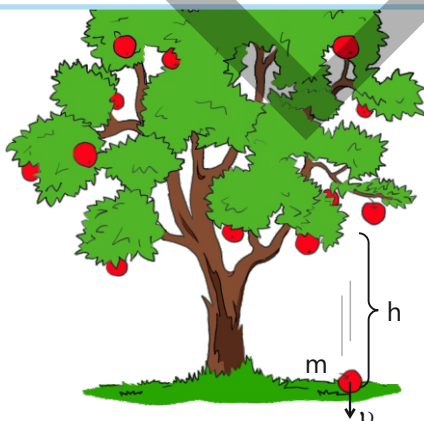


წიგნის სიგრძე		
მტკაველი	სანტიმეტრი	დიუმი

2. გაზომეთ წიგნის სიგრძე მტკაველით და ჩაწერეთ ცხრილში.
3. გაზომეთ წიგნის სიგრძე სახაზავით დიუმებსა და სანტიმეტრებში. ჩაწერეთ იგი ცხრილში.

განიხილეთ:

1. ყველა მოსწავლე წიგნის მტკაველით გაზომვისას იღებს ერთნაირ მნიშვნელობას. რა არის ამისი მიზეზი?
2. რომელი გაზომვა არის უფრო ზუსტი, მტკაველითა თუ სახაზავით?
3. წიგნის სიგრძის გამოყენებით, როგორ შეიძლება გამოვთვალოთ რამდენი სანტიმეტრია ერთ დიუმში?

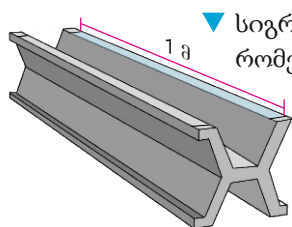


მეცნიერები, რომლებიც შეისწავლიან ფიზიკურ მოვლენებს, აგროვებენ ინფორმაციას დაკვირვების ჩატარებითა და გაზომვით. მაგალითად, ხიდან ვაშლის ვარდნის შესწავლისას აუცილებელია იმ სიმაღლის გაზომვა, საიდანაც ჩამოვარდა იგი, მიწის ზედაპირამდე მიღწევის დრო, მისი სიჩქარე და მასა. ფიზიკური მოვლენების შესწავლისათვის გამოიყენება **ფიზიკური სიდიდეები**.

თქვენთვის უკვე ცნობილია ისეთი ფიზიკური სიდიდეები როგორებიცაა: მასა, დრო, სიგრძე, სიჩქარე, ძალა და სიხშირე.

სხეულის ან მოვლენის სიდიდეებს, რომელიც განისაზღვრება გაზომვის ან გამოთვლის გზით, ფიზიკური სიდიდეები ეწოდება.

მაგალითად, წყლის წვეთის მასა, წყლის სიმკვრივე და წყლის წვეთის აორთქლების დრო წარმოადგენს ფიზიკურ სიდიდეებს. წვეთის აორთქლების დრო, მასა და მოცულობა შეიძლება გავზომოთ, ხოლო მისი სიმკვრივე გამოვთვალოთ. შეუძლებელია ზუსტი გაზომვის შესრულება მტკაველითა და ნაბიჯით იმიტომ, რომ ადამიანების მტკაველისა და ნაბიჯის ზომა განსხვავებულია. ამიტომ უფრო ხელსაყრელია გამოვიყენოთ საყოველთაოდ მიღებული ფიზიკური სიდიდეების საზომი ეტალონები. ფიზიკური სიდიდის გაზომვა ნიშნავს შევადაროთ იგი საყოველთაოდ მიღებულ ამ სიდიდის ზომის ეტალონთან. მაგალითად, ოთახის სიგრძის გაზომვისას მას ვადარებთ სიგრძის **ზომის ერთეულთან**, მეტრთან, ხოლო ვაშლის მასის გაზომვისას ჩვენ მას ვადარებთ მასის ერთეულთან, კილოგრამთან. სიგრძის ეტალონი არის მანძილი ორ დანაყოფს შორის, რომლებიც დატანილია სპეციალურად დამზადებულ ღეროზე. მასის ერთეულად მიღებულია ცილინდრული ფორმის, სპეციალურად დამზადებული სხეულის მასა.



სიგრძის ეტალონი, რომელიც 1 მეტრის ტოლია

მასის ეტალონი, რომელიც 1 კილოგრამის ტოლია



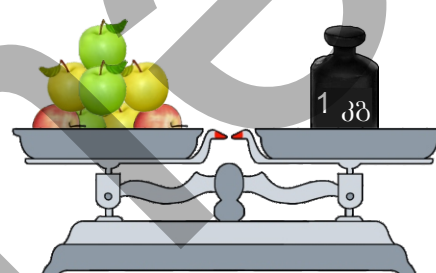
მრავალ ქვეყანას სიმარტივისათვის აქვს ფიზიკური სიდიდეების გაზომვის საერთო ერთეულთა სისტემა. მიღებულ ერთეულთა საერთო სისტემას, **ერთეულთა საერთაშორისო სისტემა (SI)** ეწოდება.

ზოგიერთი სიდიდის ერთეული, როგორებიცაა: სიგრძე, მასა და დრო, წარმოადგენს **ძირითად ერთეულებს** SI სისტემაში. ფიზიკური სიდიდეების ერთეულთა აღნიშვნისათვის ამ სიდიდის პირობითი სიმბოლო იწერება კვადრატულ ფრჩხილებში. მაგალითად, გამოსახულება $[t] = 1$ წმ უჩვენებს, რომ დროის საზომ ერთეულს წარმოადგენს წამი.

სიდიდის დასახელება	სიდიდის პირობითი აღნიშვნა	ზომის ერთეული SI -ში	ერთეულის პირობითი აღნიშვნა
სიგრძე	l	მეტრი	მ
მასა	m	კილოგრამი	კგ
დრო	t	წამი	წმ



ოთახის სიგრძის გაზომვა



ვაშლის მასის გაზომვა

იცით თუ არა თქვენ?



კლიმატური ზონდის დაპროგრამებისას, რომელიც გაიგზავნა მარსზე 1998 წელს NASA-ს მიერ, ზოგიერთი სიდიდის ზომის ერთეულები არ შეესაბამებოდნენ SI-ს, ამიტომ ზონდმა ვერ შეძლო შეესრულებინა თავისი ფუნქცია და გამოუსადეგარი გახდა.

ზოგიერთი ძირითადი სიდიდე SI-ში.

წარმოებული ერთეულები

ფიზიკაში, ფიზიკურ ერთეულებთან ერთად გამოიყენება ზომის წარმოებული ერთეულებიც. თუ რომელიმე საზომი ერთეული გამოისახება ერთზე მეტი ძირითადი ერთეულის დახმარებით, მაშინ ასეთი სიდიდე **წარმოებული ერთეული** ეწოდება. მოცულობა, სიმკვრივე, სიჩქარე და ძალა წარმოებული ერთეულებია. მაგალითად, სიჩქარის საზომი ერთეული $1 \frac{მ}{წმ}$ წარმოებული ერთეულია, რადგან გამოისახება ძირითადი სიგრძისა და დროის ერთეულებით.

მოცულობის ერთეული არის წარმოებული ერთეული, რომელიც გამოსახულია ერთი ძირითადი ერთეულით.

მართკუთხა პრიზმის მოცულობა მისი წიბოების ნამრავლის ტოლია:

$$V = a \cdot b \cdot c.$$

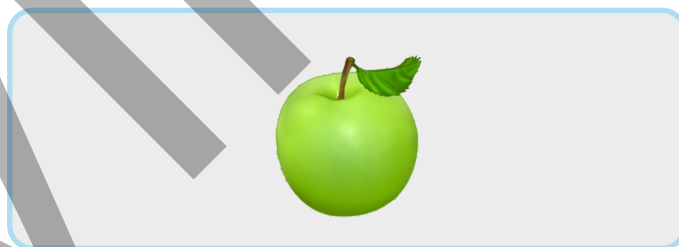
თუ გაითვალისწინებთ, რომ სიგრძის, სიგანისა და სიმაღლის საზომი ერთეული მეტრია, მაშინ მოცულობის ერთეულისათვის მივიღებთ $[V] = მ \cdot მ \cdot მ = მ^3$ (კუბური მეტრი).

წილობრივი და ჯერადი ერთეულები

ზოგჯერ ფიზიკური სიდიდეები გამოისახება ისეთ ერთეულებში, რომლებიც არ შეესაბამება SI სისტემას. ამისათვის გამოიყენება წილობრივი და ჯერადი ერთეულები SI სისტემაში. მაგალითად, უზარმაზარი გემის მასა ხელსაყრელია გამოისახოს ტონებში, ხოლო ვაშლის მასა - გრამებში.



გემი, რომლის მასაა 100 ათასი ტონა



ვაშლი, რომლის მასაა 100 გრამი

ქვემოთ ცხრილებში მოცემულია SI-ს ზოგიერთი ძირითადი ერთეულის წილები და ჯერადები.

სიგრძის ერთეულები
1 კმ (კილომეტრი) = 1000 მ
1 მ = 10 დმ (დეციმეტრი)
1 დმ = 10 სმ (სანტიმეტრი)
1 სმ = 10 მმ (მილიმეტრი)

მასის ერთეულები
1 ტ (ტონა) = 1000 კგ
1 კგ = 1000 გრ (გრამი)
1 გრ = 1000 მგრ (მილიგრამი)

დროის ერთეულები
1 დღე-ღამე = 24 საათი
1 სთ = 60 წთ (წუთი)
1 წთ = 60 წმ (წამი)

▲ ერთეულების ჯერადები და ნაწილები

ამოცანის ამოხსნა

ამოცანა 1. იატაკი ოთახში მართკუთხა ფორმისაა. გვერდებია 4 მ და 6 მ. იპოვეთ იატაკის ფართობი და გამოსახეთ იგი კვადრატულ დეციმეტრებში.

მოცემულია	ფორმულა	ამოხსნა
$a = 4 მ = 40 დმ$ $b = 6 მ = 60 დმ$ $S = ?$	$S = a \cdot b$	$S = 40 დმ \cdot 60 დმ = 2400 დმ^2$ პასუხი: 2400 დმ ²

ამოცანა 2. გამოსახეთ

მართკუთხა პრიზმის მოცულობა მ^3 -ში, თუ ცნობილია, რომ მისი ფუძის გვერდები 20 სმ და 50 სმ-ია, ხოლო სიმაღლე-10 სმ.

მოცემულია	ფორმულა	ამოხსნა
$a = 20 \text{ სმ} = 0,2 \text{ მ}$ $b = 50 \text{ სმ} = 0,5 \text{ მ}$ $c = 10 \text{ სმ} = 0,1 \text{ მ}$ $V = ?$	$V = a \cdot b \cdot c$	$V = 0,2 \text{ მ} \cdot 0,5 \text{ მ} \cdot 0,1 \text{ მ} = 0,01 \text{ მ}^3$ პასუხი: $0,01 \text{ მ}^3$

ამოცანა 3. გამოთვალეთ

რკინის ბურთულის სიმკვრივე, რომლის მასა 15 6 კგ, მოცულობა-2 დმ^3 -ია და გამოსახეთ იგი $\frac{\text{გრ}}{\text{სმ}^3}$ -ში.

მოცემულია	ფორმულა	ამოხსნა
$m = 15,6 \text{ კგ}$ $V = 2 \text{ დმ}^3$ $\rho = ?$	$\rho = \frac{m}{V}$	$\rho = \frac{15,6 \text{ კგ}}{2 \text{ დმ}^3} = 7,8 \frac{\text{კგ}}{\text{დმ}^3} = 7,8 \frac{1000 \text{ გრ}}{1000 \text{ სმ}^3} = 7,8 \frac{\text{გრ}}{\text{სმ}^3}$ პასუხი: $7,8 \frac{\text{გრ}}{\text{სმ}^3}$

გამოიყენეთ მიღებული ცოდნა

1. ისარგებლეთ სახაზავით, განსაზღვრეთ თქვენი წიგნის მოცულობა. გამოსახეთ პასუხი კუბურ მეტრებში.



2. გამოსახეთ ძირითად ერთეულებში.

ა) $3,6 \frac{\text{კმ}}{\text{სთ}}$

ბ) $1 \frac{\text{გრ}}{\text{სმ}^3}$

შეამოწმეთ თქვენი ცოდნა

1. რომლებია სიგრძის ერთეულები?

- | | |
|-----------------|---------|
| 1. მ | ა) 1, 3 |
| 2. მ^3 | ბ) 2, 3 |
| 3. სმ | გ) 2, 4 |
| 4. კგ | დ) 1, 4 |
| | ე) 3, 4 |

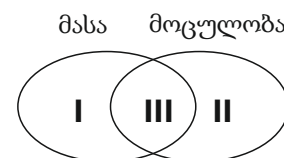
2. რამდენი დმ^2 -ია კვადრატის ფართობი, რომლის გვერდი 20 სმ-ია?



3. გამოსახეთ დედამიწის თავისი ღერძის გარშემო ერთი სრული ბრუნის დრო წუთებში.

4. ეილერ-ვენის დიაგრამაზე განსაზღვრეთ პუნქტები, რომლებიც შეესაბამებიან მასასა და მოცულობას.

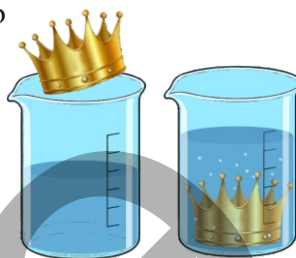
- ერთეული SI-ში ძირითადი ერთეულია.
- ერთეული SI-ში არაა ძირითადი ერთეული.
- ფიზიკური სიდიდეა.
- ერთეული კილოგრამია.
- ერთეული კუბური მეტრია.
- ერთეული ნაწილებით შეიძლება გამოისახოს.



	I	II	III
ა)	2, 4	1, 5	3, 6
ბ)	2, 5	1, 4, 6	3
გ)	1, 4	2, 3, 5	6
დ)	1, 4	2, 5	3, 6
ე)	1, 4, 6	2, 5	3

1.2 ფიზიკური სიდიდეების გაზომვა

თქმულების თანახმად, მეფე სირაკუზმა იუველირს მისცა განსაზღვრული რაოდენობის ოქრო გვირგვინის დასამზადებლად. დამზადებული გვირგვინის მასა ტოლი იყო მეფის მიერ მიცემული ოქროს მასისა. თუმცა გვირგვინი იყო ოქროსფერი, მეფეს მაინც სურდა დარწმუნებულიყო იმაში, რომ ის დამზადებულია წმინდა ოქროსაგან. არქიმედეს დაევალა შეემოწმებინა, იყო თუ არა გვირგვინი ოქროსი. არქიმედემ შეამჩნია, რომ ერთნაირი მასის ოქროს ზოდისა და გვირგვინის წყლიან ჭურჭელშიც ჩაძირვისას წყალი სხვადასხვა დონემდე იწევდა მაღლა.



- რატომ განსხვავდებოდა წყლის დონე ჭურჭლებში?
- როგორ გამოთვალა არქიმედემ გვირგვინის სიმკვრივე?

საკვანძო სიტყვები

სკალა, დანაყოფის ფასი, გაზომვის ზღვარი

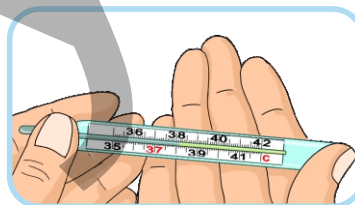


▲ საზომი ლენტა

აღამიანები გარემო პირობების შესახებ ინფორმაციას იღებენ გრძნობის ორგანოების მეშვეობით. მაგრამ გრძნობის ორგანოები არ არის საკმარისი ფიზიკური სიდიდეების გასაზომად. თქვენ შეიძლება ივარაუდოთ საკლასო ოთახის სიგრძე, მაგრამ იმისათვის, რომ გაიგოთ სიგრძის ზუსტი მნიშვნელობა, აუცილებელია ისარგებლოთ საზომი ლენტით. მოწყობილობათა ნიმუშებს, რომლებიც ხშირად გამოიყენება ყოველდღიურ ცხოვრებაში, მიეკუთვნება საზომი ლენტი-სიგრძის გასაზომად, სასწორი-მასის გასაზომად, თერმომეტრი-ტემპერატურის გასაზომად და სპიდომეტრი-ავტომობილების სიჩქარის გასაზომად.



▲ სასწორი

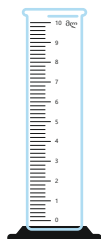


▲ თერმომეტრი



▲ სპიდომეტრი

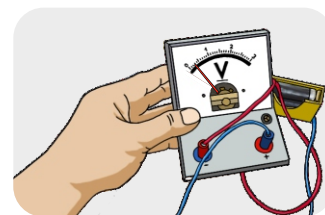
გარდა ყოველდღიურ ცხოვრებაში გამოსაყენებელი საზომი ხელსაწყოებისა, არსებობს ისეთი ხელსაწყოებიც, რომლებიც ძირითადად ლაბორატორიებში გამოიყენება. მაგალითად, შეიძლება დავასახელოთ მენზურკა - მოცულობის გასაზომად, წამმზომი - დროის გასაზომად და ვოლტმეტრი - ძაბვის გასაზომად.



▲ მენზურკა



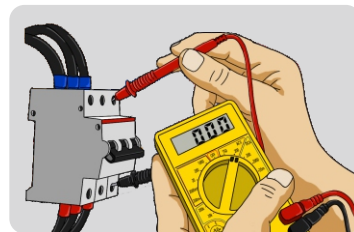
▲ წამმზომი



▲ ვოლტმეტრი

ბაიზრეპანიხილეპააზიარე

დაკვირვებით თუ არა, რომელ ხელსაწყოებს იყენებენ ხელოსნები სახლებში სარემონტო სამუშაოების შესრულებისას? რომელ სიდიდეებს ზომავენ ისინი ამ ხელსაწყოებით?



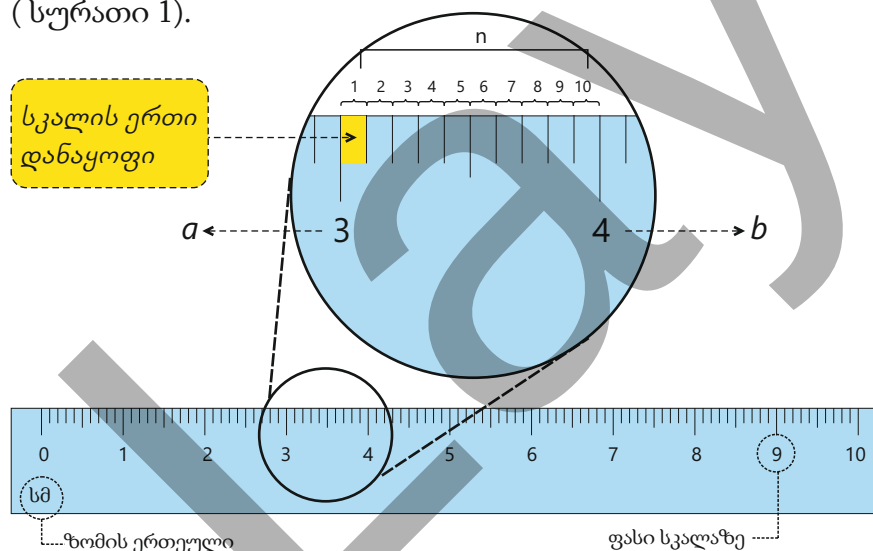
ხელსაწყოს სკალის ერთი დანაყოფის ფასი

საზომი ხელსაწყოების უმრავლესობას აქვს დანაყოფების **სკალა** მასზე ნაჩვენები მნიშვნელობებით. ხელსაწყოების მაჩვენებლის განსაზღვრისთვის საჭიროა სკალის **ერთი დანაყოფის ფასის** ცოდნა.

სკალის ერთი დანაყოფის ფასი გამოითვლება

$$\frac{b - a}{n}$$

გამოსახულებით. სადაც **a** და **b** არის ორ მეზობლად მოცემულ გრძელ შტრიხს შორის ფიზიკური სიდიდის მნიშვნელობა, ხოლო **n** - ამ შტრიხებს შორის დანაყოფების რაოდენობა. (სურათი 1).



▲ სურათი 1.

თითოეულ ხელსაწყოს მოწყობილობას აქვს ზედა და ქვედა **ზომის ზღვარი**. მაგალითად, სახაზავის დახმარებით, რომელიც მოცემულია სურათი 1-ზე, შეიძლება გაიზომოს მაქსიმალური სიგრძე 10 სმ. უმცირესი ზომა, რომელიც შეგვიძლია გავზომოთ 1 დანაყოფის ფასის ტოლია:

$$\frac{b - a}{n} = \frac{4 - 3}{10} = \frac{1}{10} = 0,1 \text{ (სმ)}$$

იცით თუ არა თქვენ?

წარსულში ადამიანები ცდილობდნენ, ეწინასწარმეტყველათ ამინდის პირობები ცხოველების ქცევის მიხედვით. თანამედროვე პირობებში ამინდის პროგნოზის შედგენისათვის გამოიყენება მეტეოსადგურები ან ამინდის პროგნოზის სადგურები. ისინი აღჭურვილნი არიან ქარის სიჩქარის, ტემპერატურის, ჰაერის ტენიანობისა და სხვა პარამეტრების საზომი ხელსაწყო ანემომეტრით.



მყარი სხეულის სიმკვრივის გაზომვა

რესურსები: სასწორი, მენზურკა, მეტალის სხეული, ძაფი, სიმკვრივის ცხრილი.

სამუშაოს მსვლელობა:

1. გადაიხაზეთ რვეულში ქვემოთ მოცემული ცხრილი.

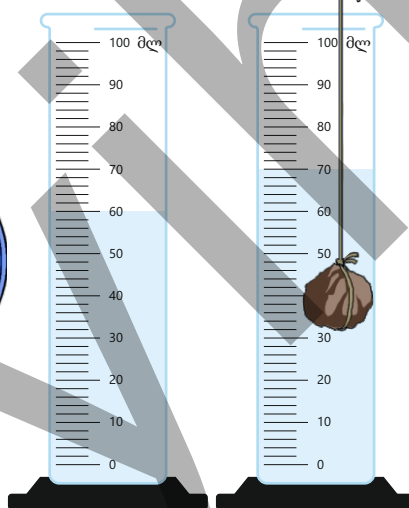
სასწორის ერთი დანაყოფის ფასი	მენზურკის ერთი დანაყოფის ფასი	მეტალის სხეულის მასა	მეტალის სხეულის მოცულობა	მეტალის სიმკვრივე, რომლისგანაც დამზადებულია სხეული

2. განსაზღვრეთ სასწორისა და მენზურკის ერთი დანაყოფის ფასი და ჩაიწერეთ იგი ცხრილში.

3. გაზომეთ მეტალის სხეულის მასა და მოცულობა და შეიტანეთ ისინი რვეულში.

4. გამოთვალეთ მეტალის სხეულის სიმკვრივე და ჩაწერეთ ის ცხრილში.

შენიშვნა. $1 \text{ მლ} = 1 \text{ სმ}^3$



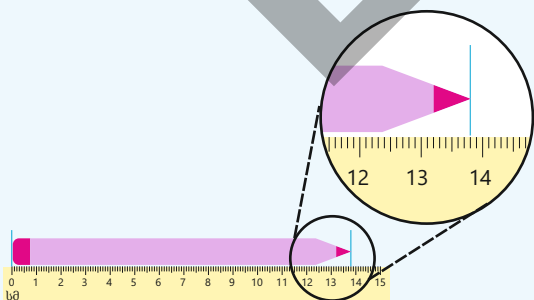
განიხილეთ:

1. ნაპოვნი სიმკვრივის მიხედვით, როგორ შეგიძლიათ განსაზღვროთ რომელი მეტალისაგანაა დამზადებული ნივთი?
2. შეიძლება თუ არა ერთნაირი მასისა და სიმკვრივის სხეულებს ჰქონდეთ სხვადასხვა ფორმა? დაასაბუთეთ თქვენი მოსაზრება.

გამოიყენეთ მიღებული ცოდნა

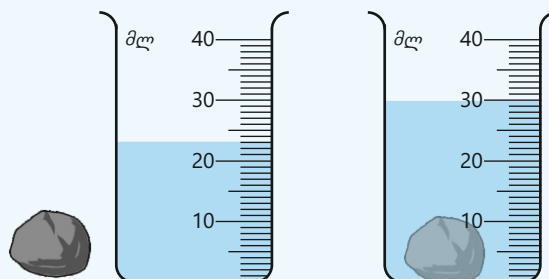
1. სურათზე გამოსახულია ფანქრის სიგრძის სახაზავით გაზომვა.

- ა) რისი ტოლია სახაზავის დანაყოფის ფასი?
- ბ) რა სიგრძისაა ფანქარი?



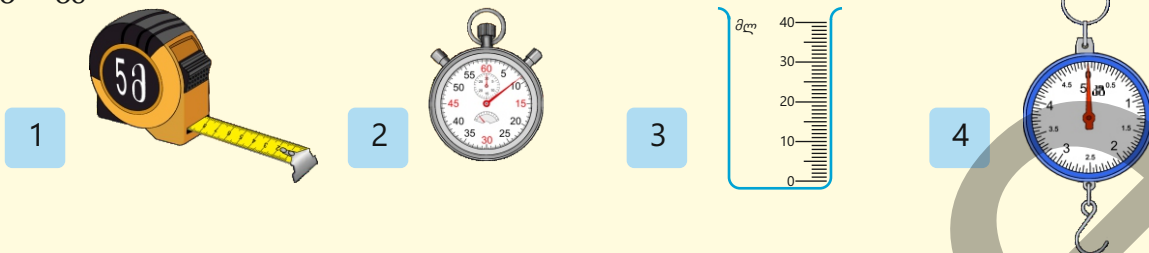
2. მენზურკაში ჩადებული ქვის სიმკვრივე $2100 \frac{\text{კგ}}{\text{მ}^3}$ -ია.

- ა. განსაზღვრეთ მენზურკის ერთი დანაყოფის ფასი.
- ბ. გამოთვალეთ ქვის მოცულობა.
- გ. გამოთვლილი ქვის მასა გამოსახეთ გრამებში.

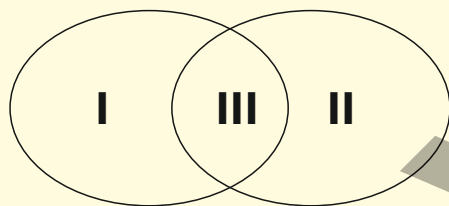
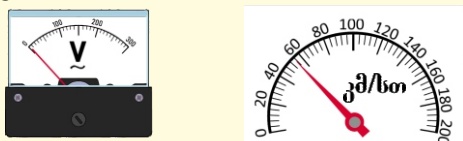


შეამოწმეთ თქვენი ცოდნა

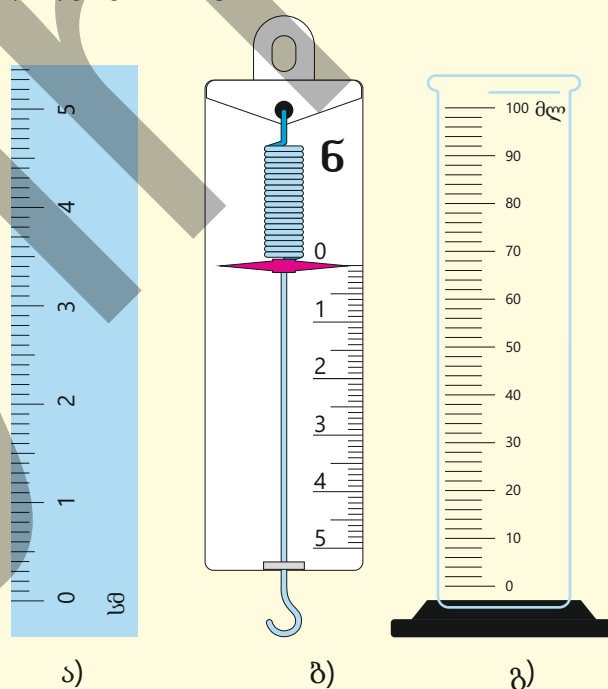
1. რომელი ხელსაწყოების დახმარებით შეიძლება გამოვთვალოთ არასწორი ფორმის სხეულის სიმკვრივე?



2. განსაზღვრეთ შესაბამისი პუნქტები მოცემული ხელსაწყოებისათვის ეილერ-ვენის დიაგრამაში.



3. განსაზღვრეთ ქვედა და ზედა ზომის ზღვარი სურათზე გამოსახული ხელსაწყოებისათვის.



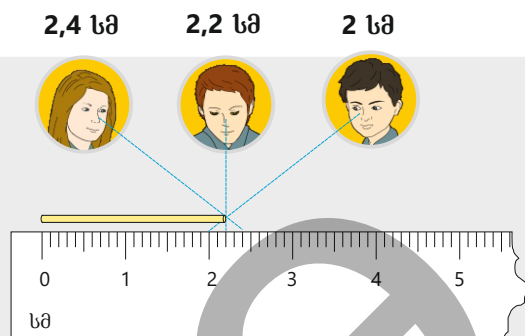
1. ზომავს ძაბვას.
2. ზომავს სიჩქარეს.
3. აქვს სკალა.
4. აქვს გაზომვის ზღვარი.
5. ხშირად გამოიყენება ყოველდღიურ ცხოვრებაში.
6. ძირითადად გამოიყენება ლაბორატორიებში.

	I	II	III
ა)	1, 4, 5	2, 6	3
ბ)	2, 6	1, 3, 5	4
გ)	1, 6	2, 5	3, 4
დ)	2, 5	1, 6	3, 4
ე)	1, 4, 6	2, 5	3

1.3 გაზომვის სიზუსტე

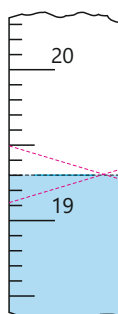
მოსწავლეებმა, რომლებიც გაზომვებს აწარმოებდნენ სახაზავით, მიიღეს განსხვავებული შედეგები.

- თქვენი აზრით, რომელმა მოსწავლემ გაზომა შედარებით უფრო ზუსტად? დაასაბუთეთ თქვენი პასუხი.
- კიდევ რა შეიძლება იყოს არაზუსტი გაზომვის მიზეზი?

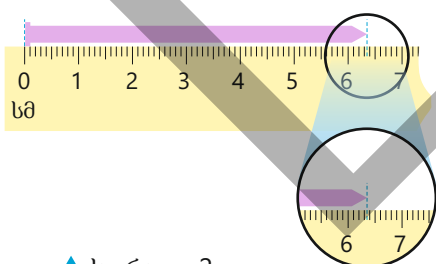


საკვანძო სიტყვები

ცდომილება



▲ სურათი 1.



▲ სურათი 2.

ჩვენი გაზომვები არასდროს არ არის აბსოლუტურად ზუსტი. გაზომვის დროს დაშვებულმა ზოგიერთმა შეცდომამ შეიძლება არ მოახდინოს მნიშვნელოვანი გავლენა ჩვენს ყოველდღიურ საქმიანობაზე. თუმცა ზევრ შემთხვევაში ძალიან მნიშვნელოვანია ზუსტი გაზომვა. მაგალითად, თუ ხელოსნის მიერ დამზადებული გასაღები განსხვავებული იქნება 1 მმ-ით, მაშინ ჩვენ ვერ შევძლებთ საკეტის გაღებას ამ გასაღებით. გაზომვისას მნიშვნელოვან როლს ასრულებს შეხედვის მიმართულება. მაგალითად, წყლის მოცულობის მენზურკის დახმარებით გაზომვისას თუ შევხედავთ სხვადასხვა მხრიდან, ჩვენ მივიღებთ სხვადასხვა მნიშვნელობას. უფრო ზუსტად გაზომვისათვის სითხის დონეს მენზურკაში საჭიროა შევხედოთ პერპენდიკულარულად ცალი თვალით. მეორე დავხუჭოთ (სურ. 1). ფიზიკური სიდიდეების გაზომვისას გაზომვების მწარმოებელი ადამიანის უყურადღებობის გარდა, ხდება ხელსაწყოთა სრული გაუმართაობით განპირობებული ცდომილებების დაშვებაც. ამიტომ ნებისმიერი გაზომვებისა და გამოთვლების დროს საჭიროა მხედველობაში მივიღოთ ეს ცდომილებები. დავუშვათ თქვენ ზომავთ ლურსმნის სიგრძეს, რომლის ბოლოებიც მოთავსებულია 6,3 და 6,4 დანაყოფებს შორის (სურ. 2). გაზომვის უფრო მეტი სიზუსტისათვის, ჩვენთვის აუცილებელია განვსაზღვროთ სახაზავის ცდომილება.

● **ხელსაწყოთა ცდომილებად მიიჩნევა მისი სკალის ერთი დანაყოფის ფასის ნახევარი.**

რამდენადაც სახაზავის დანაყოფის ფასი ტოლია 0,1 სმ-ისა, ცდომილების საზომი მიიღება:

$$\Delta l = \frac{0,1}{2} = 0,05 \text{ (სმ)}$$

ამ მეთოდით განსაზღვრული გაზომვის ცდომილება აღინიშნება ბერძნული ასოთი Δ (დელტა). ხელსაწყოთა ცდომილების გათვალისწინებით, ლურსმნის სიგრძე იქნება შემდეგ შუალედში:

$$l = (6,35 \pm 0,05) \text{ სმ}$$

ამ გამოსახულების თანახმად, ლურსმნის სიგრძე არის არაუმეტეს

$$l = 6,35 \text{ სმ} + 0,05 \text{ სმ} = 6,4 \text{ სმ},$$

და არანაკლებ

$$l = 6,35 \text{ სმ} - 0,05 \text{ სმ} = 6,3 \text{ სმ}$$

მაშასადამე, ლურსმნის სიგრძის ზუსტი მნიშვნელობა არის ამ რიცხვებს შორის:

$$6,3 \text{ სმ} \leq l \leq 6,4 \text{ სმ}.$$

ყველა ხელსაწყოს აქვს გაზომვის ცდომილება. რაც უფრო მეტი დანაყოფია ხელსაწყო სკალაზე, მით უფრო ნაკლებია ხელსაწყო ერთი დანაყოფის ფასი. ამ შემთხვევაში გაზომვა შეიძლება ჩატარდეს უფრო ზუსტად, ნაკლები ცდომილებით.

თანამედროვე პირობებში ფიზიკური სიდიდეების გაზომვის სიზუსტის ამაღლებისთვის გამოიყენება ელექტრონული ხელსაწყოები. ასეთი ხელსაწყოების სკალები შეცვლილია ციფრებით. ასეთ ხელსაწყოებზე გაზომვის შედეგები ჩნდება ხელსაწყოს ეკრანზე (სურ. 3.)

ბ ა ი ა ზ რ მ • ბ ა ნ ი ხ ი ლ მ • ბ ა ა ზ ი ა რ მ

როგორ იცნობენ თავიდან
მაღაზიაში საქონელზე არსებული
ბარკოდები გამყიდველების
შეცდომას გამოთვლებისას?



ათეულის ჯერადები

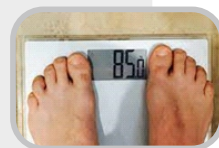
გამოთვლებისა და გაზომვების დროს სიდიდეები შეიძლება იყოს ძალიან დიდი და ძალიან პატარა (სურ.4). ასეთ შემთხვევებში ხელსაყრელია გამოვიყენოთ ერთეულის გამრავლება ან გაყოფა 10-ზე, 100-ზე, 1000-ზე და ა.შ.

მაგალითად, ჩხირისებრი ბაქტერიის სიგრძე, რომელიც 0,000005 მეტრის ტოლია, შეიძლება გამოვსახოთ, როგორც 5 მკმ (მიკრომეტრი). ასეთი წესი ნაჩვენებია ქვემოთ ცხრილში.

კოეფიციენტის სახელი	კოეფიციენტის პირობითი ნიშანი	კოეფიციენტის შემაღგენლობა
მეგა (მილიონი)	მეგა	1000 000
კილო (ათასი)	კ	1000
დეცი (ერთი მეათედი)	დ	0,1
სანტი (ერთი მეასედი)	ს	0,01
მილი (ერთი მეათასედი)	მ	0,001
მიკრო (ერთი მემილიონედი)	მკ	0,000001
ნანო (ერთი მემილიარდედი)	ნანო	0,000000001

▲ ზომის ერთეულების კოეფიციენტებით გამოსახვა

ელექტრონული
სასწორი



ელექტრონული
თერმომეტრი

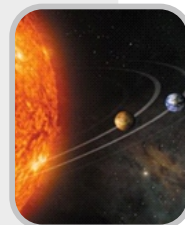


ელექტრონული
საზომი ლენტა



▲ სურათი 3.

მანძილი მზესა და
ვენერას შორის
შეადგენს
მიახლოებით
110 000 000 კმ-ს.



ჩხირისებრი
ბაქტერიის სიგრძე
მიახლოებით
შეადგენს
0,000005 მ-ს.



▲ სურათი 4.

მასის უფრო ზუსტი გაზომვა

რესურსები: ელექტრო სასწორი, ზამბარიანი სასწორი, ფიზიკის წიგნი, პაკეტი.

სამუშაოს მსვლელობა:

1. ჩაიხაზეთ რვეულში ცხრილი.

ზამბარიანი სასწორის სკალის დანაყოფის ფასი	ზამბარიანი სასწორის ცდომილება	ზამბარიანი სასწორით გაზომვის შედეგი	ელექტრონული სასწორით გაზომვის შედეგი

2. იპოვეთ და ჩაწერეთ ზამბარიანი სასწორის სკალის დანაყოფის ფასი.
3. იპოვეთ ზამბარიანი სასწორით გაზომვის ცდომილება და აღნიშნეთ ცხრილში.
4. გაზომეთ წიგნის მასა ზამბარიანი სასწორით, ცდომილების გათვალისწინებით შეიტანეთ ცხრილში.
5. გაზომეთ წიგნის მასა ელექტრონული სასწორით და შედეგი შეიტანეთ ცხრილში.

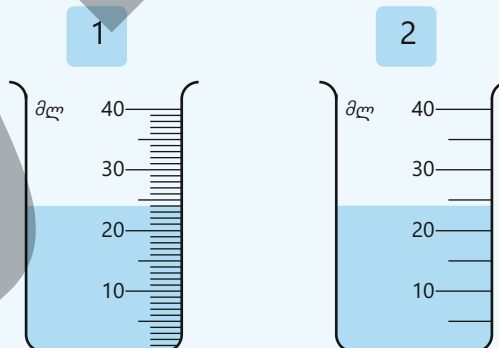
**განიხილეთ:**

1. იყო თუ არა ორივე სასწორი გაზომვისას ერთნაირი შედეგის მქონე?
2. რომელი სასწორით გაზომვისას მიიღება უფრო ზუსტი შედეგი? თქვენი აზრით, რატომ?

გამოიყენეთ მიღებული ცოდნა

იზომება სითხის მოცულობა 1-ელ მენზურკაში და გადაიხმება მე-2 მენზურკაში.

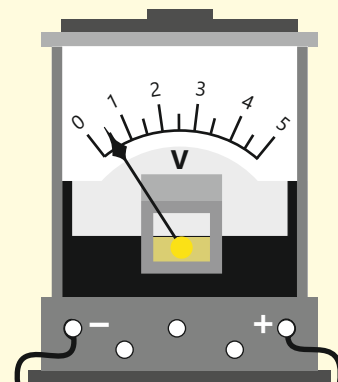
- ა) განსაზღვრეთ ორივე მენზურკის ცდომილება.
- ბ) განსაზღვრეთ სითხის მოცულობა.
- გ) რომელი მენზურკით ხდება სითხის მოცულობის უფრო მაღალი სიზუსტით განსაზღვრა? დაასაბუთეთ თქვენი პასუხი.

**შეამოწმეთ თქვენი ცოდნა**

1. სურათზე გამოსახულია ვოლტმეტრი. განსაზღვრეთ მისი:

- ა. ერთი დანაყოფის ფასი.
- ბ. ზომის ერთეული.
- გ. ცდომილება.

2. შეიძლება წიგნის ფურცლის სისქის სახაზავით გაზომვა? ფურცლის სისქის გამოსათვლელად რომელ ხერხს შემოგვთავაზებდით?



1.4 სკალარული და ვექტორული სიდიდეები

ავტომობილით მოგზაურობისას ჩვენ მეგზურობას გვიწევს დანიშნულების პუნქტის მიმართულების მაჩვენებელი ისრები.



- შეგვიძლია თუ არა დანიშნულების პუნქტამდე მისვლა, თუ ჩვენთვის ცნობილია მხოლოდ მანძილი ამ პუნქტამდე?
- რომელი ფიზიკური სიდიდის დახასიათებისათვის არ არის საკმარისი მხოლოდ რიცხვითი მნიშვნელობის ცოდნა?

ზოგიერთი სიდიდის მნიშვნელობის მხოლოდ რიცხვითა და ზომის ერთეულით გამოსახვა შეუძლებელია. ზოგიერთი სიდიდის განსაზღვრისათვის საჭიროა მათი მიმართულების ცოდნაც. მაგალითად, წინადადებიდან “მოსწავლე ამოდრავებს ურიკას მარკეტში 15 N ძალის გამოყენებით” გვესმის მხოლოდ ძალის რიცხვითი მნიშვნელობა და ზომის ერთეული “15 N”. ჩვენთვის უცნობი რჩება, რა მიმართულებით მოძრაობს ურიკა. ამისათვის აუცილებელია აღინიშნოს ძალის მიმართულება, იმიტომ რომ თუ ურიკაზე მოქმედი ძალა მიმართულია მარჯვნივ, მაშინ ის იმოძრაებს მარჯვნივ (სურათი 1, ა), ხოლო თუ ძალა მიმართულია მარცხნივ, მაშინ ურიკა იმოძრაებს მარცხნივ (სურათი 1 ბ). ფიზიკური სიდიდეები იყოფა **ვექტორულად** და **სკალარულად**.

სკალარული სიდიდეები

- სიდიდეებს, რომლებსაც არა აქვთ მიმართულება და აქვს მხოლოდ რიცხვითი მნიშვნელობა, **სკალარული სიდიდეები** ეწოდება.

საკვანძო სიტყვები

სკალარული სიდიდე, ვექტორული სიდიდე, ტოლქმედი ძალა



ა. ძალა მიმართულია მარჯვნივ.

ბ. ძალა მიმართულია მარცხნივ.

▲ სურათი 1.

ისეთი სიდიდეები, როგორებიცაა: სიმკვრივე, მასა, დრო, სიგრძე სკალარული სიდიდეებია. რიცხვებზე მათემატიკური მოქმედებებიც შეიძლება მივაკუთვნოთ სკალარულ სიდიდეებსაც.

ამოცანის ამოხსნა

საფეხბურთო მატჩის დროს მსაჯმა მოთამაშეთა შეცვლაზე, ტრავმებსა და სხვა შეჩერებაზე დაკარგული წუთებისათვის თითოეული ტაიმის ბოლოს დაამატა 3 წუთი. სულ რა დრო დაიხარჯა თამაშისათვის, თუ თამაში ტარდებოდა ორ ტაიმად, თითოეული 45 წუთი, ტაიმებს შორის 15 წუთიანი შესვენებით?

ამოხსნა:

1. ორივე ტაიმზე დახარჯული დრო: $2 \cdot 45 \text{ წთ} = 90 \text{ წთ}$

2. დამატებითი დრო: $2 \cdot 3 \text{ წთ} = 6 \text{ წთ}$

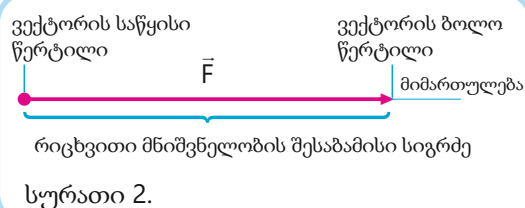
3. შესვენების დრო: 15 წთ

მატჩის საერთო ხანგრძლივობა: $90 \text{ წთ} + 6 \text{ წთ} + 15 \text{ წთ} = 111 \text{ წთ}$

ვექტორული სიდიდეები

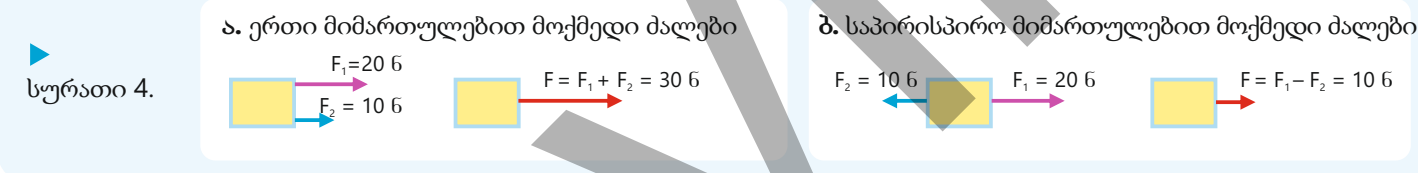
ბუნების გაკვეთილებზე თქვენ გაეცანით ძალას, რომელიც არის ვექტორული სიდიდე.

- სიდიდეებს, რომლებსაც აქვთ როგორც რიცხვითი მნიშვნელობა, ისე მიმართულებაც, ეწოდება **ვექტორული სიდიდეები**.



ნებისმიერი ვექტორული სიდიდე აღინიშნება ისრით ($\rightarrow$) მის პირობით აღნიშვნაზე. სურათი 2-ზე ნაჩვენებია $\vec{F}$ ძალის ვექტორის საწყისი და ბოლო წერტილები, მიმართულება და მნიშვნელობის შესაბამისი სიგრძე. ძალის ვექტორის რიცხვითი მნიშვნელობა კი F ასოთი აღინიშნება. უმრავლეს შემთხვევაში ობიექტზე მოქმედებს რამდენიმე ძალა. ერთი ადამიანი ძნელად ეწევა მძიმე ყუთს, მაგრამ ორნი მას ადვილად ეწევიან, იმიტომ რომ ამ შემთხვევაში ხდება მასზე გამოყენებული ძალების შეკრება (სურათი 3). მათემატიკური მოქმედებები შეიძლება შესრულდეს არა მხოლოდ ძალებზე, არამედ ყველა ვექტორულ სიდიდეზე.

ორი ძალა, რომელიც სხეულზე მოქმედებს ერთდროულად, შეიძლება შეიცვალოს ერთით. ამ ძალას ტოლქმედი ძალა ეწოდება. მაგალითად, ტოლქმედი ძალების რიცხვითი მნიშვნელობა ტოლია ერთ მხარეს მიმართული ძალის რიცხვითი მნიშვნელობების ჯამისა. (სურათი 4, ა). თუ ძალები მიმართულია საპირისპირო მიმართულებით, მაშინ ტოლქმედი ძალების რიცხვითი მნიშვნელობა ტოლია ძალების რიცხვითი მნიშვნელობების სხვაობისა, რომლებიც მიმართულნი არიან სხვადასხვა მხარეს. ტოლქმედი ძალების ვექტორის მიმართულება ემთხვევა ამ ძალებს შორის მეტი ძალის მიმართულებას (სურათი 4, ბ).

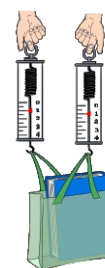


საქმიანობა

ძალების შეკრება

რესურსები: დინამომეტრი, წიგნი, პაკეტი.
სამუშაოს მსვლელობა:

- ჩაიხაზეთ რვეულში ქვემოთ მოცემული ცხრილები.
- ჩადეთ წიგნი პოლიეთილენის პაკეტში და ჩამოკიდეთ პაკეტის თითოეული სახელური ცალ-ცალკე დინამომეტრების კავზე.
- ერთდროულად აკურატულად ასწიეთ დინამომეტრები. ჩაწერეთ დინამომეტრის მაჩვენებლები, სანამ პაკეტი იმყოფება ჩამოკიდებულ მდგომარეობაში.



პირველი დინამომეტრის მაჩვენებელი	მეორე დინამომეტრის მაჩვენებელი

- სანამ მოხსნით ერთ-ერთ დინამომეტრს, ცხრილში ჩაწერეთ მეორე დინამომეტრის სავარაუდო მაჩვენებელი ნიუტონებში.
- მოხსენით ერთი დინამომეტრი, ჩაწერეთ მეორის მაჩვენებელი.

სავარაუდო მაჩვენებელი	დინამომეტრის მაჩვენებელი

განიხილეთ:

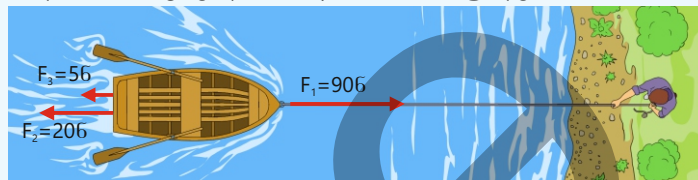
- რას ეფუძნებოდა დინამომეტრის თქვენი სავარაუდო მაჩვენებელი?

გამოიყენეთ მიღებული ცოდნა

1. როგორ შეიძლება ვიპოვოთ ტოლქმედი ძალების რიცხვითი მნიშვნელობა ქვემოთ მოყვანილი შემთხვევებისათვის? პასუხი დაასაბუთეთ.



2. სურათზე გამოსახულ ნავზე მოქმედებს 90 ნ წევის ძალა, ჰაერის წინააღობის ძალა 5 ნ და წყლის წინააღობის ძალა 20 ნ. იპოვეთ ტოლქმედი ძალის მნიშვნელობა და მიმართულება.

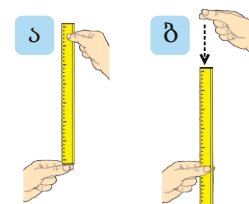


შეამოწმეთ თქვენი ცოდნა

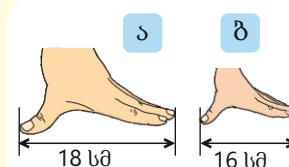
1. რას ეწოდება ვექტორული და სკალარული სიდიდეები?
2. რა მსგავსება და განსხვავებები აქვთ ვექტორულ და სკალარულ სიდიდეებს?

მეცნიერება, ტექნოლოგია და სიცოცხლე

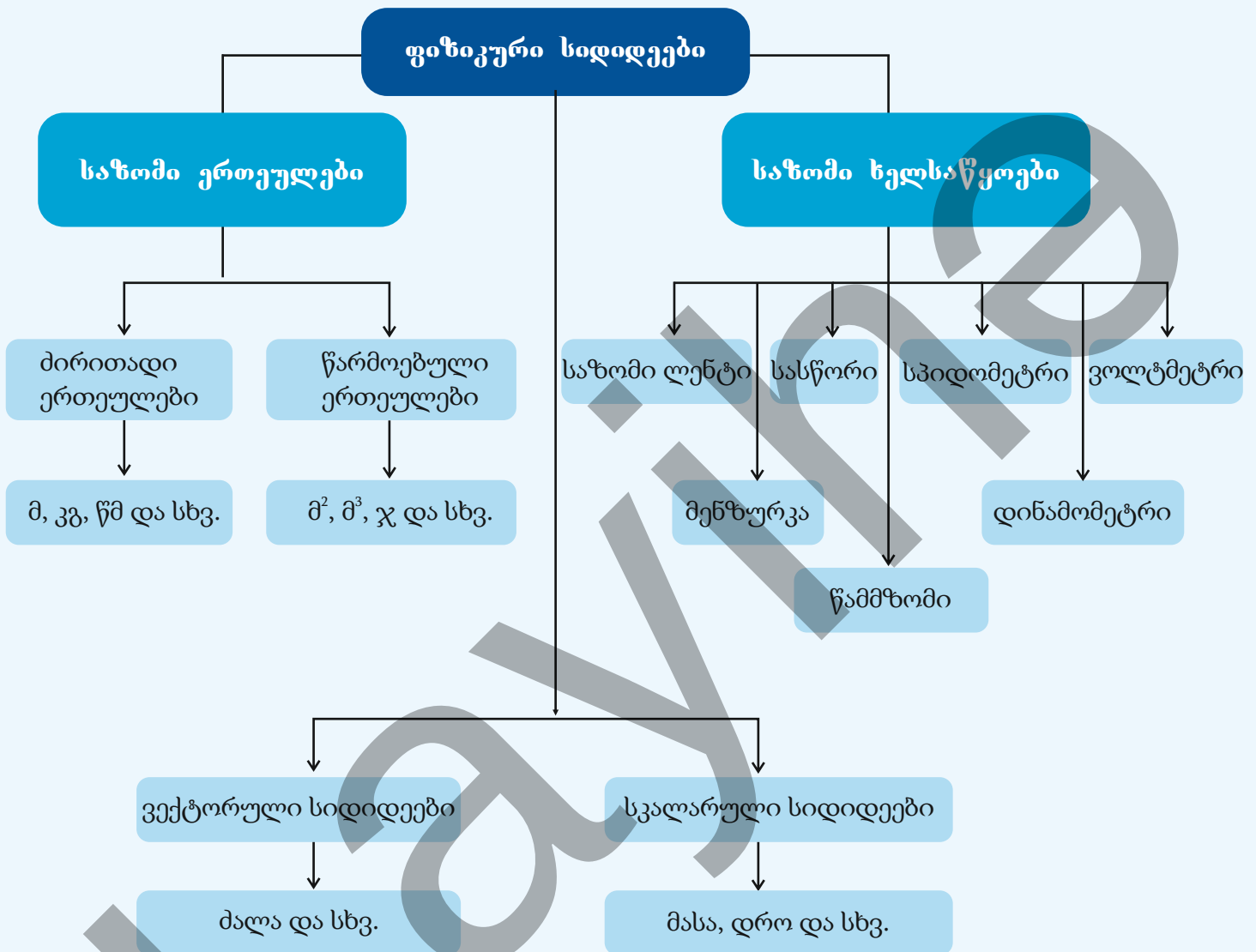
გეომეტრია ბერძნული სიტყვაა და ნიშნავს გეო – მიწა, მეტრია – გაზომვას. დაახლოებით 2200 წლის წინათ, მათემატიკოსმა ერატოსფენმა გაზომა დედამიწის გარშემოწერილობის სიგრძე, ორ ქალაქს შორის მანძილის გამოყენებითა და შუადღისას ჯოხის ჩრდილის გამოყენებით. ერატოსფენის მიღებული შედეგი იყო 250 000 სტადიონის ტოლი. სტადიონი არის სიგრძის ერთეული, რომელიც გამოიყენებოდა ძველ საბერძნეთში. მიახლოებით იყო 160 მეტრი. მეტრებში გადაყვანისას ერატოსფენმა გამოთვალა, რომ დედამიწის გარშემოწერილობა 40 000 000 მეტრის ტოლია, ესე იგი 40 000 კმ-ის. დედამიწის გარშემოწერილობა შეადგენს 40 075 კმ-ს. ერიტოსფენის მიერ იმ დროს გამოთვლილი შედეგი მარტივი მსჯელობით ძალიან ახლოს დგას თანამედროვე პერიოდში გაზომილ შედეგთან. იმისათვის, რომ გავზარდოთ გაზომვის სიზუსტე, აუცილებელია ვიცოდეთ ცდომილების მიზეზი. წამშზომის გამოყენების დროს ცდომილების ერთ-ერთი მიზეზი დაკავშირებულია ადამიანის რეაქციის დროსთან. იმ მომენტს, როცა თქვენ ხედავთ საგნის ვარდნის დაწყებას და იმ მომენტს შორის, როცა თქვენ რთავთ წამშზომს გადის დაახლოებით 0,2 წამი. ასევე როცა ობიექტი აღწევს მიწაზე წამშზომი ჩერდება 0,2 წამის შემდეგ. მამასადამე გაზომვის ცდომილება ამ ცდის დროს ტოლია 0,4 წამის. მძლოლებმა ასევე საჭიროა გაითვალისწინონ, რომ რეაქციის დრო ნულის ტოლი არაა. ავტომობილის გარჩერების გადაწყვეტილების მიღების დროს, რომელიც მოძრაობს $72 \frac{\text{კმ}}{\text{სთ}}$ სიჩქარით, გარჩერების გადაწყვეტილებასა და მუხრუჭზე დაჭერას შორის გადის 0,2 წამი. ამ დროში ავტომობილი გაივლის დაახლოებით 4 მეტრს. ამიტომ მძლოლებს ეძლევათ რეკომენდაცია დაიცვან დისტანცია წინ მიმავალ სატრანსპორტო საშუალებასთან. ასევე მნიშვნელოვანია ჩატარდეს გაზომვები შეთანხმებული სტანდარტებით. წარსულში ადამიანები იყენებდნენ ისეთ არასტანდარტულ საზომ ერთეულებს, როგორებიცაა: მტკაველი, იდაყვი და ნაბიჯი. რამდენადაც ადამიანები სხვადასხვა ზომის არიან, სიგრძის საზომები იყო განსხვავებული. იმისათვის, რომ თავიდან აეცილებინათ მსგავსი გაუგებრობა და უზუსტობა, მეცნიერები იყენებენ ზუსტ საზომ ხელსაწყოებს. ხდება ექსპერიმენტების ჩატარებისას წარმოქმნილი შეცდომების მიზეზების გამოვლენა და გამოიყენება შეთანხმებული ზომის ერთეულები, ე.ი. საერთაშორისო სისტემა.



სახაზავის მიერ გავლილი გზა რეაქციის დროს

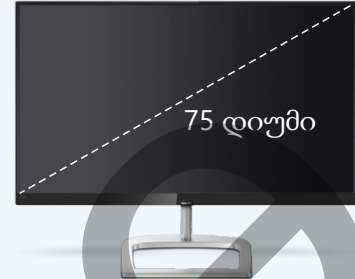


მტკაველები სიგრძით ერთნაირი არ არის



განმაზოგადებელი დაგალებები

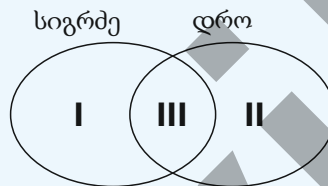
1. აზერმა მამას ჰკითხა ახალი ტელევიზორის ეკრანის ზომის შესახებ. მამამ უპასუხა, რომ 75 დიუმი. რისი ტოლია ტელევიზორის დიაგონალის ზომა მეტრებში?
(1 დიუმი = 2,54 სმ)



2. მოცემულთა შორის რომელია ფიზიკური სიდიდე?
ა) წამი ბ) მეტრი გ) კილოგრამი დ) დრო ე) წუთი

3. განსაზღვრეთ მდებარეობა სიგრძისა და დროის ელერ-ვენის დიაგრამაში.

- სკალარული სიდიდეა.
- ზომის ერთეული SI-ში ძირითადი ერთეულია.
- ერთეულია წამი.
- ერთეულია მეტრი.
- იზომება საზომი ლენტით.
- იზომება წამმზომით.



	I	II	III
ა)	2, 3, 5	4, 6	1
ბ)	4, 6	2, 3, 5	1
გ)	4, 6	3, 5	1, 2
დ)	1, 4, 5	3, 6	2
ე)	4, 5	3, 6	1, 2

4. ორი ავტომობილიდან ერთის სიჩქარე $72 \frac{\text{კმ}}{\text{სთ}}$, მეორის სიჩქარე კი $30 \frac{\text{მ}}{\text{წმ}}$ -ია. შეადარეთ ავტომობილების სიჩქარე.

5. რისი ტოლია წამმზომის ერთი დანაყოფის ფასი და ცდომილება?

ერთი დანაყოფის
ფასი

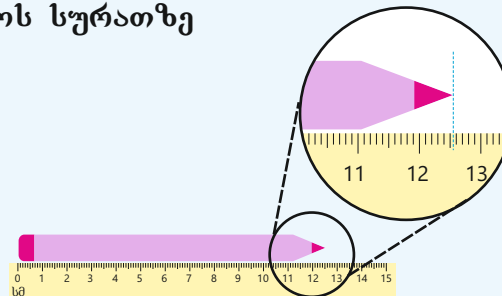
ხელსაწყოს
ცდომილება

- | | | |
|----|------|--------|
| ა) | 1 წმ | 1 წმ |
| ბ) | 5 წმ | 1 წმ |
| გ) | 1 წმ | 0,5 წმ |
| დ) | 5 წმ | 0,5 წმ |
| ე) | 1 წმ | 5 წმ |



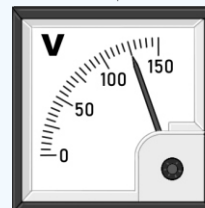
6. მაქსიმუმ რისი ტოლი შეიძლება იყოს სურათზე მოცემული ფანქრის სიგრძე?

- 12,5 სმ
- 12,35 სმ
- 12,45 სმ
- 12,55 სმ
- 12,6 სმ

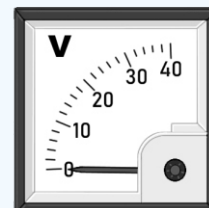


7. სურათზე მოცემულ ვოლტმეტრებზე რომელი მოსაზრებებია სწორი?

1. I ვოლტმეტრით დაზვა უფრო ზუსტად გაიზომება.
2. II ვოლტმეტრით დაზვა უფრო ზუსტად გაიზომება.
3. I ვოლტმეტრით უფრო მეტი დაზვა გაიზომება
4. II ვოლტმეტრით უფრო მეტი დაზვა გაიზომება.



I

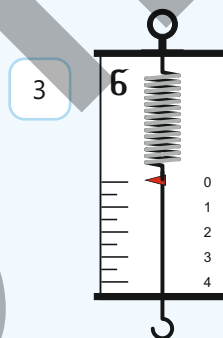
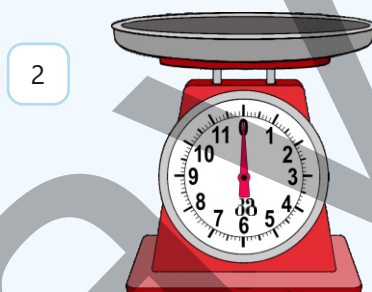
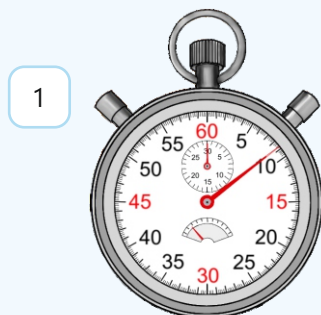


II

8. ჰიდროელექტროსადგური ერთს წამში გამოიმუშავებს 420 000 000 ჯ ელექტროენერგიას. გამოსახეთ ეს ენერგია მეგაჯოულებში.

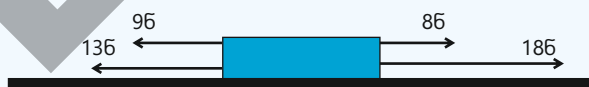
- ა) 42 000 მჯ
- ბ) 4200 მჯ
- გ) 420 მჯ
- დ) 42 მჯ
- ე) 4,2 მჯ

9. რომელი ხელსაწყო ან ხელსაწყოები ზომავენ სკალარულ სიდიდეებს?



10. უძრავ სხეულზე ერთდროულად დაიწყო მოქმედება ოთხმა ძალამ ისე, როგორც სურათზეა ნაჩვენები.

- ა. რისი ტოლია ტოლქმედი ძალა?
- ბ. საით არის მიმართული ტოლქმედი ძალა ?
- გ. რომელი მიმართულებით იმოძრავებს სურათზე მოძრავი სხეული?



წრფივი მოძრაობა

1912 წელს გემი “ტიტანიკი”, რომელიც მიცურავდა ინგლისიდან ამერიკაში, ჩაიძირა აისბერგთან შეჯახების გამო. მიუხედავად იმისა, რომ გემის კაპიტანმა ტრადიციიდან ცოტა ადრე დაინახა აისბერგი, შეჯახების თავიდან აცილება ვერ მოხერხდა, გემის მაღალი სიჩქარისა და აისბერგამდე მანძილის სიმცირის გამო.



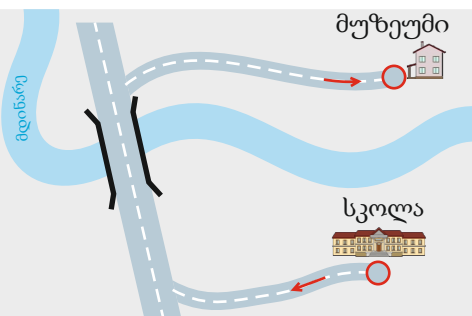
- ყოველდღიურ ცხოვრებაში ჩვენ ვსარგებლობთ ისეთი სატრანსპორტო საშუალებებით, როგორებიცაა: ველოსიპედი, ავტომობილი და მატარებელი. ჩვენ სატრანსპორტო საშუალებას ვირჩევთ დანიშნულების პუნქტის ადგილმდებარეობისა და გზის სიგრძეზე დამოკიდებულებით. ტრანსპორტის სახეობაზე დამოკიდებულებით იცვლება დაშორება და ჩვენი გადაადგილების დრო. მაშასადამე, ერთი ადგილიდან სხვა ადგილას წასასვლელად გზის სიგრძის, სატრანსპორტო საშუალების სიჩქარისა და წასასვლელი ადგილის მიმართულების ცოდნა გვიმარტივებს მოგზაურობის დაგეგმვას.
- 1. გემი “ტიტანიკს” მიმართულება დროზე რომ შეეცვალა შეიძლებდა შეჯახების თავიდან აცილება?
- 2. საკმარისია თუ არა გემსა და აისბერგს შორის მანძილის ცოდნა იმის განსაზღვრისათვის, შეეჯახება თუ არა ისინი ერთმანეთს?

განყოფილებაში შეისწავლით

- ტრაექტორიის ფორმის მიხედვით არსებობს წრფივი და მრუდწირული მოძრაობა
- გზა და გადაადგილება - ორი განსხვავებული სიდიდეა
- მოძრაობის სიჩქარე შეიძლება დარჩეს მუდმივი ან შეიცვალოს
- სხეულის მოძრაობა გამოისახება ფორმულებითა და გრაფიკების საშუალებით

2.1 ტრაექტორია, გზა და გადაადგილება

სკოლიდან 200 მ
დაშორებით მდებარე
მუზეუმში
წასასვლელად 600 მ
გზის გავლაა საჭირო.



- რატომ არის გზა სკოლიდან მუზეუმამდე უფრო მეტი, ვიდრე მანძილი მათ შორის?
- მუზეუმის ადგილმდებარეობის განსაზღვრისათვის, გარდა მისი სკოლიდან დაშორებისა, კიდევ რომელი ინფორმაცია უნდა იყოს მოცემული?

საკვანძო სიტყვები

ტრაექტორია, გზა,
გადაადგილება

ტრაექტორია

დღის განმავლობაში ვხედავთ ტრანსპორტის, ადამიანებისა და სხვა ცოცხალი არსებების მოძრაობას. ზოგიერთი მათგანი მოძრაობს წრფივად, ხოლო ზოგიერთი - მრუდწირულად.

- ხაზს, რომლის გასწვრივ მოძრაობს სხეული, **ტრაექტორია** ეწოდება. (სურათი 1).

ფორმის მიხედვით არსებობს მრუდწირული (ა) და წრფივი (ბ) ტრაექტორია (სურათი 2).

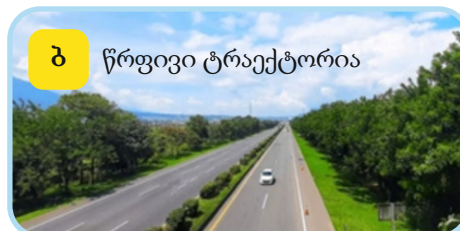


▲ სურათი 1. თოვლზე მოძრავი ცოცხალი არსების ტრაექტორია.



▲ სურათი 2.

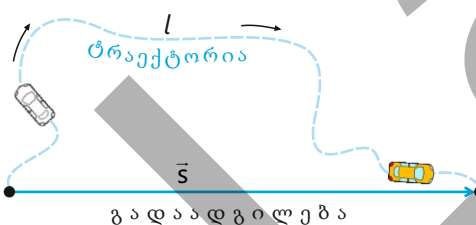
გზა და გადაადგილება



- ტრაექტორიის სიგრძეს **გზა** ეწოდება.

გზა არის სკალარული ფიზიკური სიდიდე და აღინიშნება l ასოთი. გზის ერთეულად SI-ში მიღებულია **მეტრი**. $[l] = 1 \text{ მ}$.

- გადაადგილება მოძრაობის ტრაექტორიის საწყისი და ბოლო წერტილების შემაერთებელი ვექტორია. (სურ. 3).



▲ სურათი 3. ტრაექტორია და გადაადგილება

გადაადგილების ვექტორი მიმართულია ტრაექტორიის დასაწყისიდან ბოლოსაკენ. მისი რიცხვითი მნიშვნელობა კი ტოლია ამ წერტილებს შორის მანძილისა. ეს მანძილი გადაადგილების ვექტორის სიგრძეა.

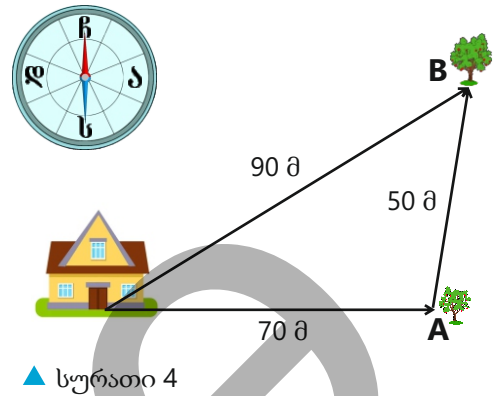
გადაადგილება აღინიშნება $\vec{s}$ -ით, ხოლო მისი რიცხვითი მნიშვნელობა კი s -ით და SI-ში მისი ერთეული **მეტრია**. $[s] = 1 \text{ მ}$.

მოძრაობის დროს გარკვეული მანძილის გავლით შეიძლება შევიცვალოთ ადგილი და მოძრაობის მიმართულება.

მაგალითად, წარმოვიდგინოთ, რომ ჩვენ გამოვდივართ სახლიდან და ვკრეფთ ვაშლს ჯერ **A** ხიდან, შემდეგ კი - **B** ხიდან, როგორც ეს ნაჩვენებია სურათი 4-ზე.

როცა ჩვენ მივალწევთ **A** ხემდე, გზის სიგრძე, რომელიც გავიარეთ, 70 მეტრია, ხოლო ჩვენი გადაადგილებაა 70 მეტრი აღმოსავლეთის მიმართულებით. როცა ჩვენ მივალწევთ **B** ხემდე, ჩვენ მიერ გავლილი საერთო გზა შეადგენს 120 მეტრს, ხოლო ჩვენი გადაადგილება - 90 მეტრს სახლიდან ჩრდილო აღმოსავლეთით.

როგორც მაგალითიდან ჩანს, ერთი მიმართულებით წრფივად მოძრაობისას გადაადგილების რიცხვითი მნიშვნელობა გავლილი გზის სიგრძის ტოლია. თუ შევცვლით მიმართულებას ან ვიმოძრაოთ მრუდწირული ტრაექტორიით, მაშინ გავლილი გზის სიგრძე იქნება გადაადგილების რიცხვით მნიშვნელობაზე მეტი.



▲ სურათი 4

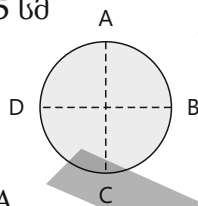
საქმიანობა

გზისა და გადაადგილების პოვნა

რესურსები: სახაზავი და ფარგალი.

სამუშაოს მსვლელობა:

1. დახაზეთ ქაღალდზე 5 სმ რადიუსიანი წრეწირი.
2. წრეწირი, როგორც სურათზეა ნაჩვენები, დაყავით ოთხ ტოლ ნაწილად და აღნიშნეთ A, B, C და D წერტილები.

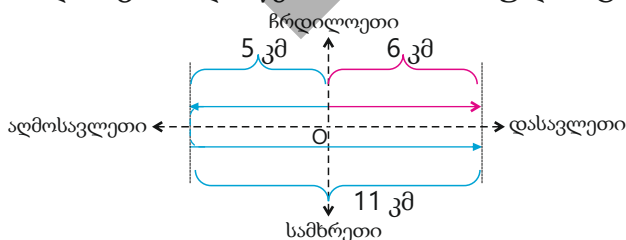


განიხილეთ:

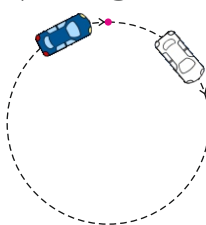
1. სხეული მოძრაობს **A** წერტილიდან **C** წერტილში წრეწირის გარშემო, იპოვეთ მისი გადაადგილება და გავლილი გზა. (ჩათვალეთ $\pi = 3$).
2. თუ სხეული დაიწყებს წრეწირის გარშემო მოძრაობას **B** წერტილიდან და დაბრუნდება ამ წერტილში, რისი ტოლი იქნება მისი გადაადგილება და გავლილი გზა?
3. თუ ცნობილი იქნება სხეულის გადაადგილება, რომელმაც დაიწყო მოძრაობა **A** წერტილიდან, შეიძლება თუ არა განვსაზღვროთ მის მიერ გავლილი გზა?

ვინაიდან გადაადგილება წარმოადგენს ვექტორულ სიდიდეს, მის რიცხვით მნიშვნელობასთან ერთად საჭიროა მივუთითოთ მისი მიმართულებაც. მაგალითად, თუ სხეულმა დაიწყო მოძრაობა 0 წერტილიდან და ჯერ გადაადგილდა 5 კმ დასავლეთის მიმართულებით, ხოლო შემდეგ 11 კმ აღმოსავლეთის მიმართულებით, მაშინ მისი გადაადგილება იქნება 6 კმ აღმოსავლეთის მიმართულებით, ხოლო გავლილი გზა - 16 კმ (სურათი 5).

სხეულის გადაადგილება, რომელიც დაუბრუნდა იმ წერტილს, საიდანაც მან დაიწყო მოძრაობა, ნულის ტოლია. (სურათი 6).



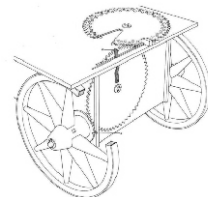
▲ სურათი 5.



▲ სურათი 6.

იცით თუ არა თქვენ?

ძველი რომაელები მანძილის გასაზომად ცხენის ურმის თვალზე აკეთებდნენ აღნიშვნებს და ითვლიდნენ ბორბლის ბრუნების რაოდენობას.



ჩინელები კი ამისთვის იყენებდნენ ბორბალზე მიმაგრებულ დოლს. რამდენიმე ბრუნზე ერთხელ ბორბალზე დამაგრებული ხის ჩაქუჩი დოლზე დარტყმით ხმას გამოსცემდა და დარტყმების დათვლით გამოითვლებოდა რამდენი ბრუნი შეასრულა ბორბალმა.

ამოცანის ამოხსნა

ქამრანი სახლიდან გამოვიდა, 120 მ გაიარა აღმოსავლეთის მიმართულებით, 80 მ ჩრდილოეთის მიმართულებით, ხოლო შემდეგ 120 მ დასავლეთის მიმართულებით და მიაღწია სკოლამდე. იპოვეთ ქამრანის გავლილი გზის სიგრძე და გადაადგილება.

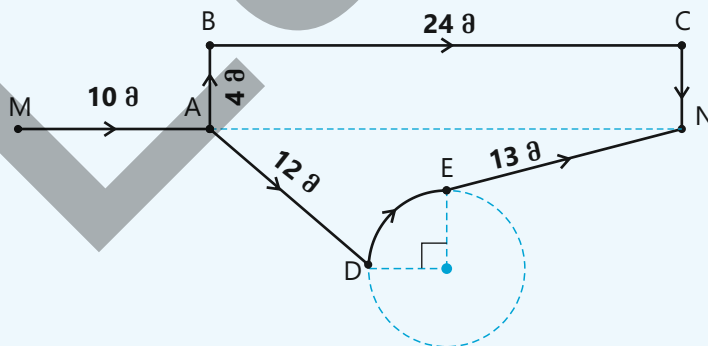
მოცემულია	დიაგრამა	ამოხსნა
$l_1 = 120 \text{ მ}$ $l_2 = 80 \text{ მ}$ $l_3 = 120 \text{ მ}$ $l = ?$ $s = ?$		გავლილი გზა: $l = l_1 + l_2 + l_3 = 120 \text{ მ} + 80 \text{ მ} + 120 \text{ მ} = 320 \text{ მ}$ გადაადგილება: $s = 80 \text{ მ}$ ჩრდილოეთით პასუხი: გავლილი გზა: 320 მ გადაადგილება: 80 მ ჩრდილოეთით

გაიაზრე • განიხილე • გააზიარე

შეიძლება თუ არა გადაადგილების რიცხვითი მნიშვნელობა მეტი იყოს გზაზე? სქემის დახაზვით განმარტეთ თქვენი აზრი.

გამოიყენეთ მიღებული ცოდნა

გზა, რომელიც მიდის M წერტილიდან N წერტილში განიჭოტება A წერტილში. ამიტომ M წერტილიდან N წერტილში შეიძლება მოხვედრა 2 ტრაექტორიით. ერთი გზა გადის 8 მ დიამეტრისა და წრეწირის გარკვეული ნაწილის გავლით, ხოლო მეორე - მართკუთხედზე, რომლის გვერდებიცაა 4 მ და 24 მ.

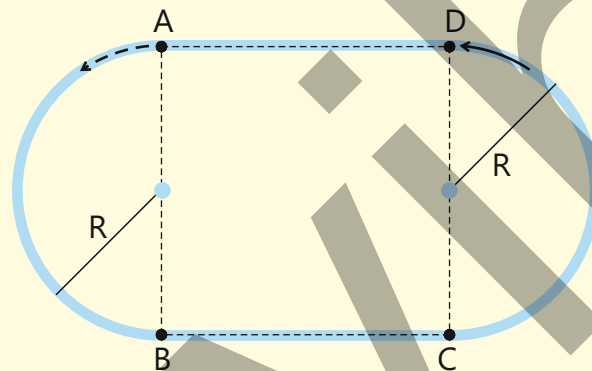


- იპოვეთ ორივე გზის სიგრძე ორივე ტრაექტორიისათვის (ჩათვალეთ, რომ $\pi = 3$).
- გამოთვალეთ M წერტილიდან N წერტილში მოძრაობის სხეულის გადაადგილება.

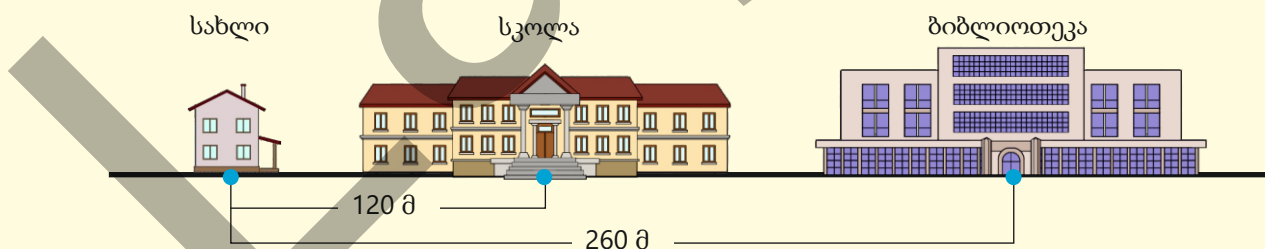
გ) რომელი ტრაექტორიით მოძრაობისას გაივლის სხეული ნაკლებ გზას?
 დ) ახდენს თუ არა გავლენას M წერტილიდან N წერტილში მოძრაობის ტრაექტორიის შერჩევა გადაადგილების სიდიდეზე? დაასაბუთეთ თქვენი პასუხი.

შეამოწმეთ თქვენი ცოდნა

- რა მსგავსება და განსხვავებაა გზასა და გადაადგილებას შორის?
- სპორტსმენი გამოვიდა A წერტილიდან, ჯერ ნახევარწრის გასწვრივ B წერტილში, შემდეგ კი $ABCD$ კვადრატის BC გვერდის გასწვრივ C წერტილში, იქიდან კი ნახევარწრეზე მოძრაობით D წერტილს მიაღწია. იპოვეთ სპორტსმენის გავლილი გზა და გადაადგილება, თუ. $R = 80$ მ-ს, $BC = 160$ მ-ს. (ჩათვალიეთ, რომ $\pi = 3$).



- ლეილა სახლიდან ბიბლიოთეკაში, იქიდან კი სკოლაში წავიდა.
 - სურათის მიხედვით იპოვეთ მისი გავლილი გზა და გადაადგილება.
 - როცა ლეილა სახლში დაბრუნდა, რისი ტოლი იქნება მისი გადაადგილება?



2.2 სიჩქარე

აზერი ქვეითად და ნიგარა კი ავტობუსით ტოლ გზას გაივლიან სკოლამდე.



• რომელი მათგანი უფრო ადრე მივა სკოლაში, თუ ცნობილია, რომ მათ ერთდროულად დაიწყეს მოძრაობა? დაასაბუთეთ თქვენი მოსაზრება.

• თუ ცნობილია გასავლელი მანძილი, შეიძლება თუ არა იმის გამოთვლა, რა დროში მივლენ ისინი სკოლაში?

საკვანძო სიტყვები

გზის სიჩქარე,
გადაადგილების სიჩქარე

შეუძლებელია გამოვთვალოთ მოძრაობის დრო, თუ ცნობილია მხოლოდ მანძილი, იმიტომ, რომ ერთი და იმავე გზის გავლას სხვადასხვა საშუალებით შეიძლება დასჭირდა სხვადასხვა დრო. მაგალითად, ერთი ქალაქიდან მეორეში თვითმფრინავით მგზავრობისას დახარჯული დრო ავტომობილით მგზავრობით დახარჯული დროისაგან განსხვავებული იქნება. ამიტომაც, იმის განსაზღვრისთვის, თუ რა დროში გაივლის გზას, ცნობილი უნდა იყოს დროის ერთეულში გავლილი გზა. ამ მიზნით გამოიყენება ფიზიკური სიდიდე, რომელსაც **გზის სიჩქარე** ეწოდება.

გზის სიჩქარე

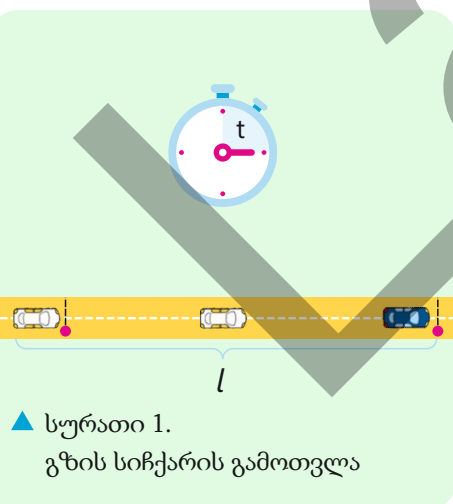
• სხეულის გავლილი გზის ამ გზის გავლაზე დახარჯულ დროსთან შეფარდებას, **გზის სიჩქარე** ეწოდება

$$v = \frac{l}{t}$$

სადაც l – გავლილი გზაა, t – დრო (სურ.1). გზის სიჩქარე არის სკალარული სიდიდე. SI-ში ზომის ერთეულია **მეტრი წამში**:

$$[v] = \frac{[l]}{[t]} = 1 \frac{\text{მ}}{\text{წმ}}$$

გარდა ამისა, გამოიყენება სიჩქარის SI-ში აუღნიშნავი ერთეულები: $1 \frac{\text{კმ}}{\text{წმ}}$, $1 \frac{\text{მ}}{\text{წთ}}$, $1 \frac{\text{მმ}}{\text{წმ}}$

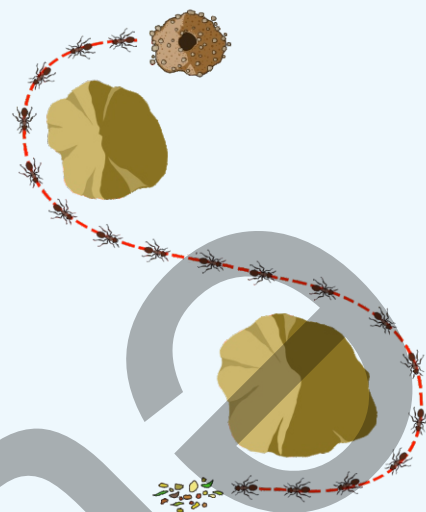


▲ სურათი 1.
გზის სიჩქარის გამოთვლა

ამოცანის ამოხსნა

უდაბნოს ჭიანჭველები, რომლებიც ბინადრობენ საჰარის უდაბნოში, მსოფლიოში ყველაზე სწრაფი ჭიანჭველებია. გამოთვალეთ უდაბნოს ჭიანჭველის გზის სიჩქარე, თუ მან გაიარა 900 მ გზა 20 წუთში. პასუხი გამოსახეთ $\frac{მ}{წმ}$ -ში.

მოცემულია	ფორმულა	ამოხსნა
$l = 900 \text{ მ}$ $t = 20 \text{ წთ} = 1200 \text{ წმ}$ $v = ?$	$v = \frac{l}{t}$	$v = \frac{900 \text{ მ}}{1200 \text{ წმ}} = 0,75 \frac{\text{მ}}{\text{წმ}}$ პასუხი: $0,75 \frac{\text{მ}}{\text{წმ}}$



გადაადგილების სიჩქარე

გზის სიჩქარე ეს არის სხეულის მიერ დროის ერთეულში გავლილი გზა. ის არ გვიჩვენებს საით მოძრაობს სხეული. მოძრაობის მიმართულების განსაზღვრისათვის გამოიყენება ვეზიკური სიდიდე, რომელსაც გადაადგილების სიჩქარე ეწოდება.

- **სიდიდეს, რომელიც ტოლია გადაადგილების შეფარდებისა, ამ გადაადგილებაზე დახარჯულ დროსთან, ეწოდება გადაადგილების სიჩქარე:**

$$\bar{v} = \frac{\bar{s}}{t}$$

სადაც $\bar{s}$ გადაადგილებაა, t კი დროა. გადაადგილების სიჩქარე წარმოადგენს ვექტორულ სიდიდეს. მისი ერთეული SI-ში არის მეტრი წამში:

$$[v] = \frac{[s]}{[t]} = 1 \frac{\text{მ}}{\text{წმ}}$$

გადაადგილების სიჩქარე ყოველთვის მიმართულია გადაადგილების მხარეს. მისი რიცხვითი მნიშვნელობა აღინიშნება v ასოთი და გამოითვლება $v = \frac{s}{t}$ ფორმულით, სადაც s გადაადგილების რიცხვითი მნიშვნელობაა.

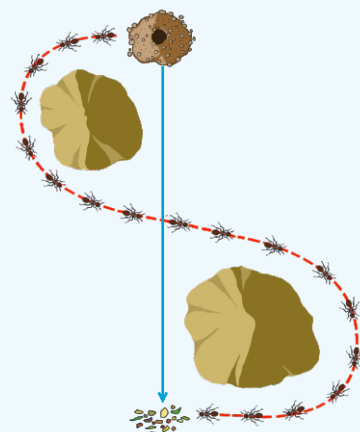
იცით თუ არა თქვენ?

ძველ დროში გემის სიჩქარის გაზომვისათვის მეზღვაურები წყალში ჩაუძირავ რაიმე სხეულს ზემოდან ზღვაში გადაადგდებდნენ. ისინი განსაზღვრავდნენ გემის სიჩქარეს იმ დროის გამოთვლით, რომელსაც ხარჯავდა გემი ამ ობიექტისათვის გვერდის ავლაზე.

ამოცანის ამოხსნა

წინა ამოცანაში ჭიანჭველის გადაადგილება სამხრეთით 120 მეტრის ტოლია. გამოთვალეთ ჭიანჭველის გადაადგილების სიჩქარე. პასუხი გამოსახეთ $\frac{მ}{წმ}$ -ში.

მოცემულია	ფორმულა	ამოხსნა
ჭიანჭველის გადაადგილება: $s = 120 \text{ მ სამხრეთით}$ გადაადგილებაზე დახარჯული დრო: $t = 20 \text{ წთ} = 20 \cdot 60 \text{ წმ} = 1200 \text{ წმ}$ $\bar{v} = ?$	$v = \frac{s}{t}$	$v = \frac{120 \text{ მ}}{1200 \text{ წმ}} = 0,1 \frac{\text{მ}}{\text{წმ}}$ პასუხი: $0,1 \frac{\text{მ}}{\text{წმ}}$ სამხრეთით



საქმიანობა

გზის სიჩქარისა და გადაადგილების სიჩქარის პოვნა

რესურსები: წამმზომი და საზომი ლენტი.

სამუშაოს მსვლელობა:

1. გაზომეთ მანძილი დაფიდან მოპირდაპირე კედლამდე.
2. როდესაც ჩართავთ წამმზომს, თხოვეთ თქვენს თანაკლასელს გაიაროს მუდმივი სიჩქარით მოპირდაპირე კედლამდე და უკან გაუჩერებლივ.
3. გამორთეთ წამმზომი, როცა ამხანაგი უკან დაბრუნებისას შუა კლასამდე მოაღწევს.
4. განსაზღვრეთ ამხანაგის მიერ გავლილი გზა და გადაადგილება.
5. გამოთვალეთ მისი გზის სიჩქარე და გადაადგილების სიჩქარე.

განიხილეთ:

1. რომელია მეტი გზის სიჩქარე თუ გადაადგილების სიჩქარე? რატომ?
2. რომელი მონაცემები გამოიყენეთ გადაადგილების სიჩქარის გამოსათვლელად?



ამოცანის ამოხსნა

ავტობუსმა ბაქოდან ლაჩინამდე 450 კმ გზა 5 საათში გაიარა. მანძილი ამ ქალაქებს შორის წრფივად 390 კმ-ის ტოლია. განსაზღვრეთ ავტობუსის გზისა და გადაადგილების სიჩქარე.

მოცემულია	ფორმულა	ამოხსნა
გზა $l = 450$ კმ გადაადგილება $s = 390$ კმ ლაჩინის მიმართულებით დრო: $t = 5$ სთ $v = ?$ $\bar{v} = ?$	$v = \frac{l}{t}$ $\bar{v} = \frac{s}{t}$	გზის სიჩქარე: $v = \frac{450 \text{ კმ}}{5 \text{ სთ}} = 90 \frac{\text{კმ}}{\text{სთ}}$ გადაადგილების სიჩქარე: $\bar{v} = \frac{390 \text{ კმ}}{5 \text{ სთ}} = 78 \frac{\text{კმ}}{\text{სთ}}$ პასუხი: $90 \frac{\text{კმ}}{\text{სთ}}$, $78 \frac{\text{კმ}}{\text{სთ}}$ ლაჩინის მიმართულებით



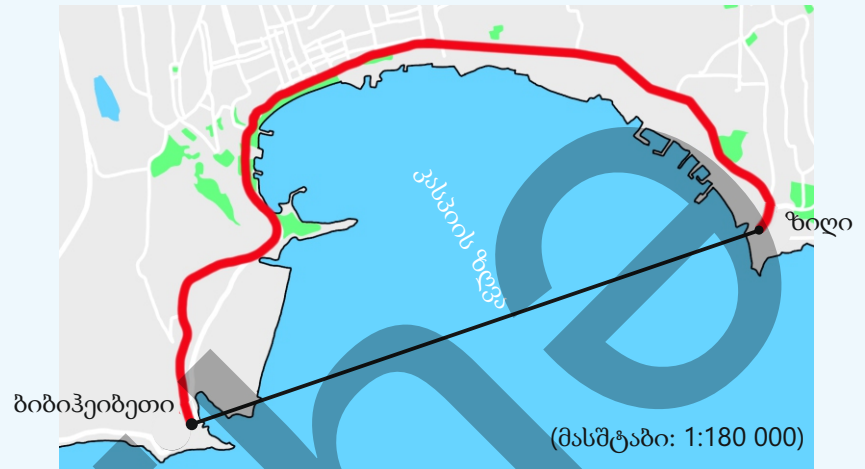
გ ა ი ა ზ რ ე • გ ა ნ ი ხ ი ლ ე • გ ა ა ზ ი ა რ ე

როგორი ფორმისა უნდა იყოს ტრაექტორია, რომ გზის სიჩქარისა და გადაადგილების სიჩქარის რიცხვითი მნიშვნელობები იყოს ტოლი? როდის იქნება ნაკლები?

გამოყენეთ მიღებული ცოდნა

ავტომობილი ბაქოს დაბა ბიბიკეიბეთიდან დაბა ზილამდე 22 კმ გზა ოცდახუთ წუთში გაიარა.

- იპოვეთ გზის სიჩქარე.
- რუკის მიხედვით გამოთვალეთ მანძილები დაბებს შორის და იპოვეთ გადაადგილების სიჩქარე.
- განსაზღვრეთ გზის სიჩქარე, თუ ბიბიკეიბეთიდან ზილში გაცურავდა გემი დროის იმავე დანახარჯით.



შეამოწმეთ თქვენი ცოდნა

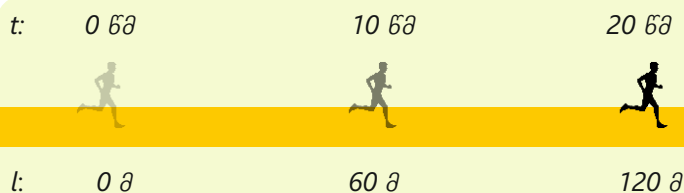
- რა მსგავსებაა და განსხვავებაა გზის სიჩქარესა და გადაადგილების სიჩქარე შორის?
- შეიძლება გზის სიჩქარე იყოს გადაადგილების სიჩქარეზე ნაკლები? დაასაბუთეთ თქვენი პასუხი.
- ცდის ჩატარებისას რობოტი იწყებს მოძრაობას A წერტილიდან, გაივლის 240 მ-ს წრფივად, შემდეგ შემოწერს ნახევარწრეს 42 მ რადიუსით, მიაღწევს B წერტილს. შემდეგ ისევ B-დან ბრუნდება A წერტილში წრფივად. მთელ გზაზე ის ხარჯავს 50 წუთს. (ჩათვალეთ, რომ $\pi = 3$). განსაზღვრეთ რობოტის:
 - გზის სიჩქარე.
 - გადაადგილების სიჩქარე.



- M წერტილიდან N წერტილში წრფივად მოძრაობა ავტომობილმა 2 წუთში 1200 მ გაიარა. განსაზღვრეთ გზის სიჩქარე და გადაადგილების სიჩქარე.
- ავტომობილის გავლილი გზა 320 მ-ია, ხოლო გადაადგილების მნიშვნელობა- 240 მ. იპოვეთ გადაადგილების სიჩქარის რიცხვითი მნიშვნელობა, თუ გზის სიჩქარე $72 \frac{\text{კმ}}{\text{სთ}}$ -ია.

2.3 წრფივი თანაბარი მოძრაობა

წრფივად მოძრავი სპორტსმენი ყოველ 10 წამში 60 მ გზას გადიოდა.



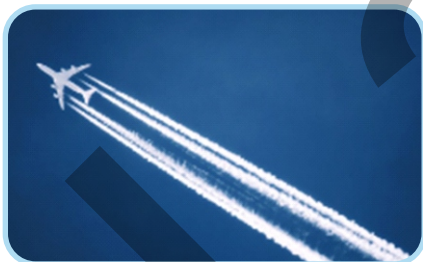
• როგორ იცვლებოდა სპორტსმენის სიჩქარე მოძრაობისას: იზრდებოდა, მცირდებოდა, თუ რჩებოდა მუდმივი?

საკვანძო სიტყვები

წრფივი მოძრაობა, თანაბარი მოძრაობა

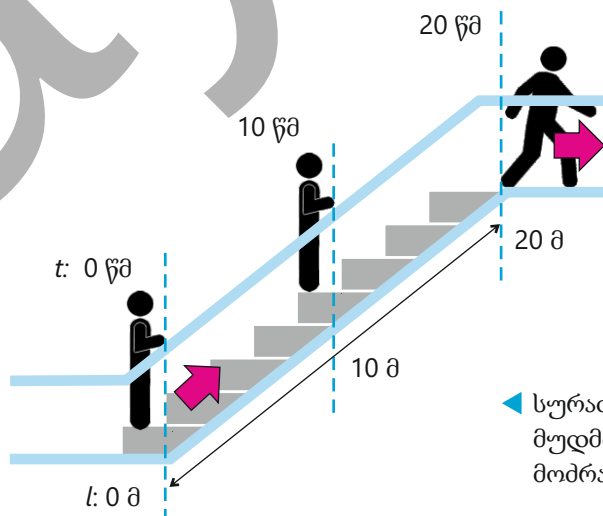
ზოგჯერ სხეული მოძრაობს მიმართულების შეუცვლელად. ამის მაგალითად შეიძლება დავასახელოთ თვითმფრინავის გაფრენა ერთი მიმართულებით ან წრფივად მოძრავი ავტომობილი (სურათი 1).

• თუ სხეული მოძრაობს წრფივი ტრაექტორიით, მაშინ მის მოძრაობას, წრფივი მოძრაობა ეწოდება.



▲ სურათი 1.
წრფივი მოძრაობა

ზოგჯერ სხეული მთელ გზას ან გზის ნაწილს გაივლის მუდმივი სიჩქარით. მაგალითად, ადამიანების მოძრაობა სეირნობისას, ესკალატორის მოძრაობა ან ავტომობილის მოძრაობა გზის გარკვეულ მონაკვეთებზე შეიძლება იყოს მოძრაობა მუდმივი სიჩქარით. ასეთი მოძრაობისას გზა, რომელიც გაიარა სხეულმა ერთსა და იმავე დროში, იქნება თანაბარი (სურათი 2).

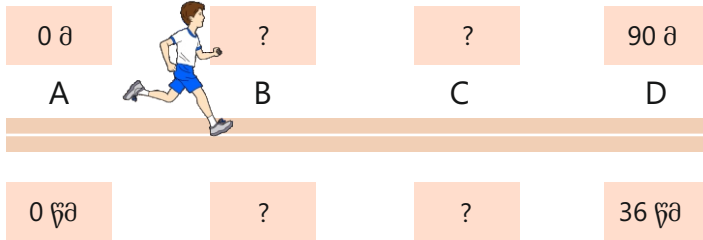


▶ სურათი 2.
მუდმივი სიჩქარით მოძრავი ესკალატორი

• თუ სხეული მოძრაობს წრფივად, დროის ტოლ შუალედებში გადის ერთსა და იმავე მანძილს, მაშინ მის მოძრაობას წრფივი თანაბარი მოძრაობა ეწოდება.

გამოცვლა

სარბენ ბილიკზე მოსწავლემ 36 წამში გაიარა 90 მ გზა.



განიხილეთ:

- გზისა და დროის რა მნიშვნელობები უნდა შეესაბამებოდეს ცარიელ უჯრებს, რომ მოსწავლის მოძრაობა ჩაითვალოს თანაბრად?
- რა მანძილს გაივლის მოსწავლე პირველ 10 წამში?

გავლილი გზის გამოთვლა

გზის სიჩქარე წრფივი თანაბარი მოძრაობისას მუდმივია:

$$v = \text{const}$$

გზის სიჩქარის $v = \frac{l}{t}$ გამოსახულების გამოყენებით შეიძლება გავლილი გზის გამოთვლა:

$$l = vt$$

გადაადგილების გამოთვლა

წრფივი თანაბარი მოძრაობისას გადაადგილების სიჩქარე უცვლელია, როგორც რიცხვითი მნიშვნელობით, ისე მიმართულებით:

$$\vec{v} = \text{const}$$

გადაადგილების სიჩქარე ტოლია $\vec{v} = \frac{\vec{s}}{t}$, ამიტომ, ამ ფორმულიდან გადაადგილება ტოლია:

$$\vec{s} = \vec{v}t$$



const – ინგლისურად **constant** სიტყვის შემოკლებული ფორმაა და თარგმანში მუდმივს ნიშნავს.

იცით თუ არა თქვენ?

სინათლის სიჩქარე ცარიელ სივრცეში მუდმივია და $300\,000 \frac{\text{მ}}{\text{წმ}}$ ტოლია. ასევე უქარო ამინდში 25°C ტემპერატურაზე ხმის სიჩქარე მუდმივია და $340 \frac{\text{მ}}{\text{წმ}}$ ტოლია.

ამოცანის ამოხსნა

ელჭექიდან 7 წამის შემდეგ ხმამ მოაღწია. რა მანძილზე მოხდა ელჭექი, თუ ხმის გავრცელების სიჩქარე $340 \frac{\text{მ}}{\text{წმ}}$ -ია?

მოცემულია	ფორმულა	ამოხსნა
$t = 7 \text{ წმ}$ $v_{\text{ხმა}} = 340 \frac{\text{მ}}{\text{წმ}}$ $l = ?$	$l = vt$	$l = 340 \frac{\text{მ}}{\text{წმ}} \cdot 7 \text{ წმ} = 2380 \text{ მ}$ პასუხი: 2380 მ

გ ა ი ა ზ რ ე • გ ა ნ ი ხ ი ლ ე • გ ა ა ზ ი ა რ ე

თუ გადაადგილების სიჩქარე მუდმივია, ნიშნავს თუ არა ეს იმას, რომ გზის სიჩქარეც მუდმივია?

გამოყენეთ მიღებული ცოდნა

1. გამოთვალეთ წრფივად $72 \frac{\text{კმ}}{\text{სთ}}$ სიჩქარით მოძრავი ავტომობილის 5 წამში გავლილი გზა.
2. ორი თვითმფრინავი გაფრინდა ერთი ქალაქიდან ერთდროულად $630 \frac{\text{კმ}}{\text{სთ}}$ სიჩქარით, მაგრამ ერთი მიფრინავდა სამხრეთით, მეორე ჩრდილოეთით.
 - ა) ტოლია თუ არა მათი გზის სიჩქარე?
 - ბ) ტოლია თუ არა მათი გადაადგილების სიჩქარე?

შეამოწმეთ თქვენი ცოდნა

1. როგორ მოძრაობას ეწოდებათ წრფივი თანაბარი მოძრაობა?
2. შეიძლება თუ არა წრფივად მოძრავი სხეულის გადაადგილების სიჩქარე იყოს $0 \frac{\text{მ}}{\text{წმ}}$? დაასაბუთეთ თქვენი პასუხი.
3. თუ გზის სიჩქარე მუდმივია, შეგვიძლია ვთქვათ, რომ მოძრაობა არის წრფივი, თანაბარი დაასაბუთეთ თქვენი პასუხი.
4. სინათლის სიჩქარე სივარდიელში $300\,000 \frac{\text{მ}}{\text{წმ}}$ -ის ტოლია. მზის სხივი დედამიწამდე აღწევს 8 წუთში. გამოთვალეთ მანძილი მზესა და დედამიწას შორის.
5. ორი ავტომობილიდან ერთი იწყებს მოძრაობას A წერტილიდან $15 \frac{\text{მ}}{\text{წმ}}$ სიჩქარით B-ს მიმართულებით, მეორე ავტომობილი იმავდროულად B წერტილიდან იწყებს A-ს შემხვედრ მოძრაობას $20 \frac{\text{მ}}{\text{წმ}}$ სიჩქარით. მანძილი A და B წერტილებს შორის 700 მ-ია. რამდენი ხნის შემდეგ შეხვდებიან ავტომობილები ერთმანეთს??



2.4 გზისა და გზის სიჩქარის გრაფიკული ასახვა

წრფივი თანაბარსიჩქარიანი მოძრაობის ავტომობილის გავლილი გზის დროზე დამოკიდებულება $l = 5t$ სახისაა.

ამ მოძრაობისას:

- ა) სიჩქარე დროზე დამოკიდებული?
- ბ) როგორ არის დამოკიდებული გზა დროზე?

წრფივი თანაბარი მოძრაობისას გზისა და სიჩქარის გრაფიკით გამოსახვაც შეიძლება.

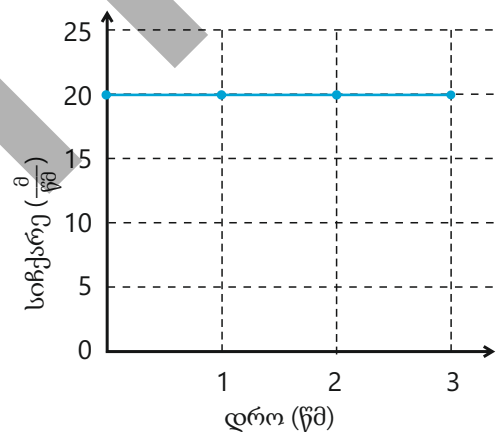
სიჩქარის დროზე დამოკიდებულების გრაფიკი

თანაბარი წრფივი მოძრაობისას სიჩქარე დროზე არ არის დამოკიდებული, ესე იგი, დროის გავლის მიუხედავად, სიჩქარე არ იცვლება. თუ სიჩქარე იქნება $20 \frac{\text{მ}}{\text{წმ}}$ მოძრაობის პირველ, მეორე, მესამე წამებზეც და შემდგომ დროშიც $20 \frac{\text{მ}}{\text{წმ}}$ იქნება. სიჩქარის ამ მნიშვნელობისა და დროის ცხრილში ჩაწერით შეიძლება ავაგოთ **სიჩქარის დროზე დამოკიდებულების გრაფიკი** (სურათი 1):

დრო (წმ)	სიჩქარე ($\frac{\text{მ}}{\text{წმ}}$)
0	20
1	20
2	20
3	20

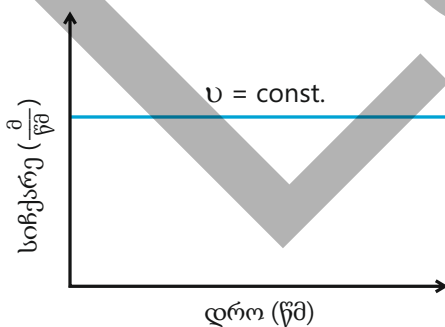
საკვანძო სიტყვები

სიჩქარე-დროის გრაფიკი, გზა-დროის გრაფიკი, პირდაპირპროპორციულობა

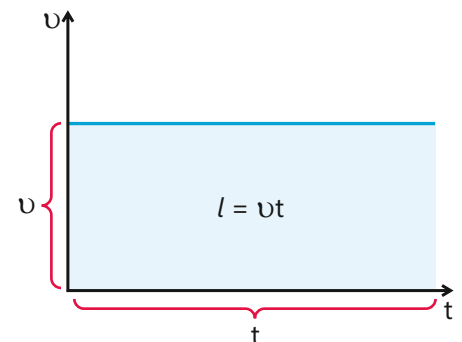


▲ სურათი 1.
სიჩქარე - დროის გრაფიკი

როგორც ჩანს, წრფივი თანაბარი მოძრაობის სიჩქარის დროზე დამოკიდებულების გრაფიკი წარმოადგენს დროის ღერძის პარალელურ წრფეს. წრფივი თანაბარი მოძრაობისას სიჩქარე - დროის გრაფიკის ზოგადი სახე ასეთი იქნება (სურათი 2).



▲ სურათი 2.
სიჩქარე დროის გრაფიკის
წრფივი თანაბარი მოძრაობისას.



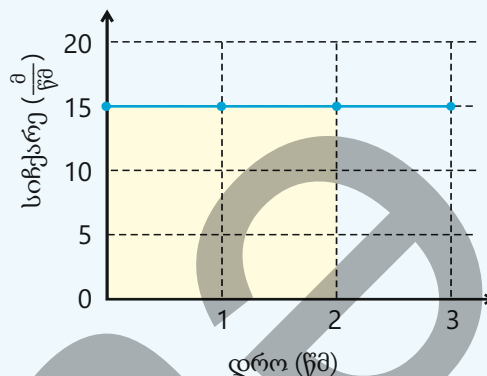
▲ სურათი 3.
გზის გამოთვლა

გავლილი გზა $l = vt$ ფორმულით გამოითვლება. ეს კი რიცხვითი მნიშვნელობით სიჩქარე-დროის გრაფიკსა და აბსცისთა ღერძს შორის დარჩენილი მართკუთხედის ფართობის ტოლია (სურათი 3).

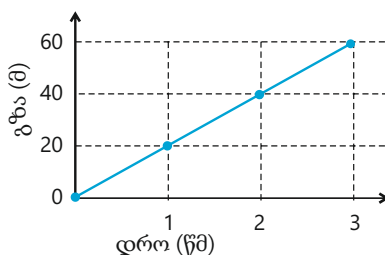
ამოცანის ამოხსნა

მოცემულია მსოფლიოში ყველაზე პატარა ფრინველის, - ჩიტი კალიბრის, სიჩქარის დროზე დამოკიდებულების გრაფიკი. გრაფიკის საფუძველზე იპოვეთ ფრინველის მიერ ორ წამში გავლილი მანძილი.

მოცემულია	ფორმულა	ამოხსნა
$t = 2 \text{ წმ}$ $v = 15 \frac{\text{მ}}{\text{წმ}}$ $l = ?$	$l = vt$	სიჩქარე-დროის გრაფიკზე გზის გრაფიკის ქვეშ დარჩენილი ფიგურის ფართობის ტოლია: $l = 15 \frac{\text{მ}}{\text{წმ}} \cdot 2 \text{ წმ} = 30 \text{ მ}$ პასუხი: 30 მ



დრო (წმ)	გავლილი გზა (მ)
0	0
1	20
2	40
3	60



სურათი 4. გრაფიკი გზა-დრო

გზა-დრო გრაფიკი

ვინაიდან სხეული, რომელიც მოძრაობს $20 \frac{\text{მ}}{\text{წმ}}$ სიჩქარით ერთ წამში, გაივლის 20 მ გზას, დროის გაზრდასთან ერთად თითოეულ წამში გავლილი მანძილი 20 მ-ით გაიზრდება. სხეული ყოველ 1 წამში გაივლის 20 მ-ს, 2 წამში 40 მ-ს და 3 წამში 60 მ-ს. ეს მნიშვნელობები შევითანოთ ცხრილში და ავაგოთ გზის დროზე დამოკიდებულების გრაფიკი (სურათი 4). როგორც გრაფიკიდან ჩანს, წრფივი თანაბარი მოძრაობის გრაფიკი გზა-დრო წარმოადგენს წრფეს, რომელიც გადის კოორდინატთა სათავეზე და გავლილი გზა დროის პირდაპირპროპორციულია.

საქმიანობა

გრაფიკის მიხედვით განსაზღვრეთ, არის თუ არა წრფივი თანაბარი ეს მოძრაობა.

რესურსები: უჯრიანი ფურცელი და სახაზავი.

სამუშაოს მსვლელობა:

- ჩაიხაზეთ ქვემოთ მოცემული ცხრილი რვეულში.
- პირველ სვეტში ჩაწერეთ დროის მნიშვნელობები 0, 2, 4 და 6.
- მეორე სვეტში ჩაწერეთ გზის მნიშვნელობები 0, 3, 6 და 9.
- ააგეთ გრაფიკი გზა-დრო.

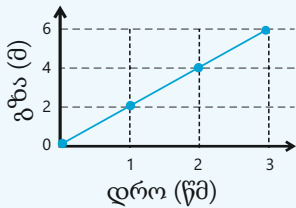
t (წმ)	l (მ)

განიხილეთ:

- არის თუ არა ეს მოძრაობა წრფივი და თანაბარი. დაასაბუთეთ თქვენი პასუხი.
- აგებული გზა-დრო გრაფიკის მიხედვით ააგეთ გრაფიკი სიჩქარე-დრო.

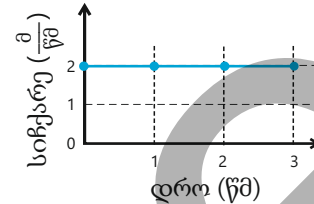
ამოცანის ამოხსნა

ააგეთ სიჩქარე-დროის გრაფიკი მოცემული გზა-დრო გრაფიკის საფუძველზე.



ამოხსნა: დროის ტოლ შუალედებში სხეული გადის ტოლ მანძილებს. ესე იგი მისი მოძრაობა თანაბარია. ამიტომ გრაფიკზე არსებული ნებისმიერი წერტილის კოორდინატების გამოყენებით სიჩქარის მნიშვნელობის პოვნა საკმარისია.

$$v = \frac{l}{t} = \frac{2 \text{ მ}}{1 \text{ წმ}} = 2 \frac{\text{მ}}{\text{წმ}}$$



მამასადამე, სიჩქარის დროზე დამოკიდებულების გრაფიკი წარმოადგენს დროის ღერძის პარალელურ წრფეს, რომელიც გადის სიჩქარის ღერძზე წერტილი 2-ის გავლით.

ბ ა ი ა ზ რ მ • ბ ა ნ ი ხ ი ლ მ • ბ ა ა ზ ი ა რ მ

როგორ განვსაზღვროთ გზა-დრო გრაფიკის მიხედვით, არის თუ არა მოძრაობა თანაბარი?

გამოიყენეთ მიღებული ცოდნა

ააგეთ ცალ-ცალკე სიჩქარის დროზე დამოკიდებულების გრაფიკი 2 ავტობუსისათვის, რომლებიც მოძრაობენ მუდმივი სიჩქარეებით $20 \frac{\text{მ}}{\text{წმ}}$ და $30 \frac{\text{მ}}{\text{წმ}}$ 10 წამის განმავლობაში და დაშტრიხეთ გრაფიკის ქვეშ დარჩენილი ფართობები.

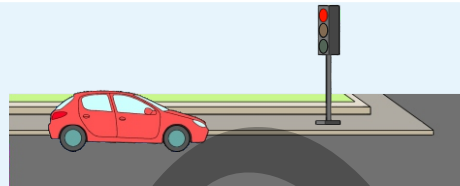
- რას გამოსახავს დაშტრიხული ფართობის მნიშვნელობა?
- ორივე გრაფიკი ააგეთ ერთ კოორდინატთა სისტემაში. რას გამოსახავს სხვაობა დაშტრიხული ფართობებს შორის?

შეამოწმეთ თქვენი ცოდნა

- მატარებელი მოძრაობს მუდმივი სიჩქარით $20 \frac{\text{მ}}{\text{წმ}}$. ააგეთ გრაფიკები სიჩქარე-დრო და გზა-დრო.
- დამოკიდებულია თუ არა სიჩქარე დროზე სიჩქარე-დროის გრაფიკზე თანაბარი მოძრაობისას?
- როგორ არის დამოკიდებული გზა დროზე გზა-დროის გრაფიკზე წრფივი თანაბარი მოძრაობისას?
- ავტობუსი წრფივი თანაბარი მოძრაობით 3 წუთში გაივლის 3 კმ 600 მ გზას. ააგეთ სიჩქარე-დროის გრაფიკი ავტობუსისთვის.

2.5 წრფივი არათანაბარი მოძრაობა

ავტომობილის შუქნიშანთან მიახლოებისას აინთო წითელი შუქი. ავტომობილმა სიჩქარე თანდათან შეამცირა და გაჩერდა. გარკვეული დროის შემდეგ კი აინთო მწვანე შუქი და ავტომობილმა ადგილიდან მოძრაობა დაიწყო.



- როგორ იმოძრაავს ავტომობილმა შუქნიშანთან გაჩერებამდე?
- როგორ იმოძრაავს ავტომობილმა მწვანე შუქის ანთების შემდეგ?

საკვანძო სიტყვები

არათანაბარი მოძრაობა

უმრავლეს შემთხვევაში სხეულები არ მოძრაობს მუდმივი სიჩქარით. მაგალითად, ავტობუსი გაჩერებასთან მიახლოებისას ამცირებს თავის სიჩქარეს, ხოლო შემდეგ ჩერდება. ავტომობილი, რომელიც იცდის შუქნიშანთან, იწყებს მოძრაობას მას შემდეგ, როცა აინთება მწვანე შუქი და ზრდის თავის სიჩქარეს. ასევე ხელიდან გაშვებული სხეული, რაც უფრო უახლოვდება დედამიწას, მით უფრო ზრდის თავის სიჩქარეს.

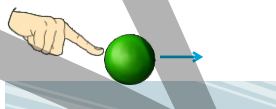
საქმიანობა

არათანაბარი სიჩქარით მოძრაობის გამოკვლევა

რესურსები: პატარა ბურთულა.

სამუშაოს მსვლელობა:

- თითის ოდნავი ბიძგით დაიწყეთ ბურთულის მოძრაობა გლუვ ზედაპირზე.



განიხილეთ:

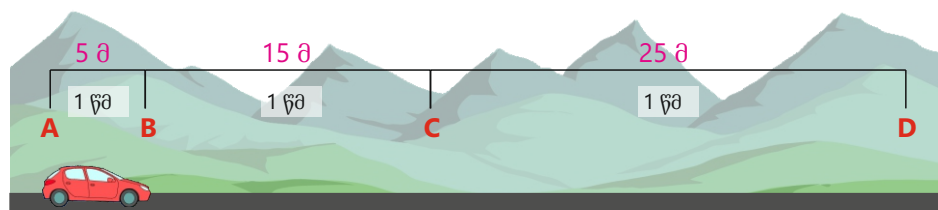
- როგორ შეიცვალა ბურთულის სიჩქარე მოძრაობის დაწყების შემდეგ? დაასაბუთეთ თქვენი პასუხი.

სხეულის სიჩქარის შეცვლის დროს მათ მიერ გავლილი მანძილიც დროის ტოლ შუალედებში ასევე იქნება განსხვავებული.

- თუ წრფივად მოძრაავი სხეული დროის ტოლ შუალედებში გაივლის სხვადასხვა მანძილებს, ასეთ მოძრაობას **წრფივი არათანაბარი მოძრაობა** ეწოდება.

მაგალითად, თუ ავტომობილი პირველ წამში გაივლის 5 მ-ს, მეორე წამში 15 მ-ს და მესამე წამში 25 მ-ს, ეს ნიშნავს, რომ ის მოძრაობს არათანაბარი სიჩქარით (სურათი 1):

დრო (წმ)	გზა (მ)
1	5
1	15
1	25

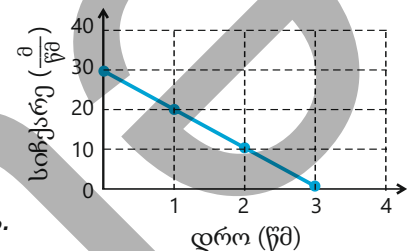


▲ სურათი 1. არათანაბარი სიჩქარით მოძრაავი ავტომობილი

ამოცანის ამოხსნა

მატარებელმა სადგურთან მიახლოებისას თანდათანობით დაიწყო თავისი სიჩქარის შემცირება. თუ მისი სიჩქარის მნიშვნელობა მომდევნო წამებში ისეთია, როგორც ცხრილშია ნაჩვენები, ააგეთ სიჩქარის დროზე დამოკიდებულების გრაფიკი. გრაფიკის საფუძველზე უჩვენეთ, როგორ იცვლება სიჩქარე დროთა განმავლობაში.

t (წმ)	v ($\frac{მ}{წმ}$)
0	30
1	20
2	10
3	0



ამოხსნა: სიჩქარის დროზე დამოკიდებულების გრაფიკის ასაგებად აღვნიშნოთ (0; 30), (1; 20), (2; 10) და (3; 0) წერტილები და შევაერთოთ ეს წერტილები წრფით. გრაფიკიდან ჩანს, რომ სიჩქარე შემცირდა ნულამდე.

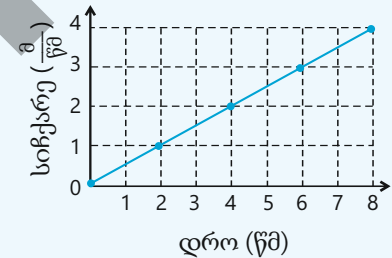
პასუხი. მატარებლის სიჩქარე დროის განმავლობაში მცირდება.

გამოიყენეთ მიღებული ცოდნა

ცნობილია, რომ სიჩქარე-დროის გრაფიკის ქვეშ ფართობის რიცხვითი მნიშვნელობა ამ დროში გავლილი გზის ტოლია. ა) უჩვენეთ, რომ სხეულმა მოძრაობა დაიწყო უძრავი მდგომარეობიდან.

ბ) გამოთვალეთ სხეულის მიერ პირველ 6 წამში გავლილი მანძილი.

გ) თუ იცით, რომ 12 წამში სხეულმა გაიარა 36 მეტრი, იპოვეთ სიჩქარე მე-12 წამის ბოლოს.



შეამოწმეთ თქვენი ცოდნა

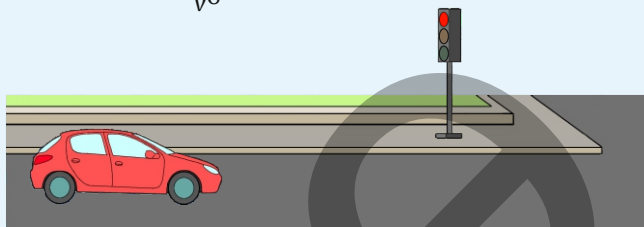
1. რას ეწოდება წრფივი არათანაბარი მოძრაობა?
2. თუ ავტომობილი მოძრაობს წრფივად და გზის გარკვეულ ნაწილს გაივლის სიჩქარით $5 \frac{მ}{წმ}$, ხოლო დანარჩენ ნაწილს-სიჩქარით $10 \frac{მ}{წმ}$, მაშინ შეიძლება ამ მოძრაობას ვუწოდოთ, წრფივი არათანაბარი მოძრაობა.
3. გაჩერებიდან წრფივად მოძრაობის დამწყები ავტობუსის მოძრაობა ცვლადსიჩქარიანი მოძრაობაა?

2.6 აჩქარება

ავტომობილი, რომელიც უახლოვდება შუქნიშანს სიჩქარით $10 \frac{\text{მ}}{\text{წმ}}$, იწყებს დამუხრუჭებას, როცა აინთება წითელი შუქი:

• რამდენი ხნის შემდეგ გაჩერდება ავტომობილი, თუ ყოველ წამში სიჩქარე მცირდება $5 \frac{\text{მ}}{\text{წმ}}$ -ით?

• რამდენით უნდა შემცირდეს ავტომობილის სიჩქარე ყოველ წამში რომ გაჩერდეს შუქნიშანთან 2 წამის შემდეგ?



საკვანძო სიტყვები

აჩქარება, დაწყებითი სიჩქარე, საბოლოო სიჩქარე

იციოთ თუ არა თქვენ?

ხელსაწყოს, რომელიც ზომავს აჩქარებას ეწოდება აქსელერომეტრი. პირველი აქსელერომეტრი გამოიგონეს XVIII საუკუნეში.

არათანაბარი მოძრაობისას სიჩქარე ყოველთვის იცვლება. ის ხან იზრდება, ხან მცირდება. ამიტომ, რომ ვიპოვოთ სხეულის სიჩქარის მნიშვნელობა დროის ნებისმიერ მომენტში, აუცილებელია ცოდნა როგორ იცვლება სიჩქარე ერთ წამში. მაგალითად, თუ სხეული იწყებს მოძრაობას უძრავი მდგომარეობიდან და ყოველ წამში მისი სიჩქარე იზრდება $3 \frac{\text{მ}}{\text{წმ}}$ -ით, მაშინ მისი სიჩქარის ცვლილება პირველ სამ წამში იქნება ცხრილში მოცემული სახის:

t (წმ)	0	1	2	3
v ($\frac{\text{მ}}{\text{წმ}}$)	0	3	6	9

სიჩქარის დროზე დამოკიდებულების გამოსახვისათვის არათანაბარი მოძრაობისას გამოიყენება ფიზიკური სიდიდე **აჩქარება**.

• **სიჩქარის ცვლილების ამ ცვლილებაზე დახარჯულ დროსთან შეფარდების ტოლ სიდიდეს, აჩქარება ეწოდება:**

$$\vec{a} = \frac{\vec{v} - \vec{v}_0}{t}$$

სადაც $\vec{v}_0$ საწყისი სიჩქარეა, $\vec{v}$ -საბოლოო სიჩქარე, t -სიჩქარის ცვლილებაზე დახარჯული დრო. სხეულზე დაკვირვების დაწყებისა მომენტში არსებულ სიჩქარეს, **საწყისი სიჩქარე**, დაკვირვების ბოლოს არსებულ სიჩქარეს კი, **საბოლოო სიჩქარე** ეწოდება. აჩქარება არის ვექტორული სიდიდე. აჩქარების საზომი ერთეული SI- ში მიღებულია **მეტრი წამ კვადრატში**:

$$[a] = 1 \frac{\text{მ}}{\text{წმ}^2}$$

არათანაბარი მოძრაობისას აჩქარება შეიძლება იყოს, როგორც დადებითი, ისე უარყოფითი. ამის შესაბამისად სიჩქარე იზრდება ან მცირდება.

აჩქარებული მოძრაობა

სიჩქარის გაზრდისას საბოლოო სიჩქარე მეტია დაწყებით სიჩქარეზე ($v > v_0$) და $v - v_0$ გამოსახულება ხდება დადებითი. რადგან დროც დადებითია, ამიტომ $a = \frac{v - v_0}{t}$ აჩქარებაც ასევე დადებითია.

● თუ სხეულის სიჩქარე იზრდება, ასეთ მოძრაობას აჩქარებული მოძრაობა ეწოდება.

ამოცანის ამოხსნა

უძრავი მდგომარეობიდან წრფივი მოძრაობის დაწყებიდან 20 წამის შემდეგ ველოსიპედისტის სიჩქარე გახდა $10 \frac{მ}{წმ}$ -ის ტოლი. ა) იპოვეთ აჩქარების რიცხვითი მნიშვნელობა. ბ) ააგეთ გრაფიკი სიჩქარე-დრო.

მოცემულია	ფორმულა	გამოთვლა						
ა) რადგან ველოსიპედი უძრავი მდგომარეობიდან იწყებს მოძრაობას, საწყისი სიჩქარე ნულია: $v_0 = 0$ საბოლოო სიჩქარე: $v = 10 \frac{მ}{წმ}$ დრო: $t = 20 წმ$ $a = ?$	$a = \frac{v - v_0}{t}$	$a = \frac{10 - 0}{20} = 0,5 \left(\frac{მ}{წმ^2} \right)$ პასუხი: $0,5 \frac{მ}{წმ^2}$						
ბ) დროის 0 წმ და 20 წმ, სიჩქარის კი $0 \frac{მ}{წმ}$ და $10 \frac{მ}{წმ}$ მნიშვნელობების გამოყენებით ავაგოთ სიჩქარე-დროის გრაფიკი:	<table><tr><th>t (წმ)</th><th>v ($\frac{მ}{წმ}$)</th></tr><tr><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>20</td><td>10</td></tr></table>	t (წმ)	v ($\frac{მ}{წმ}$)	0	0	20	10	
t (წმ)	v ($\frac{მ}{წმ}$)							
0	0							
20	10							

მოძრაობა სიჩქარის შემცირებით

სიჩქარის შემცირების შემდეგ სიჩქარე ხდება საწყის სიჩქარეზე ნაკლები ($v < v_0$) და $v - v_0$ გამოსახულება იქცევა უარყოფითად. რადგან დრო ყოველთვის დადებითია, $a = \frac{v - v_0}{t}$ გამოსახულებით განსაზღვრული აჩქარება იქნება უარყოფითი.

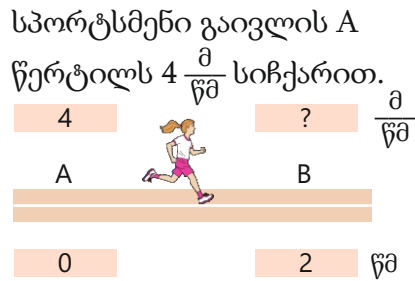
● თუ სხეულის სიჩქარე იკლებს, მაშინ მოძრაობა არის შემცირებულსიჩქარიანი.

ამოცანის ამოხსნა

$20 \frac{მ}{წმ}$ სიჩქარით მოძრავი ავტომობილი გაჩერდა შუქნიშანთან წითელ შუქზე სიჩქარის შემცირების დაწყებიდან 5 წამის შემდეგ. ა) იპოვეთ ავტომობილის აჩქარების რიცხვითი მნიშვნელობა; ბ) ააგეთ სიჩქარე-დროის გრაფიკი.

მოცემულია	ფორმულა	ამოხსნა						
ა) ავტომობილის საწყისი სიჩქარე: $v_0 = 20 \frac{მ}{წმ}$ საბოლოო სიჩქარე: $v = 0$ დრო: $t = 5 წმ$ $a = ?$	$a = \frac{v - v_0}{t}$	$a = \frac{0 - 20}{5} = -4 \left(\frac{მ}{წმ^2} \right)$ პასუხი: $-4 \frac{მ}{წმ^2}$						
ბ) დროის 0 წმ და 5 წმ, სიჩქარის კი $20 \frac{მ}{წმ}$ და $0 \frac{მ}{წმ}$ მნიშვნელობების გამოყენებით ავაგოთ სიჩქარე-დროის გრაფიკი:	<table><tr><th>t (წმ)</th><th>v ($\frac{მ}{წმ}$)</th></tr><tr><td>0</td><td>20</td></tr><tr><td>5</td><td>0</td></tr></table>	t (წმ)	v ($\frac{მ}{წმ}$)	0	20	5	0	სიჩქარე ($\frac{მ}{წმ}$) დრო (წმ)
t (წმ)	v ($\frac{მ}{წმ}$)							
0	20							
5	0							

გამოცვლევა



განიხილეთ:

- რომელ შემთხვევაში მოძრაობს სპორტსმენი აჩქარებით? გამოიკვლიეთ სამი შემთხვევა.
- სიჩქარე B წერტილში არის:
- $4 \frac{მ}{წმ}$ -ზე მეტი.
 - $4 \frac{მ}{წმ}$ -ის ტოლი.
 - $4 \frac{მ}{წმ}$ -ზე ნაკლები.

გაიაზრე • განიხილე • გააზიარე

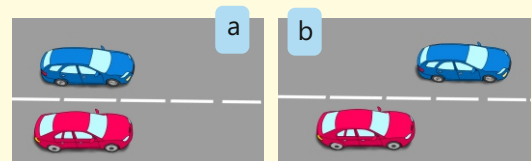
ორი ავტომობილი მოძრაობს არათანაბარი სიჩქარით. პირველი ავტომობილის საწყისი სიჩქარე $20 \frac{მ}{წმ}$ -ია, ხოლო მეორისა- $30 \frac{მ}{წმ}$. ამის ცოდნით შეგვიძლია ვთქვათ, რომელ ავტომობილს აქვს მეტი აჩქარება?

გამოიყენეთ მიღებული ცოდნა

- $15 \frac{მ}{წმ}$ სიჩქარით მოძრაობდა ავტომობილმა შუქნიშანთან მიახლოებისას, წითელი სინათლის ანთებისას დაიწყო სიჩქარის შემცირება და გაჩერდა 3 წამის შემდეგ. გამოთვალეთ მისი აჩქარება.
- აჩქარების ფორმულით მიიღეთ გამოსახულება სხეულის საბოლოო სიჩქარის გამოსათვლელად.
- ვაშლი ხიდან ჩამოვარდნისას მოძრაობს აჩქარებით $10 \frac{მ}{წმ^2}$ და აღწევს მიწამდე 0,8 წამის შემდეგ იპოვეთ მისი სიჩქარე, როცა ის აღწევს მიწაზე.

შეამოწმეთ თქვენი ცოდნა

- რას ეწოდება აჩქარება?
- მოიყვანეთ მოძრაობის მაგალითები დადებითი და უარყოფითი აჩქარებით.
- ავტომობილები სურათზე იწყებენ მოძრაობას ერთი მიმართულებით ერთი წერტილიდან. სურათის მიხედვით განსაზღვრეთ, რომელ ავტომობილს აქვს მეტი აჩქარება. დაასაბუთეთ თქვენი პასუხი.
- ჩიტის კალიბრის სიჩქარე $15 \frac{მ}{წმ}$ -ია, ხოლო აჩქარება $-2 \frac{მ}{წმ^2}$. რამდენ წამში შეუძლია ჩიტს გაჩერება?
- კურდღელი, მირბის $5 \frac{მ}{წმ}$ სიჩქარით, 5 წმ-ის შემდეგ სიჩქარე $10 \frac{მ}{წმ}$ -ია. გამოთვალეთ აჩქარება.
- შუქნიშანზე გაჩერებული ავტომობილი იწყებს მოძრაობას, როცა აინთება მწვანე შუქი. გამოთვალეთ მისი აჩქარება, თუ 5 წამის შემდეგ სიჩქარე $20 \frac{მ}{წმ}$ -ის ტოლია.
- თუ სხეული მოძრაობს $20 \frac{მ}{წმ}$ საწყისი სიჩქარით, აქვს აჩქარება $2 \frac{მ}{წმ^2}$, იპოვეთ მისი სიჩქარე 3 წამის შემდეგ.
- ვაშლი, ჩამოვარდნილი ხიდან 1 წამის შემდეგ აღწევს მიწამდე $10 \frac{მ}{წმ}$ სიჩქარით. გამოთვალეთ მისი აჩქარება.



2.7 საშუალო სიჩქარე

ლეილა მამასთან ერთად ბაქოდან შუშაში მიდის.

- შეიძლება ითქვას, რომ ავტობუსი ბაქოდან შუშაში მიდის მუდმივი სიჩქარით?
- ავტობუსის სიჩქარე შეიძლება გამოვთვალოთ გავლილი მანძილის შეფარდებით მასზე დახარჯულ დროსთან. შეიძლება თუ არა ეს სიჩქარე იყოს მეტი, ვიდრე ავტობუსის სპიდომეტრის ნაჩვენები სიჩქარე?

ხშირად მოძრაობა არ არის თანაბარი. სხეულის სიჩქარე მოძრაობისას იზრდება ან მცირდება. ასეთ შემთხვევაში ხელსაყრელია ვისარგებლოთ სიდიდით, რომელსაც **საშუალო სიჩქარე** ეწოდება.

საკვანძო სიტყვები

საშუალო სიჩქარე

გავლილი მთელი გზის შეფარდებას, ამ გზაზე დახარჯულ მთელ დროსთან, საშუალო სიჩქარე ეწოდება:

$$v_{\text{საშ}} = \frac{l_{\text{მთ}}}{t_{\text{მთ}}}$$

ამოცანის ამოხსნა

ავტომობილმა ბაქოდან ქალაქ ალდამამდე 335 კმ გზა 4,25 საათში, ალდამიდან შუშამდე 40 კმ გზა კი 0,75 საათში გაიარა. რა საშუალო სიჩქარით მიდიოდა ავტომობილი ბაქოდან შუშაში?

მოცემულია	ფორმულა	გამოთვლა
გზის პირველი ნაწილი l_1 - ით, დახარჯული დრო t_1 - ით, მეორე ნაწილი l_2 - ით, დრო კი t_2 - ით აღვნიშნოთ: გზა: $l_1 = 335$ კმ, $l_2 = 40$ კმ დრო: $t_1 = 4,25$ სთ, $t_2 = 0,75$ სთ $v_{\text{or}} - ?$	$v_{\text{საშ}} = \frac{l_{\text{მთ}}}{t_{\text{მთ}}} = \frac{l_1 + l_2}{t_1 + t_2}$	$v_{\text{საშ}} = \frac{335 \text{ კმ} + 40 \text{ კმ}}{4,25 \text{ სთ} + 0,75 \text{ სთ}} = \frac{375 \text{ კმ}}{5 \text{ სთ}} = 75 \frac{\text{კმ}}{\text{სთ}}$ პასუხი: $75 \frac{\text{კმ}}{\text{სთ}}$

გამოკვეთა

გზის პირველ ნახევარზე $3 \frac{\text{მ}}{\text{წმ}}$ სიჩქარით მოძრაობდა ფუტკარმა გზის მეორე ნახევარი. $6 \frac{\text{მ}}{\text{წმ}}$ სიჩქარით გაიარა. უჩვენეთ, რომ გზის ორ ტოლ ნაწილად გაყოფისას საშუალო სიჩქარის გამოსახულება $v_{\text{საშ}} = \frac{2v_1 v_2}{v_1 + v_2}$ სახისაა. ამისათვის რვეულში გადაწერეთ ფორმულის გამოყვანის ნაწილი და დაასრულეთ იგი. ამ ფორმულის გამოყენებით გამოთვალეთ ფუტკარის საშუალო სიჩქარე.

მოცემულია	ფორმულა	გამოთვლა
მთელი გზა აღვნიშნოთ l -ით. მაშინ. გზის პირველი და მეორე ნახევარი შეადგენს $\frac{l}{2}$ -ს. ფუტკარის სიჩქარე გზის პირველ ნახევარზე აღვნიშნოთ v_1 -ით, ხოლო დახარჯული დრო t_1 - ით. გზის მეორე ნახევარზე შესაბამისად სიჩქარე v_2 -ით, დრო კი t_2 -ით: $l_1 = l_2 = \frac{l}{2}$, $t_{\text{მთ}} = t_1 + t_2$, $v_1 = 3 \frac{\text{მ}}{\text{წმ}}$, $v_2 = 6 \frac{\text{მ}}{\text{წმ}}$, $v_{\text{საშ}} - ?$	$v_{\text{საშ}} = \frac{l_{\text{მთ}}}{t_{\text{მთ}}} = \frac{\frac{l}{2} + \frac{l}{2}}{t_1 + t_2} = \frac{\frac{l}{2} + \frac{l}{2}}{\frac{\frac{l}{2}}{v_1} + \frac{\frac{l}{2}}{v_2}} = \dots$	$v_{\text{საშ}} = \dots$

გამოკვლევაში მიღებული საშუალო სიჩქარის ფორმულა გამოყენებადია იმ შემთხვევაში, როცა გზა გაყოფილია ორ ტოლ ნაწილად. ბევრ შემთხვევაში გზისა და მასზე დახარჯული დროის ხანგრძლივობა განსხვავებულია.

გ ა ი ა ზ რ ე • გ ა ნ ი ხ ი ლ ე • გ ა ა ზ ი ა რ ე

რატომ გამოიყენება ცნება “საშუალო სიჩქარე?”

გამოიყენეთ მიღებული ცოდნა

1. როგორ მოძრაობებში გამოიყენება საშუალო სიჩქარე?
2. ნავმა, რომელიც ცურავდა მდგარ წყალში და მდინარეში 10 წუთში გაიარა 3 კმ გზა. იპოვეთ ნავის საშუალო სიჩქარე. გამოსახეთ პასუხი $\frac{მ}{წმ}$ -ში.
3. არწივი ზევით მიფრინავს $15 \frac{მ}{წმ}$ სიჩქარით და დაბლა სანადიროდ ეშვება $75 \frac{მ}{წმ}$ სიჩქარით. იპოვეთ არწივის საშუალო სიჩქარე, თუ მანძილი ზევით და ქვევით ერთმანეთის ტოლია.

შეამოწმეთ თქვენი ცოდნა

1. აზერს დასჭირდა 2 წუთი რომ სახლიდან მისულიყო ავტობუსის გაჩერებამდე, ხოლო შემდეგ 7 წუთი რომ ავტობუსით მისულიყო სკოლასთან მდებარე ავტობუსის გაჩერებამდე. გამოთვალეთ აზერის საშუალო სიჩქარე, თუ ცნობილია, რომ მან ამ დროში გაიარა 5,4 კმ. პასუხი გამოსახეთ $\frac{მ}{წმ}$ -ში.
2. განსაზღვრეთ ველოსიპედით 12 წამში $10 \frac{მ}{წმ}$ საშუალო სიჩქარით გავლილი მანძილი.
3. სანადიროდ გასულმა თეთრმა დათვმა 1 საათში გაიარა 3,6 კმ. გამოთვალეთ დათვის საშუალო სიჩქარე.
4. წრფივად მოძრაობა მატარებელმა გზის ნახევარი გაიარა $20 \frac{მ}{წმ}$, მეორე ნახევარი - $30 \frac{მ}{წმ}$ სიჩქარით. გამოთვალეთ მისი საშუალო სიჩქარე მოძრაობის დროს.

მეცნიერება, ტექნოლოგია და სიცოცხლე

ჟიულ ვერნის რომანის "80 დღე დედამიწის გარშემო" გმირი ფილიპს ფოგი დებს სანაძლეოს მეგობრებთან, რომ შემოუვლის დედამიწას გარშემო 80 დღეში. სპილოების, საჰაერო ბუმტების, ორთქმავლებისა და ცხენების გამოყენებით ფოგი ასრულებს დაგეგმილ მოძრაობას დროში.

რომანი გვაუწყებს XIX საუკუნის ბოლოს. რომანის დაწერიდან 150 წლის შემდეგ, ადამიანები მოგზაურობისთვის აღარ იყენებენ სპილოებს, საჰაერო ბუმტებს ან ორთქმავლებს.

ტრანსპორტის თანამედროვე სახეები გაცილებით კომფორტულები და სწრაფებია, ვიდრე ძველები.



ჟიულ ვერნის რომანის "80 დღე დედამიწის გარშემო" ილუსტრაცია

სამგზავრო თვითმფრინავს რომ შეეძლოს მოძრაობა გაჩერების გარეშე, მაშინ ის შემოუვლიდა დედამიწას საშუალოდ 50 საათში. გამანადგურებელი თვითმფრინავები მოძრაობს სამგზავრო თვითმფრინავებზე უფრო სწრაფად. მისი სიჩქარე 3-ჯერ აღემატება ხმის სიჩქარეს.



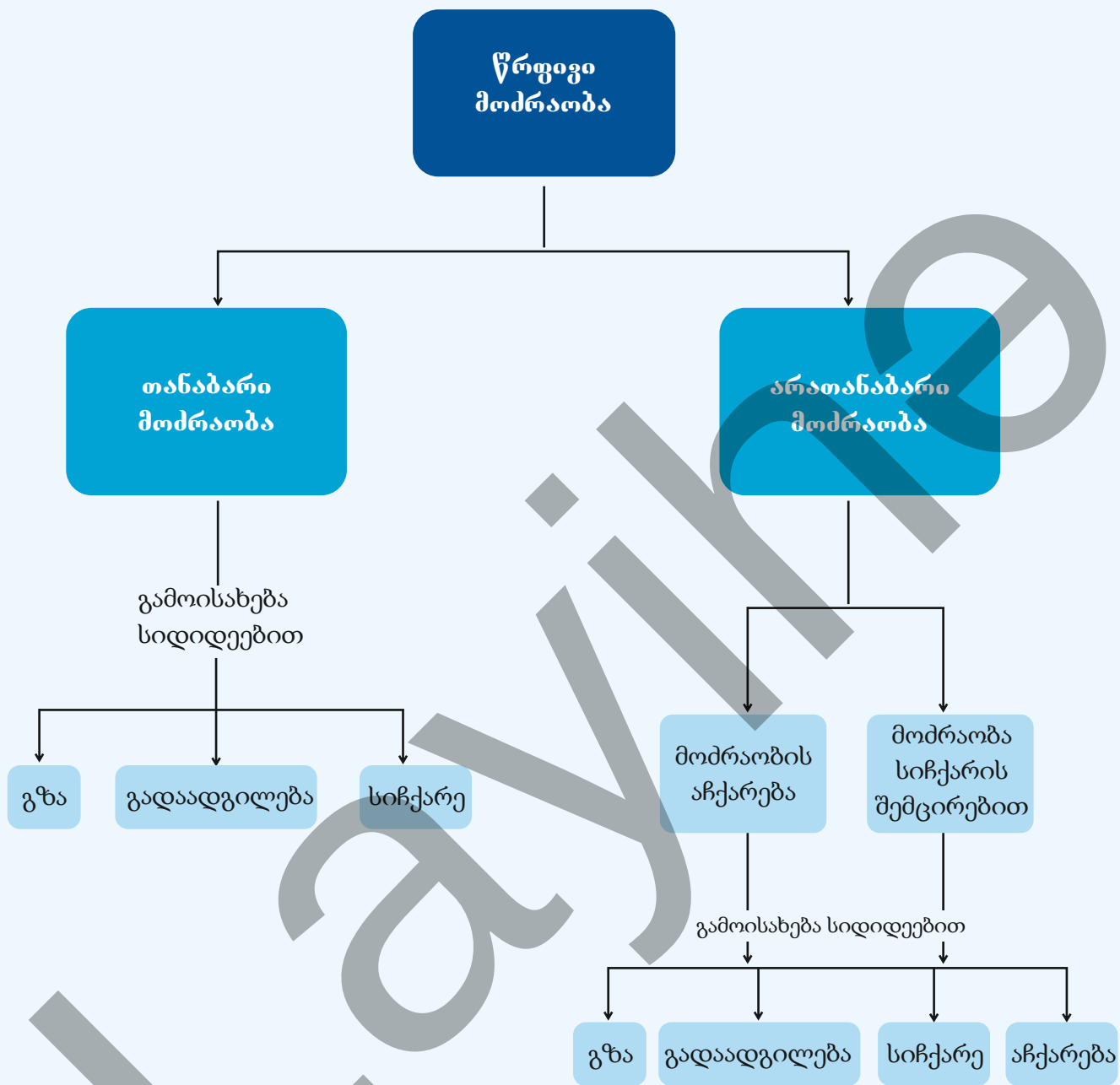
ზეზგერითი თვითმფრინავი, რომლის სიჩქარეც (1225 კმ/სთ) სამჯერ აღემატება ხმის სიჩქარეს



ჩქარი მატარებელი, შეუძლია მოძრაობა 320 კმ/ სთ სიჩქარით

რამდენადაც წყლის წინაღობის ძალა მეტია, ვიდრე ჰაერის წინაღობისა, წყლის სატრანსპორტო საშუალებებზე აქამდე ვერ მოხერხდა ძალიან მაღალი სიჩქარეების მიღწევა. წყალქვეშა ნავები მოძრაობენ საშუალოდ 50 $\frac{კმ}{სთ}$ სიჩქარით.

ძლიერი ძრავების დამზადება, ჰაერისა და წყლის წინაღობის ზუსტი გამოთვლა, ძალასა და მოძრაობას შორის კავშირის ღრმა შესწავლა ეხმარება სატრანსპორტო საშუალებების სრულყოფას.



განმაზოგადებელი დაგალებები

1. განსაზღვრეთ შესაბამისობა:

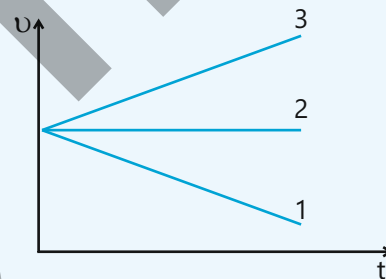
- | | |
|-----------------|--|
| 1. ტრაექტორია | ა. ეს ხაზია, რომელზეც მოძრაობს სხეული. |
| 2. გზა | ბ. განისაზღვრება ტრაექტორიის საწყისი და ბოლო წერტილებით. |
| 3. გადაადგილება | გ. ტრაექტორიის სიგრძეა. |
| | დ. ვექტორული სიდიდეა. |
| | ე. სკალარული სიდიდეა. |

2. ქვემოთ მოცემული სიდიდეებიდან რომლები შეიძლება იყოს მოძრაობისას ნულის ტოლი?

1. გადაადგილება
2. გზა
3. გზის სიჩქარე
4. გადაადგილების სიჩქარე
5. აჩქარება

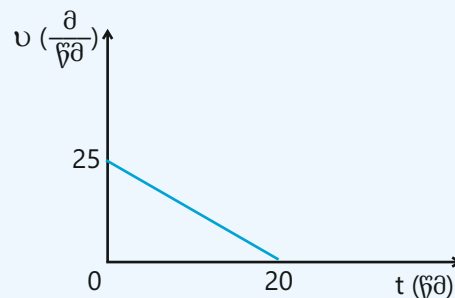
3. მოცემულია სამი სხვადასხვა სხეულის სიჩქარის დროზე დამოკიდებულების გრაფიკი. გრაფიკის სახეების მიხედვით, განსაზღვრეთ აჩქარების ნიშანი. ზრევენეთ გრაფიკები, რომლებიც შეესაბამება აჩქარებულ, შემცირებულ და თანაბარ მოძრაობას.

აჩქარება	მოძრაობა
ა) უარყოფითი	სიჩქარის შემცირება
ბ) დადებითი	აჩქარება
გ) ნული	თანაბარსიჩქარიანი



4. მოცემულია სიჩქარის დროზე დამოკიდებულების გრაფიკი. იპოვეთ გრაფიკის მიხედვით:

- ა) საწყისი სიჩქარე
- ბ) საბოლოო სიჩქარე
- გ) აჩქარება
- დ) სიჩქარის მომატება ან შენელება

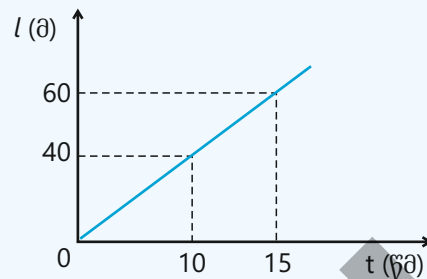


5. ბაქოელი ტურისტის ავტომობილი, რომელიც აპირებდა გობუსტანის ძეგლების დათვალიერებას, წასვლისას მოძრაობდა მუდმივი $24 \frac{m}{s}$ სიჩქარით. ტურისტის გობუსტანის ნაკრძალში წასვლისა და იმავე ტრაექტორიით ბაქოში დაბრუნების დროს მთელი გზის საშუალო სიჩქარე $16 \frac{m}{s}$ იყო. იპოვეთ მისი სიჩქარე უკან დაბრუნებისას, თუ ამ დროსაც ის მუდმივი სიჩქარით მოძრაობდა.

6. ავტომობილი დაიძრა ადგილიდან $0,5 \frac{მ}{წმ^2}$ აჩქარებით.

- ა) ააგეთ სიჩქარის დროზე დამოკიდებულების გრაფიკი მოძრაობის პირველი 5 წამისათვის.
 ბ) გრაფიკის მიხედვით განსაზღვრეთ 2 წამში გავლილი გზა.

7. ააგეთ სხეულის სიჩქარე-დროის გრაფიკი გზა-დროის გრაფიკის მიხედვით.

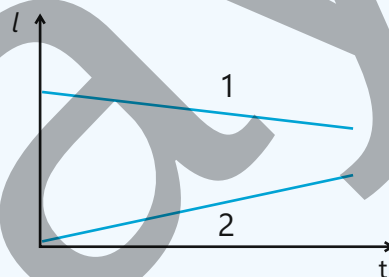


8. ეილერ-ვენის დიაგრამაზე აღნიშნეთ შესაბამისი პუნქტები:

1. აჩქარება შეიძლება იყოს დადებითი.
2. აჩქარება შეიძლება იყოს უარყოფითი.
3. აჩქარება ნულის ტოლია.
4. გზით, გადაადგილებითა და სიჩქარით გამოისახება.



9. შემდეგი გრაფიკებიდან, რომელი არ შეიძლება იყოს გზა-დროის გრაფიკი? დაასაბუთეთ თქვენი პასუხი.

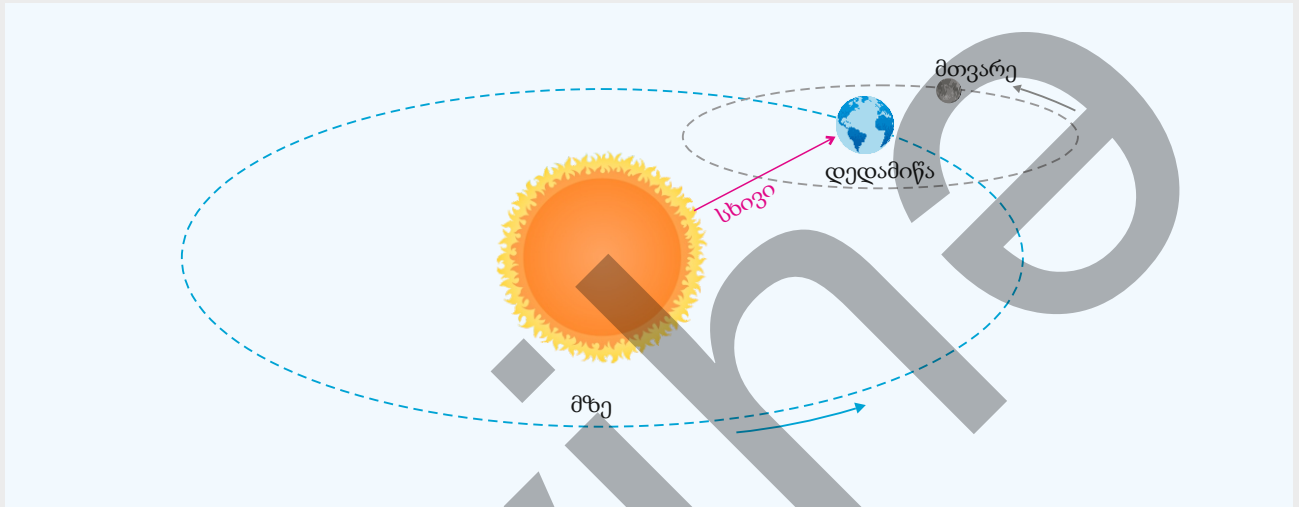


10. $-4 \frac{მ}{წმ^2}$ აჩქარებით მოძრავი ავტომობილი გაჩერდა 5 წამის შემდეგ.

ააგეთ სიჩქარის დროზე დამოკიდებულების გრაფიკი და გრაფიკის საფუძველზე იპოვეთ გავლილი გზა.

მრუდწირული მოძრაობა

დედამიწა ბრუნავს მზის გარშემო. მზის სხივი დედამიწაზე მიახლოებით 8 წუთში აღწევს.



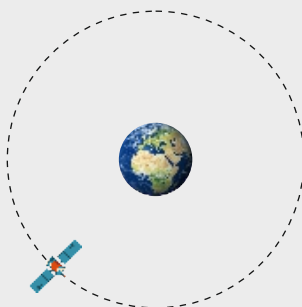
- პლანეტების მზის გარშემო, ბუნებრივი და ხელოვნური თანამგზავრებისა კი პლანეტების გარშემო ბრუნვა მრუდწირული მოძრაობაა. საათის ქანქარა და საქანელა ასევე მოძრაობს მრუდწირულად. ეს მოძრაობები დროის გარკვეული შუალედების შემდეგ მეორდება.
- 1. რით განსხვავდება სინათლის სხივის ტრეექტორია დედამიწის ტრეექტორიისაგან?
- 2. რა დროში ასრულებს დედამიწა ერთ სრულ ბრუნს მზის გარშემო?

განყოფილებაში შეისწავლით

- წრეწირზე თანაბარი მოძრაობისას სიჩქარის რიცხვითი მნიშვნელობა არ იცვლება
- პერიოდული მოძრაობა განმეორებადი მოძრაობაა
- თანაბარი მოძრაობა წრეწირზე პერიოდული მოძრაობაა
- პერიოდული რხევითი მოძრაობა პერიოდული მოძრაობის ერთ-ერთი სახეა
- რხევითი მოძრაობა შეისწავლება ზამბარიანი და ძაფიანი ქანქარების დახმარებით

3.1 თანაბარი მოძრაობა წრეწირზე

აზერბაიჯანის კავშირგაბმულობის თანამგზავრი "Azerspace-1" დედამიწის ხელოვნური თანამგზავრია. თანამგზავრი დედამიწის გარშემო 2 კვირის განმავლობაში 14 ბრუნს ასრულებს.



თანამგზავრი "Azerspace-1" დედამიწის გარშემო:

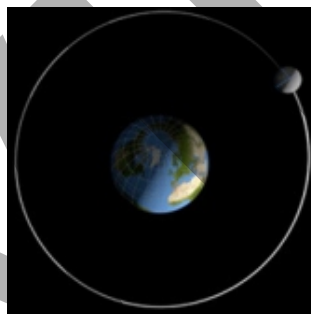
- რა დროს უთმობს ერთ სრულ ბრუნს?
- რამდენ ბრუნს ასრულებს დღე-ღამეში?

საკვანძო სიტყვები

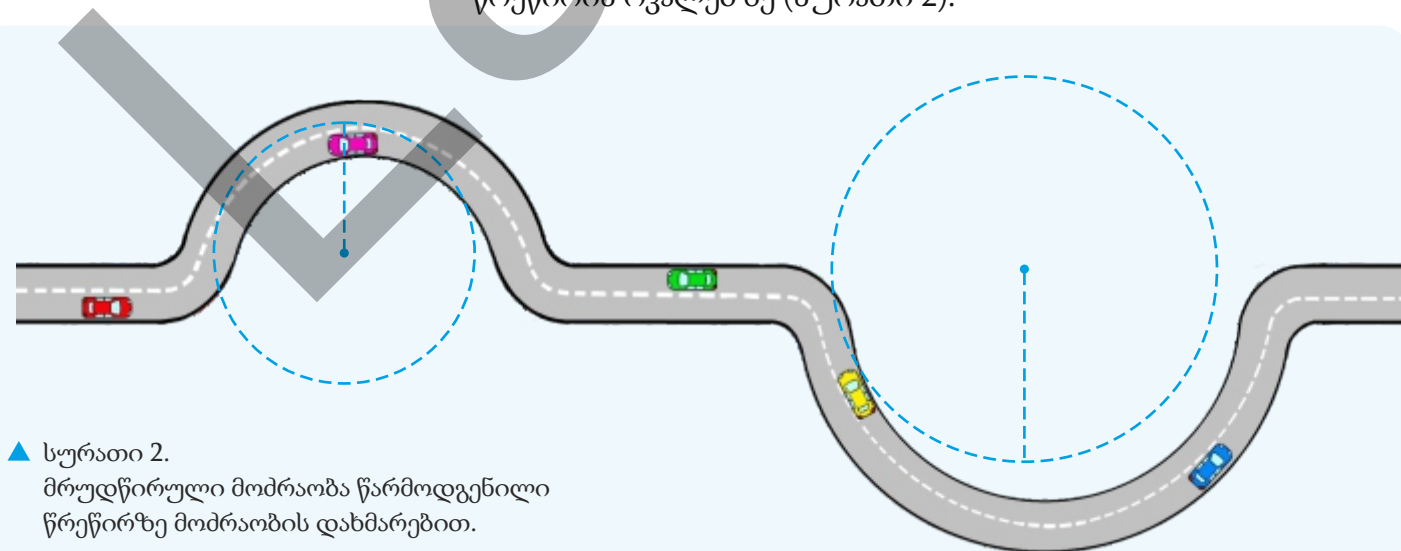
თანაბარი მოძრაობა წრეწირზე, პერიოდული მოძრაობა, სრული ბრუნი, ბრუნვის პერიოდი, ბრუნვის სიხშირე

მალიან ხშირად სხეულები მოძრაობს არა წრფივად, არამედ მრუდწირული ტრაექტორიით. მაგალითად, მთვარის მოძრაობა დედამიწის გარშემო ან ბურთის მოძრაობა თამაშის დროს წარმოადგენს მრუდწირულ მოძრაობას (სურათი 1).

სურათი 1.
მრუდწირული
მოძრაობა



მრუდწირული მოძრაობის უმარტივეს ფორმას წარმოადგენს წრეწირზე მოძრაობა. მრუდწირული მოძრაობა, რომელიც არ წარმოადგენს წრეწირზე მოძრაობას, შეიძლება წარმოვიდგინოთ, როგორც მოძრაობა სხვადასხვა რადიუსიანი წრეწირის რკალებზე (სურათი 2).



სურათი 2.
მრუდწირული მოძრაობა წარმოდგენილი
წრეწირზე მოძრაობის დახმარებით.

წრფივი თანაბარი მოძრაობისას გზის სიჩქარე და გადაადგილების სიჩქარე რჩება უცვლელი. წრეწირზე მოძრაობისას კი გადაადგილების სიჩქარის მიმართულება ყოველთვის იცვლება და მიმართულია მხეზის მოძრაობის ტრექტორიისაკენ (სურათი 3). **თანაბარი მოძრაობა წრეწირზე** ეს არის მოძრაობა მუდმივი გზის სიჩქარით. სხეული, რომელიც მოძრაობს თანაბრად წრეწირზე, გარკვეული დროის შემდეგ ბრუნდება იმავე წერტილში, საიდანაც დაიწყო მოძრაობა.

- თუ წრეწირზე მოძრაობი სხეული დაუბრუნდა იმავე წერტილს, საიდანაც დაიწყო მოძრაობა, ეს ნიშნავს, რომ მან შეასრულა ერთი სრული ბრუნა.

თანაბარი მოძრაობა წრეწირზე მეორდება დროის გარკვეულ პერიოდში.

- მოძრაობას, რომელიც მეორდება დროის ტოლ შუალედებში, პერიოდული მოძრაობა ეწოდება.

მოძრაობა წრეწირზე წარმოადგენს პერიოდულ მოძრაობას და მისი აღწერისათვის გამოიყენება ისეთი ფიზიკური სიდიდეები, როგორებიცაა: **ბრუნვის პერიოდი** და **ბრუნვის სიხშირე**.

ბრუნვის პერიოდი

თანამგზავრი "Azerspace-1" დედამიწის გარშემო 14 სრულ ბრუნზე ხარჯავს 14 დღე-ღამეს. მაშასადამე, ეს თანამგზავრი ასრულებს ერთ სრულ ბრუნს ერთ დღე-ღამეში.

- წრეწირზე თანაბარი მოძრაობისას ერთ სრულ ბრუნზე დახარჯულ დროს **ბრუნვის პერიოდი** ეწოდება:

$$T = \frac{t}{N}$$

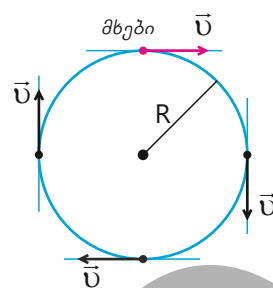
სადაც T – ბრუნვის პერიოდია, N – ბრუნვის რაოდენობაა, t კი ამ ბრუნებზე დახარჯული დრო. SI-ში ბრუნვის პერიოდის საზომი ერთეულია წამი.

$$[T] = 1 \text{ წმ}$$

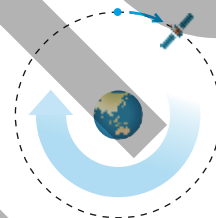
ამოცანის ამოხსნა

სპორტსმენი დარბის წრეწირზე მუდმივი სიჩქარით. იპოვეთ სპორტსმენის ბრუნვის პერიოდი, თუ ცნობილია, რომ 120 წამში ის ასრულებს სამ სრულ ბრუნს.

მოცემულია	ფორმულა	ამოხსნა
$t = 120 \text{ წმ}$ $N = 3 \text{ ბრუნ}$ $T = ?$	$T = \frac{t}{N}$	$T = \frac{120 \text{ წმ}}{3} = 40 \text{ წმ}$ პასუხი: 40 წმ



▲ სურათი 3. სიჩქარის მიმართულება წრეწირზე მოძრაობისას გადაადგილების მიხედვით



▲ სურათი 4. კავშირგაბმულობის თანამგზავრის ერთი სრული ბრუნა

ბრუნვის სიხშირე

თანამგზავრი "Azerspace-1" 14 დღე-ღამეში ასრულებს 14 ბრუნს დედამიწის გარშემო. მაშასადამე, ეს თანამგზავრი ერთ დღე-ღამეში ერთ სრულ ბრუნს ასრულებს.

● ბრუნების რიცხვს დროის ერთეულში ბრუნვის სიხშირე ეწოდება:

$$v = \frac{N}{t}$$

სადაც v – ბრუნვის სიხშირე, N – ბრუნვის რაოდენობა, ხოლო, t ამ ბრუნებზე დახარჯული დრო. SI-ში ბრუნვის სიხშირის ერთეულად მიღებულია ერთეული **ერთი შეფარდებული წამთან:**

$$[v] = \frac{1}{\text{წმ}}$$

პერიოდის $T = \frac{t}{N}$ გამოსახულებისა და სიხშირის $v = \frac{N}{t}$ გამოსახულების შედარებით ვხედავთ, რომ ისინი ურთიერთშებრუნებული სიდიდეებია:

$$T = \frac{1}{v}$$

ამოცანის ამოხსნა

ჰიდროელექტროსადგურის ტურბინა 80 წამში ასრულებს 240 ბრუნს. როგორი იქნება მისი ბრუნვის სიხშირე?

მოცემულია	ფორმულა	ამოხსნა
$t = 80 \text{ წმ}$ $N = 240 \text{ ბრუნ}$ $v = ?$	$v = \frac{N}{t}$	$v = \frac{240}{80 \text{ წმ}} = 3 \frac{1}{\text{წმ}}$ პასუხი: $3 \frac{1}{\text{წმ}}$

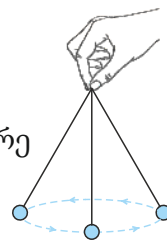
საქმიანობა

პერიოდისა და სიხშირის გამოთვლა

რესურსები: წვრილი ძაფი, ბურთულა და წამმზომი.

სამუშაოს მსვლელობა:

1. მიამაგრეთ ძაფის ერთი ბოლო ბურთულას, ხოლო მეორე ბოლო დაიკავეთ ხელში.
2. დაიწყეთ ბურთულის ბრუნვა ჰორიზონტალურ სიბრტყეზე და მოძრაობის დაწყების მომენტში ჩართეთ წამმზომი.
3. აღნიშნეთ 10 ბრუნზე დახარჯული დრო.



განიხილეთ:

1. რისი ტოლია ბურთულის ბრუნვის პერიოდი?
2. რისი ტოლია ბურთულის ბრუნვის სიხშირე?

ამოცანის ამოხსნა

თუ ველოსიპედის ბორბალი 120 წამში ასრულებს 240 ბრუნს, გამოთვალეთ ბრუნვის პერიოდი და სიხშირე.

მოცემულია	ფორმულა	ამოხსნა
$t = 120 \text{ წმ}$ $N = 240 \text{ ბრუნ}$ $T = ?$ $v = ?$	$T = \frac{t}{N}$ $v = \frac{N}{t}$	$T = \frac{120 \text{ წმ}}{240} = 0,5 \text{ წმ}$ $v = \frac{240}{120 \text{ წმ}} = 2 \frac{1}{\text{წმ}}$ პასუხი: $T = 0,5 \text{ წმ}, v = 2 \frac{1}{\text{წმ}}$

ბაიაზრე • ბანინილმ • ბააზიარე

რისი ტოლია მთვარის დედამიწის გარშემო და დედამიწის მზის გარშემო ბრუნვის პერიოდი? რა ეწოდება ამ პერიოდებს?

გამოიყენეთ მიღებული ცოდნა

1. სხეული, რომელმაც დაიწყო თავისი მოძრაობა მუდმივი სიჩქარით წრეწირზე M წერტილიდან გაიარა N წერტილზე 3-ჯერ და დაუბრუნდა M წერტილს. ამ მოძრაობაზე სხეულმა დახარჯა 45 წამი.

იპოვეთ სხეულის:

- ბრუნვის პერიოდი და სიხშირე.
- 12 სრულ ბრუნზე დახარჯული დრო.



2. იპოვეთ საათის წამების ისრის ბრუნვის პერიოდი და სიხშირე.

3. თუ წრეწირზე მოძრაობისას სხეულის ბრუნვის პერიოდი გაიზრდება 5-ჯერ, როგორ შეიცვლება მისი სიხშირე?

შეამოწმეთ თქვენი ცოდნა

- რას ეწოდება ბრუნვის პერიოდი? რა არის SI-ში მისი ზომის ერთეული?
- რას ეწოდება სრული ბრუნა?
- ავტომობილის საბურავის ბრუნვის პერიოდი ტოლია 0,5 წმ. გამოთვალეთ ბრუნვის სიხშირე.
- სხეულის ბრუნვის სიხშირე $4 \frac{1}{\text{წმ}}$ ტოლია. იპოვეთ:
 - როგორი იქნება მისი სიხშირე, თუ პერიოდი გაიზრდება 1 წამით?
 - როგორი იქნება მისი პერიოდი, თუ სიხშირე გაიზრდება $1 \frac{1}{\text{წმ}}$ -ით?
- თუ ქარის ელექტროსადგურ "ხიზი-აფშერონზე" არსებულ ქარის ტურბინის ბრუნვის სიხშირე $0,2 \frac{1}{\text{წმ}}$ -ის ტოლია, იპოვეთ მისი ბრუნვის პერიოდი და ბრუნვის რაოდენობა 10 წუთში.



3.2 წრეწირზე თანაბარი მოძრაობის სიჩქარე

სპორტსმენი მოძრაობს R რადიუსიან წრიულ სარბენ ბილიკზე მუდმივი სიჩქარით.

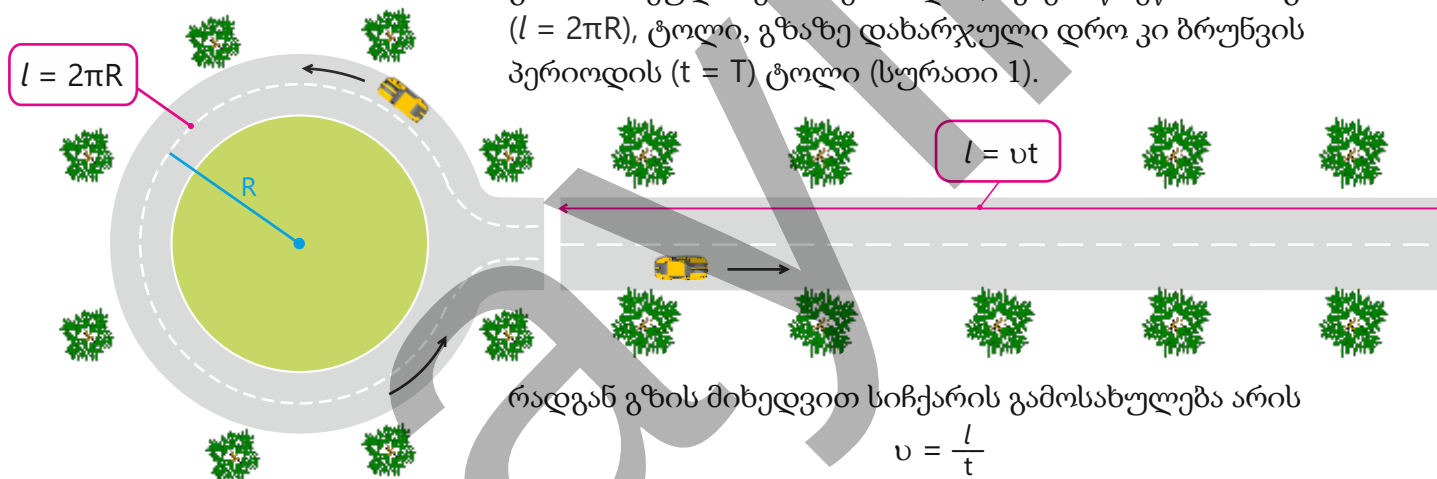


- რომელი გამოსახულებით შეიძლება განისაზღვროს წრეწირზე გავლილი გზა, თუ სხეულმა შეასრულა სრული ბრუნა?
- რა ეწოდება დროს, რომელიც დახარჯა სპორტსმენმა ერთი სრული ბრუნის შესრულებაზე?
- რომელი ფორმულის დახმარებით შეიძლება გამოვთვალოთ სპორტსმენის გზის სიჩქარე?

საკვანძო სიტყვები

წრეწირზე მოძრაობა, სიჩქარე

როგორც წრფივი მოძრაობისას, წრეწირზე მოძრაობის დროსაც გზის სიჩქარე შეიძლება გამოვთვალოთ გზის გაყოფით ამ გზის გავლაზე დახარჯულ დროსთან. ამასთან, გზა, რომელიც გაიარა სხეულმა ერთ პერიოდში, იქნება წრეწირის სიგრძის ($l = 2\pi R$), ტოლი, გზაზე დახარჯული დრო კი ბრუნვის პერიოდის ($t = T$) ტოლი (სურათი 1).



▲ სურათი 1. წრფივი მოძრაობა და წრეწირზე მოძრაობა

რადგან გზის მიხედვით სიჩქარის გამოსახულება არის

$$v = \frac{l}{t}$$

წრეწირზე თანაბარი მოძრაობისას სიჩქარის გამოსახულება შეიძლება ჩაიწეროს შემდეგი სახით:

$$v = \frac{2\pi R}{T}$$

სადაც R წრეწირის რადიუსია.

საკმეინაობა

წრეწირზე თანაბარი მოძრაობისას გზის მიხედვით სიჩქარის გამოთვლა რესურსები: ერთი ისრებიანი საათი და სახაზავი.

სამუშაოს მსვლელობა:

1. გაზომეთ და აღნიშნეთ წუთის ისრის სიგრძე.
2. იპოვეთ გზა, რომელსაც გაივლის წუთის ისრის ბოლო 30, 60 და 90 წუთში. (ჩათვალიეთ $\pi = 3$).



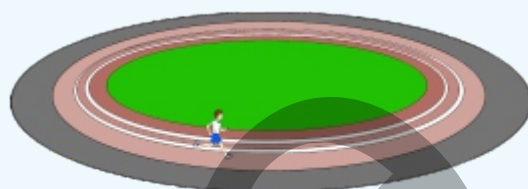
განიხილეთ:

1. რისი ტოლია გზის სიჩქარე ამ სამიდან თითოეულ შემთხვევაში?
2. რა დასკვნის გაკეთება შეიძლება ამ სიჩქარეების მიღებული მნიშვნელობებიდან?

ამოცანის ამოხსნა

სპორტსმენი, რომელიც მოძრაობს მუდმივი სიჩქარით წრეწირზე, რომლის რადიუსია 85 მ ასრულებს ერთ სრულ ბრუნს 85 წამში. გამოთვალეთ მისი სიჩქარე. (ჩათვალეთ $\pi = 3$).

მოცემულია	ფორმულა	ამოხსნა
$R = 85 \text{ მ}$ $T = 85 \text{ წმ}$ $\pi = 3$ $v = ?$	$v = \frac{2\pi R}{T}$	$v = \frac{2 \cdot 3 \cdot 85 \text{ მ}}{85 \text{ წმ}} = 6 \frac{\text{მ}}{\text{წმ}}$ პასუხი: $6 \frac{\text{მ}}{\text{წმ}}$



გ ა ი ა ზ რ მ • გ ა ნ ი ხ ი ლ მ • გ ა ა ზ ი ა რ მ

სალესი ქვის ბორბალი ბრუნავს საათის ისრის მიმართულებით თუ საწინააღმდეგო მიმართულებით? რომელი მიმართულებით მოძრაობენ ნაპერწკლები?

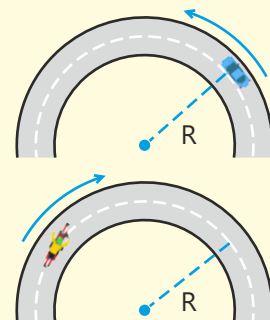


გამოიყენეთ მიღებული ცოდნა

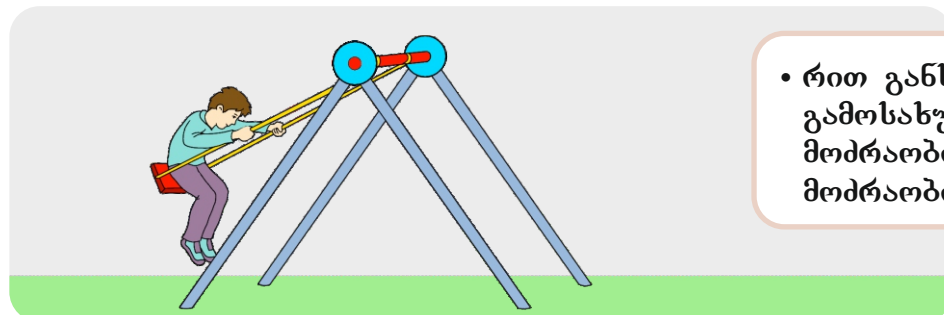
- იპოვეთ დედამიწის მზის გარშემო ბრუნვის სიჩქარე. მანძილი დედამიწიდან მზემდე შეადგენს 150 000 000 კმ-ს, ხოლო დედამიწის ბრუნვის პერიოდი მზის გარშემო 365 დღე-ღამეა. (ჩათვალეთ $\pi = 3$).
- ნიჯათის ველოსიპედის ბორბლის რადიუსი 30 სმ-ის ტოლია. თუ ბორბლის ბრუნვის სიხშირე ტოლია $5 \frac{1}{წმ}$ და ველოსიპედი მოძრაობს მუდმივი სიჩქარით, იპოვეთ:
 - რა დრო დასჭირდება ნიჯათს მაღაზიამდე, თუ მანძილი იქამდე შეადგენს 900 მ-ს?
 - რამდენ ბრუნს გააკეთებს ველოსიპედის ბორბალი ამ დროში? (ჩათვალეთ $\pi = 3$).

შეამოწმეთ თქვენი ცოდნა

- ავტომობილი მოძრაობს წრეწირზე თანაბრად. როგორ შეიცვლება ბრუნვის პერიოდი, თუ ავტომობილი იმოდრავებს იმავე სიჩქარით წრეწირზე, რომლის რადიუსიც ორჯერ მეტია?
- გამოსახეთ სხეულის მიერ წრეწირზე ერთ პერიოდში გავლილი გზა წრეწირის რადიუსის გამოყენებით.
- სხეული მოძრაობს 10 მ რადიუსიან წრეწირზე $12 \frac{\text{მ}}{\text{წმ}}$ სიჩქარით. განსაზღვრეთ ბრუნვის სიჩქარე (ჩათვალეთ $\pi = 3$).
- ავტომობილი მოძრაობს წრეწირზე მუდმივი სიჩქარით. თუ ამ ტრაექტორიით მოძრაობისას მისი სიჩქარე გაიზარდება 2-ჯერ, მაშინ როგორ შეიცვლება მისი ბრუნვის პერიოდი?
- ველოსიპედისტი მოძრაობს მუდმივი სიჩქარით წრეწირზე 240 მეტრიანი დიამეტრით. იპოვეთ მისი ბრუნვის პერიოდი, თუ სიჩქარე $4 \frac{\text{მ}}{\text{წმ}}$ -ის ტოლია (ჩათვალეთ $\pi = 3$).



3.3 პერიოდული რხევითი მოძრაობა



• რით განსხვავდება სურათზე გამოსახული მოძრაობა წრფივი მოძრაობისა და წრეწირზე მოძრაობისაგან?

საკვანძო სიტყვები

რხევითი მოძრაობა, პერიოდული რხევითი მოძრაობა, რხევის სიხშირე, რხევის პერიოდი, რხევის ამპლიტუდა.

ბევრი მოვლენა ბუნებაში მეორდება. მაგალითად, დედამიწა ასრულებს ერთ სრულ ბრუნს მზის გარშემო 365 დღეში, ისრებიან საათზე საათის ისარი ერთ სრულ ბრუნს ასრულებს 12 საათში, ხოლო წამების ისარი 60 წამში (სურათი 1). ეს მოძრაობები წარმოადგენს წრეწირზე პერიოდულ მოძრაობებს, ე. ი. ისინი მეორდება დროის ტოლ შუალებებში.

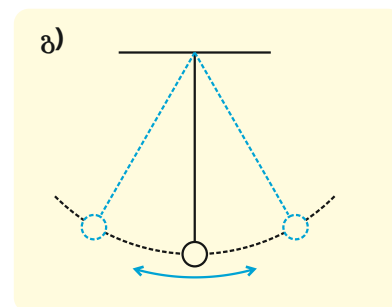
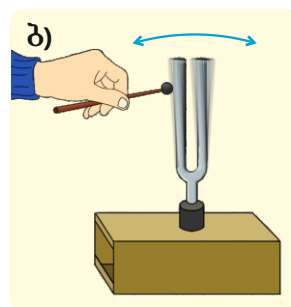
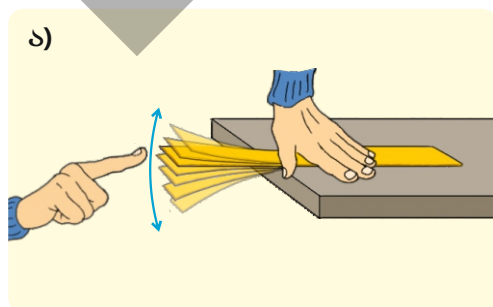
განმეორებადი მოძრაობები ხდება არა მხოლოდ წრეწირზე. მაგალითად, თუ სახაზავის ერთ ბოლოს მივჭიმავთ მაგიდაზე და თავისუფალ ბოლოს მოვხრით ხელით და გავუშვებთ, მაშინ სახაზავი დაიწყებს მოძრაობას ზევით და ქვევით (სურათი 2, ა),

ხოლო თუ დავარტყამთ კამერტონის ლითონის ბოლოებზე, ისინი დაიწყებენ მოძრაობას მარცხნივ და მარჯვნივ (სურათი 2, ბ). თუ ვუბიძგებთ ძაფზე ჩამოკიდებულ ბურთულას და გავუშვებთ მას, ჩვენ დავინახავთ მსგავს მოვლენას. ბურთულა დაიწყებს მოძრაობას წინ და უკან.

როგორც ხედავთ, სახაზავის ბოლო, კამერტონის მკლავები და ძაფზე დაკიდებული ბურთულა ასრულებენ წინ-უკან მოძრაობას. ასეთ მოძრაობას, **რხევითი მოძრაობა** ეწოდება. რხევითი მოძრაობის შესწავლისათვის ჩვენ ვისარგებლებთ **ქანქარებით** (სურათი 2, გ).

სურათი 1.
პერიოდული მოძრაობა

სურათი 2.
რხევითი
მოძრაობა

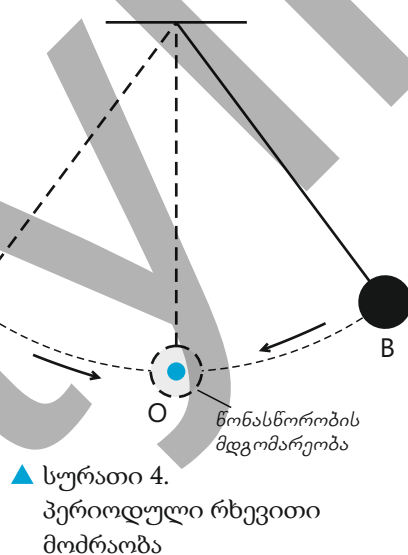
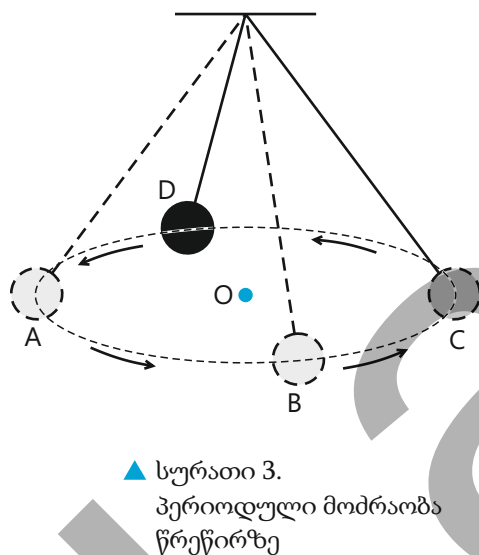


მოძრაობის დაწყების წინ ქანქარა იმყოფება წონასწორობის მდგომარეობაში. როცა სხეულზე ხდება ზემოქმედება, ის გამოდის წონასწორობიდან და შემდეგ უბრუნდება წონასწორობის მდგომარეობას. ასე წარმოიქმნება რხევითი მოძრაობა.

● პერიოდულ მოძრაობას, რომელიც ხდება წონასწორობის მდგომარეობის გავლით ეწოდება პერიოდული რხევითი მოძრაობა.

სურათებზე 3 და 4 გამოსახულია ძაფზე ჩამოკიდებული ბურთულის მოძრაობის სხვადასხვა სახე.

მოძრაობა, რომელიც გამოსახულია სურათი 3-ზე, წარმოადგენს პერიოდულ და არა რხევით მოძრაობას. ეს მოძრაობა ხდება ტრაექტორიით ABCDA. სხეული გაივლის ტრაექტორიის თითოეულ წერტილს მხოლოდ ერთხელ პერიოდის განმავლობაში.

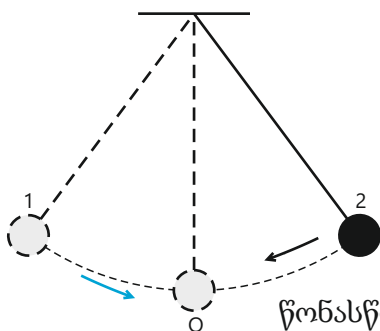


მოძრაობა, გამოსახული სურათი 4-ზე, წარმოადგენს პერიოდულ რხევით მოძრაობას. ეს მოძრაობა ხდება AOB OA ტრაექტორიით. ბურთულა, რომელიც იწყებს მოძრაობას A წერტილიდან, ამ წერტილში დაბრუნდება გაივლის ტრაექტორიის თითოეულ წერტილს ერთ პერიოდში ორჯერ.

სურათი 3-ზე ბურთულა ბრუნავს O წერტილის გარშემო, ხოლო სურათი 4-ზე ის გაივლის წონასწორობის O მდგომარეობაზე, აგრძელებს განმეორებით მოძრაობას მარჯვნივ-მარცხნივ. პერიოდულ რხევით მოძრაობებს შეიძლება დავაკვირდეთ ქანქარების დახმარებით. განსხვავებენ ორი სახის ქანქარას: ძაფიანი და ზამბარიანი.



▲ სურათი 5.
საქანელა



▲ სურათი 6.
მაფიანი
ქანქარა

მაფიანი ქანქარა

● ძაფსა და მასზე ჩამოკიდებულ ტვირთს ერთად **მაფიანი ქანქარა** ეწოდება.

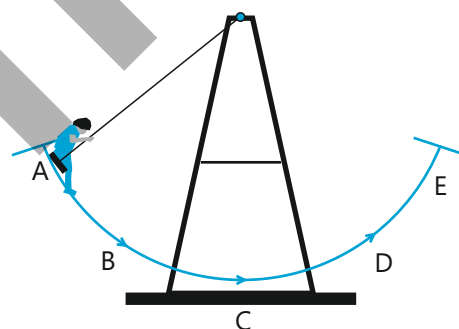
მაფიანი ქანქარის ნიმუშად შეიძლება დავასახელოთ საქანელა (სურათი 5). მაფიანი ქანქარა ასრულებს რხევით მოძრაობას წონასწორობის მდგომარეობის ახლოს. ყველაზე შორეულ წერტილებს, რომლებსაც აღწევს ქანქარა წონასწორობის მდგომარეობიდან, **უკიდურეს წერტილებსაც** უწოდებენ. სურათი 6-ზე მოცემულია მაფიანი ქანქარა, სადაც წერტილები 1 და 2 უკიდურესი წერტილებია, ხოლო 0 წერტილი წონასწორობის წერტილია.

გამოკვლევა

მაფიანი ქანქარის მოდელის გამოყენება საქანელას მოძრაობაში

ფიზიკაში მოვლენების შესასწავლად გამოიყენება მარტივი მოდელები. მაფიანი ქანქარის, როგორც რხევითი მოძრაობის ქანქარის, გამოყენებით უპასუხეთ კითხვებზე საქანელაზე მოქანავე ბავშვის მოძრაობის შესახებ.

1. რომელი ასოთი არის აღნიშნული წონასწორობის მდგომარეობა?
2. საქანელას რომელ მდგომარეობას შეესაბამებიან წერტილები A და E?
3. რომელ წერტილში არის ბავშვის სიჩქარე ყველაზე მაღალი და რომელში – ყველაზე დაბალი?

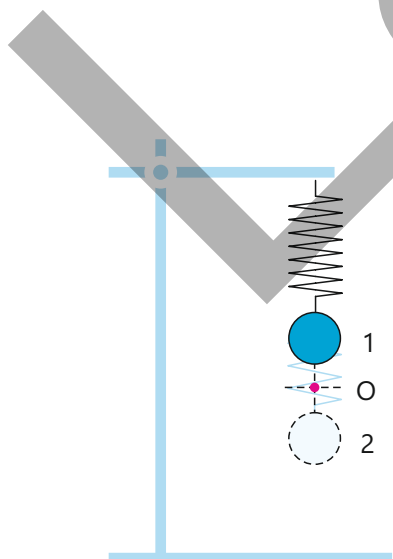


ზამბარიანი ქანქარა

რხევითი მოძრაობის შესასწავლად გამოყენებულ ერთ-ერთ ქანქარას **ზამბარიანი ქანქარა** წარმოადგენს.

● **ზამბარას მასზე დამაგრებული ტვირთით ზამბარიანი ქანქარა** ეწოდება.

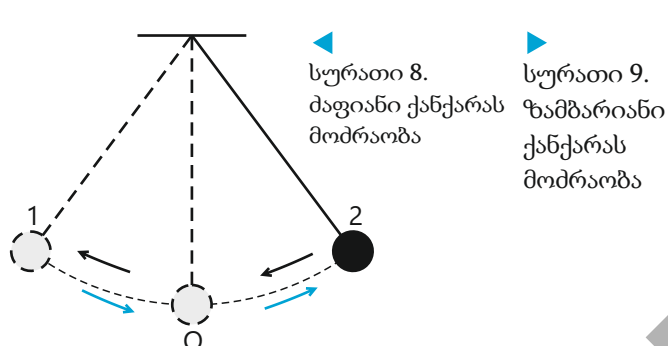
წერტილს, რომელშიც ზამბარიანი ქანქარა იმყოფება უძრავ მდგომარეობაში, ეწოდება წონასწორობის (O) მდგომარეობა. წერტილი 1 არის უმაღლესი წერტილი, რომელზეც აღწევს სხეული წონასწორობის მდგომარეობიდან, წერტილი 2 კი ყველაზე ქვედა წერტილია მოძრაობის ტრაექტორიისა (სურათი 7).



▲ სურათი 7.
ზამბარა O წონასწორობის წერტილის გავლით პერიოდულად ირხევა 1 და 2 წერტილებს შორის.

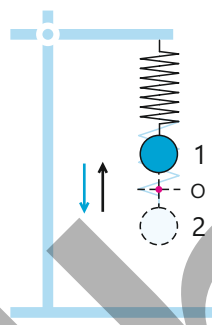
რხევის პერიოდი და რხევის სიხშირე

მაფიან ქანქარაზე პერიოდულ მოძრაობას ასრულებს ტვირთი, რომელიც ჩამოკიდებულია ძაფზე (სურათი 8), ხოლო ზამბარიანი ქანქარაზე - ტვირთი, რომელიც მიმაგრებულია ზამბარაზე (სურათი 9). თუ ქანქარის ტვირთი დაიწყებს მოძრაობას 1 წერტილიდან, ის ერთ პერიოდში მიაღწევს წერტილ 2-ს O წერტილის ახლოს გავლით, რომელიც წარმოადგენს წონასწორობის მდგომარეობას და კვლავ უბრუნდება წერტილი 1-ს იმავე ტრაექტორიით.



სურათი 8.
მაფიანი ქანქარას
მოძრაობა

სურათი 9.
ზამბარიანი
ქანქარას
მოძრაობა



იცი თუ არა თქვენ?

მაფიანი ქანქარის გამოყენებით დროის გაზომვის ხელსაწყოს შექმნის იდეა ეკუთვნის გალილეო გალილეის (1564-1642). ქრისტიან ჰიუგენსმა (1629-1695) ისარგებლა ამით და 1656 წელს დაამზადა ქანქარიანი საათი.



- ქანქარას მოძრაობას ერთი უკიდურესი წერტილიდან მეორემდე ერთი სრული რხევა ეწოდება.

რადგან მაფიანი და ზამბარიანი ქანქარას მოძრაობა წარმოადგენს პერიოდულ მოძრაობას, მათი შესწავლისათვის გამოიყენება რხევითი პერიოდისა და რხევითი სიხშირის ცნებები.

- დროს, რომელიც იხარჯება ერთ სრულ რხევაზე, რხევის პერიოდი ეწოდება:

$$T = \frac{t}{N}$$

სადაც T – რხევის პერიოდი, N – რხევის რაოდენობა, t ამ რხევებზე დახარჯული დრო. რხევის პერიოდის ერთეული SI-ში წამია.

$$[T] = 1 \text{ წმ.}$$

- რხევის რიცხვს ერთ წამში, რხევის სიხშირე ეწოდება:

$$\nu = \frac{N}{t}$$

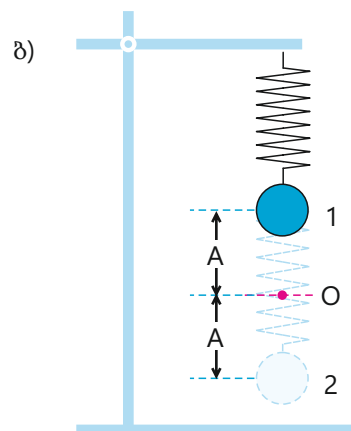
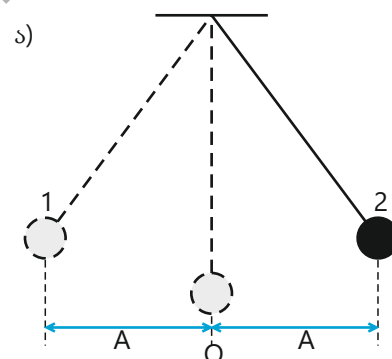
სადაც ν – რხევის სიხშირე, N – რაოდენობა, t კი ამ რხევებზე დახარჯული დრო. რხევის სიხშირის ერთეული SI-ში არის ერთი შეფარდებული წამთან:

$$[\nu] = \frac{1}{\text{წმ}}$$

რხევის ამპლიტუდა

მაფიანი ან ზამბარიანი ქანქარას ტვირთით გავლილი გზის პოვნა შეიძლება რხევის ამპლიტუდის სიდიდის გამოყენებით.

- მაქსიმალურ მანძილს, რომელზეც რხევის დროს გადაიხრება ქანქარას ტვირთი წონასწორობის მდგომარეობიდან რხევის ამპლიტუდა ეწოდება (სურათი 10 ა, ბ).



სურათი 10.
მაფიანი და ზამბარიანი
ქანქარების ამპლიტუდა

რხევის ამპლიტუდა აღინიშნება A ასოთი, SI-ში ერთეული მეტრია:

$$[A] = 1 \text{ მ.}$$

დრო, რომელსაც ხარჯავს ქანქარა წონასწორობის მდგომარეობიდან უკიდურეს წერტილამდე, პერიოდის ერთი მეოთხედი ნაწილის ტოლია. რადგან ეს მანძილი რხევის ამპლიტუდის ტოლია, ეს ნიშნავს, რომ ერთ პერიოდში ქანქარა გადის გზას, რომელიც $4A$ -ს ტოლია:

$$\text{რადგან } t = T \text{ ამიტომ } l = 4A.$$

რადგან ერთ პერიოდში ქანქარა გადის $4A$ -ს ტოლ გზას, N -ჯერ მოძრაობის შესრულებისას ქანქარას გავლილი გზა იქნება:

$$l = 4AN.$$

საქმიანობა

პერიოდისა და სიხშირის განსაზღვრა პერიოდული რხევითი მოძრაობისას

რესურსები: შტატივი, წვრილი ძაფი, ბურთულა და წამმზომი.

სამუშაოს მსვლელობა:

1. ძაფის ერთ ბოლოზე დაკიდეთ ბურთულა, მეორე ბოლო დააბით შტატივზე.
2. გადახარეთ ბურთულა გვერდით და გაუშვით. ბურთულის მოძრაობის დაწყების მომენტში ჩართეთ წამმზომი.
3. ჩაწერეთ 10 რხევაზე დახარჯული დრო.

განიხილეთ:

1. არის თუ არა ბურთულის მოძრაობა პერიოდული რხევითი მოძრაობა? დაასაბუთეთ თქვენი პასუხი.

2. რისი ტოლია ბურთულის რხევის პერიოდი და სიხშირე?

ამოცანის ამოხსნა

12 წამში ქანქარა ასრულებს 6 რხევას. რხევის ამპლიტუდა 1 მ-ის ტოლია. განსაზღვრეთ ქანქარის ტვირთის მიერ 30 წამში გავლილი გზა და რხევის პერიოდი.

მოცემულია	ფორმულა	ამოხსნა
$t_1 = 12 \text{ წმ}$ $N_1 = 6$ $t_2 = 30 \text{ წმ}$ $A = 1 \text{ მ}$ 30 წმ-ში შესრულებული რხევების რაოდენობა აღვნიშნოთ N_2 -ით. $T = ?$ $l = ?$	$T = \frac{t}{N}$ $l = 4AN$	$T = \frac{12 \text{ წმ}}{6} = 2 \text{ წმ}$ 30 წამში გავლილი გზის პოვნისთვის, ჯერ ამ დროში რხევების რაოდენობის პოვნა საჭირო: $N_2 = \frac{t_2}{T} = \frac{30 \text{ წმ}}{2 \text{ წმ}} = 15$ რადგან ერთ პერიოდში ტვირთის გავლილი გზა არის $4A$ 15 რხევის დროს გავლილი მანძილი ასე გამოითვლება: $l = 4AN_2 = 4 \cdot 1 \text{ მ} \cdot 15 = 60 \text{ მ}$ პასუხი: $T = 2 \text{ წმ}$, $l = 60 \text{ მ}$.

გ ა ი ა ზ რ ე • გ ა ნ ი ხ ი ლ ე • გ ა ა ზ ი ა რ ე

არსებობს პერიოდული მოძრაობები, რომლებიც რხევითი მოძრაობები არაა. არსებობს რხევითი მოძრაობები, რომლებიც პერიოდული მოძრაობები არაა?

გამოიყენეთ მიღებული ცოდნა

- რომელ შემთხვევაში იზრდება და რომელ შემთხვევაში მცირდება მაფიან ქანქარაზე ჩამოკიდებული სხეულის სიჩქარე?
 - უკიდურესი წერტილებიდან წონასწორობის მდგომარეობისაკენ მოძრაობისას.
 - წონასწორობის წერტილიდან უკიდურესი წერტილებისაკენ მოძრაობისას.
- ზამბარიანი ქანქარას ტვირთს სჭირდება 0,5 წმ, რომ უკიდურესი ქვედა წერტილიდან დაუბრუნდეს წონასწორობის მდგომარეობას. იპოვეთ რხევის პერიოდი და სიხშირე.
- ქანქარა, რომლის რხევის ამპლიტუდა 0,5 მ-ია, 10 წამში ასრულებს ხუთ რხევას. იპოვეთ რხევის პერიოდი და სიხშირე, ასევე გზა რომელსაც გაივლის ის 20 წამში.

შეამოწმეთ თქვენი ცოდნა

- დაასახელეთ ერთი მსგავსება და ერთი განსხვავება წრეწირზე პერიოდულ მოძრაობასა და პერიოდულ რხევით მოძრაობას შორის.
- იპოვეთ რხევის ამპლიტუდა, თუ გავლილი გზის შეფარდება რხევების რიცხვთან 4-ის ტოლია.
- მაფიანი ქანქარას ტვირთის რხევის პერიოდია 2 წმ, ხოლო ამპლიტუდა - 0,5 მ. იპოვეთ გზა, რომელიც მან გაიარა 25 წამში.
- მაფიანი ქანქარას ტვირთი გადადის ერთი უკიდურესი წერტილიდან მეორეში და ბრუნდება წონასწორობის მდგომარეობაში 3 წამში. იპოვეთ მისი რხევის პერიოდი და რხევის სიხშირე.
- იპოვეთ დრო, რომელშიც ზამბარიანი ქანქარა $1\frac{1}{\sqrt{g}}$ სიხშირითა და 25 სმ ამპლიტუდით გაივლის 10 მ გზას.

მეცნიერება, ტექნოლოგია და სიცოცხლე

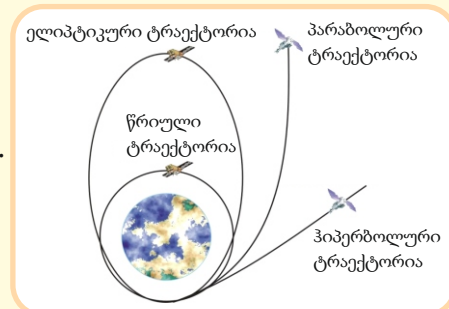
მეცნიერებისთვის ცნობილი გახდა, რომ დედამიწა წრიული ფორმისაა, მიხვდნენ, თუ დაიწყებდნენ მოძრაობას ერთი მიმართულებით დედამიწის ზედაპირზე მაშინ შეიძლება დაბრუნდნენ იმავე ადგილას, საიდანაც დაიწყეს მოძრაობა. პირველად XVI საუკუნეში პორტუგალიელმა მოგზაურმა, ფერდინანდ მაგელანმა, სამ წელიწადზე მეტ დროში იალქნიანი გემით დედამიწას გარშემო შემოუარა. 1961 წელს იური გაგარინმა კოსმოსურ ხომალდით შემოუფრინა დედამიწას, ზედაპირიდან 300 კმ სიმაღლეზე. ეს ხომალდი მოძრაობდა $27\,000\frac{\text{კმ}}{\text{სთ}}$ სიჩქარით. მისი მოგზაურობა გრძელდებოდა ორ საათს.

უძველესი დროიდან ადამიანები აკვირდებოდნენ, რომ პლანეტების მოძრაობა მზის გარშემო და ბუნებრივი თანამგზავრების მოძრაობა პლანეტების გარშემო წარმოადგენს პერიოდულ მოძრაობას. მათ შექმნეს კალენდარი, რომელიც ეფუძნებოდა ციური სხეულების პერიოდულ მოძრაობას.

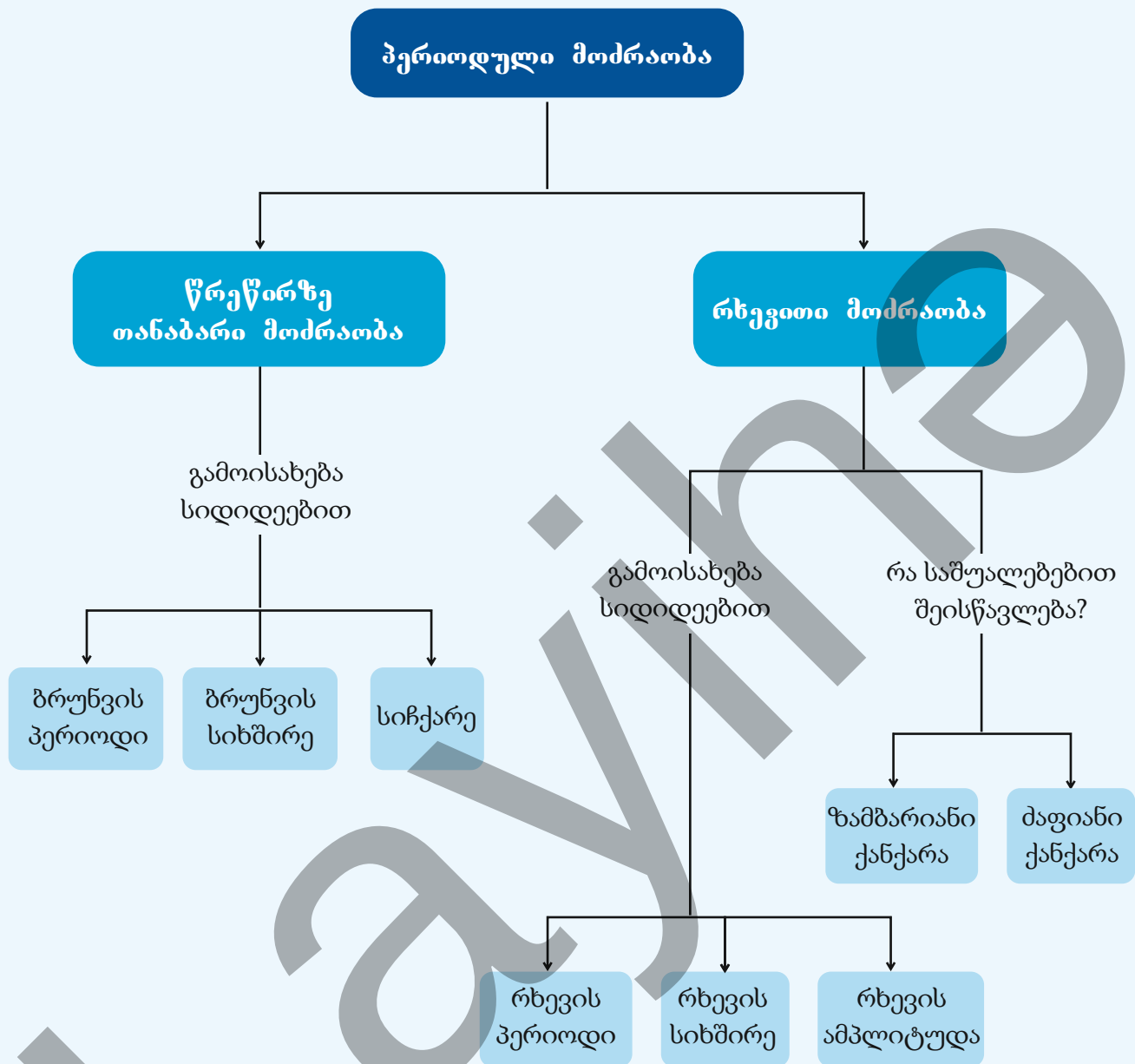
ამჟამად ორბიტაზე დედამიწის გარშემო ათასობით ხელოვნური თანამგზავრია, რომლებიც გამოიყენება ტელეკომუნიკაციისათვის, კოსმოსსა და დედამიწის ზედაპირზე დაკვირვებისთვის, რომლებიც ასრულებენ პერიოდულ მოძრაობას მრუდწირული ტრაექტორიებით. პერიოდული და მრუდწირული მოძრაობის შესწავლა აუცილებელია სხვადასხვა სატრანსპორტო საშუალების დაპროექტებისა და ციური სხეულების მოძრაობის შესწავლისათვის.



ფერდინანდ მაგელანის დედამიწის გარშემო მოგზაურობის ტრაექტორია.

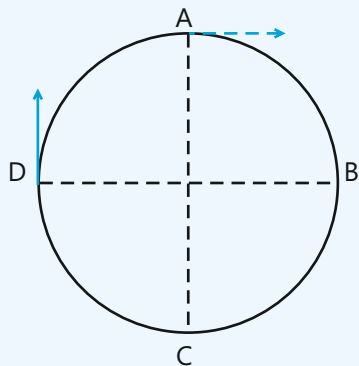


თანამგზავრების მოძრაობის ტრაექტორია

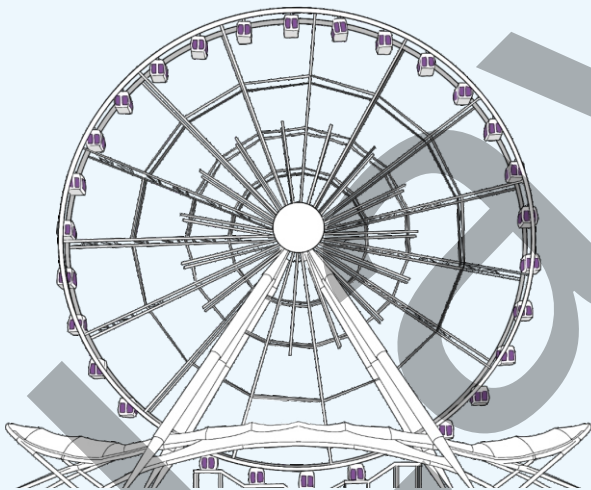


განმაზოგადებელი დაგალებები

1. წრეწირზე თანაბრად მოძრავი სპორტსმენი იწყებს მოძრაობას A წერტილიდან და აღწევს D წერტილს 81 წამის შემდეგ. რამდენ წუთში შეასრულებს სპორტსმენი ერთ სრულ ბრუნს?



2. ბაქოში ზღვისპირა ეროვნულ პარკში მდებარე დასათვალიერებელი ბორბლის დიამეტრი 60 მ-ია. ბორბალი ერთ სრულ ბრუნს ასრულებს 30 წუთში (ჩათვალეთ $\pi = 3$).



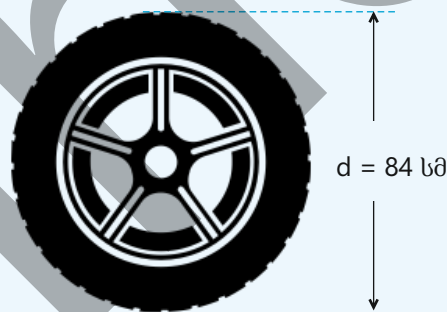
იპოვეთ ატრაქციონის მგზავრებისათვის:

- ბრუნვის პერიოდის ნახევარ დროში გავლილი გზა;
- სიმაღლე, რომელზეც ის იმყოფება ბრუნვის პერიოდის ნახევრის დროს;
- გამოთვალეთ სიჩქარე.

3. თანაბარზომიერად მოძრავი ავტომობილის საბურავის წრეწირის სიგრძე 2,1 მ-ია. ცნობილია, რომ 20 წამში ის გადის 210 მ გზას. გამოთვალეთ:

- რამდენ ბრუნს გააკეთებს ავტომობილი ამ დროში;
- საბურავის ბრუნვის პერიოდი;
- საბურავის ბრუნვის სიხშირე.

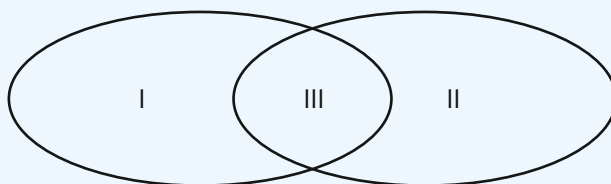
4. ავტომობილის საბურავის დიამეტრი 84 სმ-ია, ბრუნვის სიხშირე კი $8\frac{1}{15}$ წუთში გამოთვალეთ მისი 25 წუთში გავლილი გზა (ჩათვალეთ $\pi = 3$).



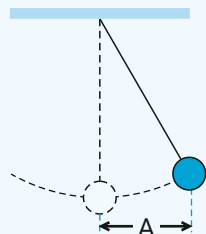
5. აღნიშნეთ შესაბამისი პუნქტები ეილერ-ვენის დიაგრამაზე:

- მოძრაობა ხდება წონასწორობის მდგომარეობაზე გავლით.
- წონასწორობის მდგომარეობის გარემოში განმეორებადი მოძრაობაა.
- ერთ პერიოდში სხეული გაივლის ტრაექტორიის თითოეულ წერტილზე მხოლოდ ერთხელ.
- ერთ პერიოდში სხეული გაივლის ტრაექტორიის თითოეულ წერტილზე ორჯერ.
- განმეორებადი მოძრაობაა დროის გარკვეულ შუალედში.

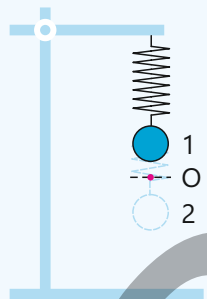
პერიოდული მოძრაობა წრეწირზე პერიოდული რხევითი მოძრაობა



6. ძაფიანი ქანქარის ტვირთი გაივლის 1 მ-ს უკიდურესი წერტილიდან წონასწორობის მდგომარეობამდე 2 წამში. იპოვეთ გზა, რომელსაც გადის ძაფიანი ქანქარის ტვირთი 0,5 წუთში.

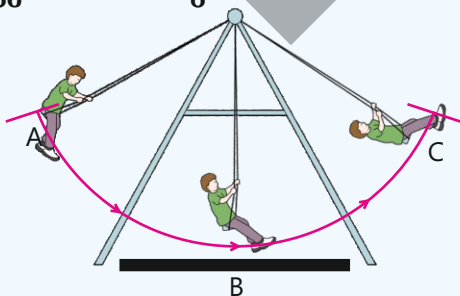


7. ზამბარიანი ქანქარის ტვირთი გაივლის გზას უკიდურესი უმაღლესი წერტილიდან (1) უკიდურეს ქვედა წერტილამდე (2) ერთ წამში. იპოვეთ მანძილი, რომელსაც გადის ქანქარის ბურთულა 6 წუთში, თუ მანძილი ქანქარის რხევის ტრაექტორიის ქვედა წერტილიდან წონასწორობის მდგომარეობამდე (O) ტოლია 0,5 დმ-ის.



8. დაწერეთ ერთი მსგავსება და ერთი განსხვავება ზამბარიან ქანქარასა და ძაფიან ქანქარას მოძრაობებს შორის წრეწირზე თანაბარი მოძრაობისას.

9. საქანელებს სჭირდებათ 3 წამი, რომ A კიდურა მდგომარეობიდან მივიდნენ C კიდურა მდგომარეობამდე და დაბრუნდნენ წონასწორობის მდგომარეობაში. იპოვეთ რხევის სიხშირე.



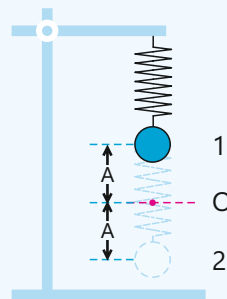
10. იპოვეთ ძაფიანი ქანქარას ბურთულას ამპლიტუდა და რხევის პერიოდი, თუ 6 წამში ბურთულა ასრულებს სამ რხევას და 15 წამში ის გადის 30 მ გზას.

11. იპოვეთ ზამბარიანი ქანქარას რხევის ამპლიტუდა, რომელიც პერიოდის ნახევრის ტოლ დროში გადის 10 სმ-ის ტოლ გზას.

12. იპოვეთ რხევის რაოდენობა და გზა, რომელსაც გაივლის ზამბარიანი ქანქარის ტვირთი სიხშირით $0,5 \frac{1}{წმ}$ და ამპლიტუდით 45 სმ 20 წამში.

13. 20 წამში ქანქარა ასრულებს 20 რხევას. იპოვეთ რხევის პერიოდი და სიხშირე.

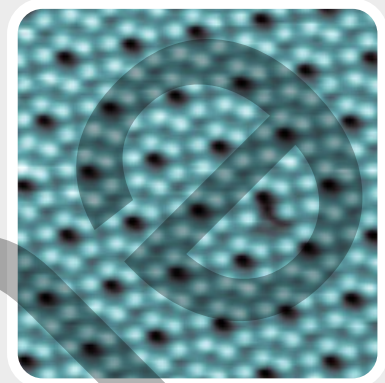
14. იპოვეთ ქანქარის ტვირთის გავლილი გზა 25 პერიოდში, თუ სურათზე გამოსახული ქანქარის 1 და 2 წერტილებს შორის მანძილი 20 სმ-ის ტოლია.



15. ერთს წამში ძაფიანი ქანქარა გადადის უკიდურესი წერტილიდან წონასწორობის მდგომარეობაში. იპოვეთ მანძილი, რომელსაც ის გადის 0,6 წუთში, თუ რხევის ამპლიტუდა ტოლია 0,9 მ-ის.

ატომის აღნაგობა და ზომა

ატომები იმდენად მცირე ზომისაა, რომ მათი შემჩნევა შეუიარაღებელი თვალითა და ჩვეულებრივი მიკროსკოპითაც კი შეუძლებელია. მხოლოდ 1981 წელს გამოგონებული გვირაბის მიკროსკოპის დახმარებით შესაძლებელი გახდა ატომის მიახლოებითი კონტურების დანახვა.



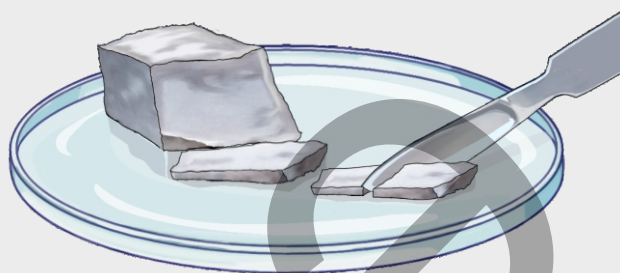
- უძველესი დროიდან მეცნიერები ცდილობდნენ ეპასუხათ კითხვაზე: “რისგან შედგება ნივთიერება?” ზოგიერთი მათგანი იცავდა ჰიპოთეზას იმის შესახებ, რომ ნივთიერება შედგება ძალიან წვრილი, უსასრულოდ მოძრავი ნაწილაკებისაგან. ცნება “ნაწილაკის” გამოყენებით შეიძლება აიხსნას ნივთიერების აგრეგატული მდგომარეობის ცვლილება, დიფუზია, სითბური გაფართოება, ნივთიერების ხსნადობა და სხვა მრავალი ბუნებრივი მოვლენა.
- 1. რა შეისწავლეთ ატომების შესახებ ბუნების გაკვეთილებზე?
- 2. რომელი ატომებისაგან შედგება წყლის მოლეკულა?
- 3. როგორ განმარტავდით დიფუზიის მოვლენას “ნაწილაკის” ცნების გამოყენებით?

განყოფილებაში შეისწავლით

- ატომის შედგება ბირთვისა და ელექტრონებისაგან
- ატომის მასის ძირითადი ნაწილი მოდის ბირთვზე
- ატომის ბირთვი შედგება ორი განსხვავებული ტიპის ნაწილაკებისაგან
- ატომის შემადგენელი ნაწილაკების მასები და ელექტრული მუხტები განსხვავებულია
- ატომის მოცულობის დიდ ნაწილს შეადგენს ცარიელი სივრცე

4.1 ატომის აღნაგობა

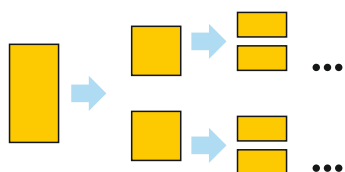
ნატრიუმი არის მოვერცხლისფრო-თეთრი ფერის რბილი მეტალი. შეიძლება ავიღოთ პატარა ნატრიუმის ნაჭერი და გავყოთ ორ ნაწილად. მიღებული ნაწილები, ასევე შეიძლება გავყოთ ორ ნაწილად და გაყოფის პროცესი შეიძლება გავაგრძელოთ.



- რომელ ეტაპამდე შეიძლება გავაგრძელოთ ნატრიუმის ნაჭრის დაყოფის პროცესი?
- რომელი ნაწილაკი იქნება ნატრიუმის ელემენტის უმცირესი ნაწილაკი?

საკვანძო სიტყვები

ატომი, ელექტრონი, ბირთვი, ატომის პლანეტური მოდელი, პროტონი, ნეიტრონი



▲ სურათი 1.
დემოკრიტეს მსჯელობა

იციოთ თუ არა თქვენ?

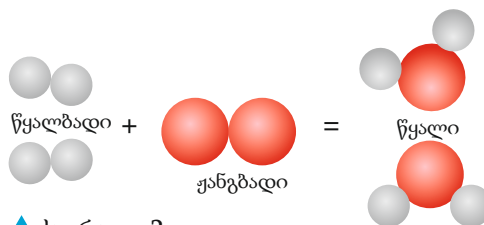
სიტყვა “ატომი” (ბერძ. atomos) თარგმანში ნიშნავს “განუყოფელს”.

მიახლოებით 2400 წლის წინათ დემოკრიტემ ივარაუდა, რომ ყველა ნივთიერება შედგება ძალიან წვრილი ნაწილაკებისაგან. დემოკრიტე თვლიდა, რომ თუ სხეულს თანმიმდევრულად ნაწილებად დავყოფთ, მაშინ გარკვეულ ეტაპზე დადგება მომენტი, როცა დაყოფის პროცესი გახდება შეუძლებელი, იმიტომ რომ დაყოფის შედეგად ჩვენ მივაღწევთ დაუყოფელ ნაწილაკებს, რომლებიც შეადგენს მოცემულ ნივთიერებას (სურათი 1). იმ დროს ამ ნაწილაკებს უწოდეს **ატომი**.

დალტონის ატომური თეორია

XIX საუკუნის დასაწყისში ინგლისელმა მეცნიერმა, ჯონ დალტონმა, ქიმიური რეაქციის აღწერისათვის გამოიყენა ატომური ჰიპოთეზა. დალტონის ატომური ჰიპოთეზის თანახმად:

1. ელემენტები შედგებიან წვრილი განუყოფელი ნაწილაკებისაგან, ბურთულების სახით, ესე იგი ატომებისაგან.
2. ელემენტის ყველა ატომი ერთნაირია. სხვადასხვა ელემენტის მასები და ზომები განსხვავებულია.
3. ქიმიური შეერთება წარმოიქმნება სხვადასხვა ელემენტების ატომების შეერთების გზით (სურათი 2).



▲ სურათი 2.
წყლის მოლეკულის წარმოქმნა დალტონის თეორემის თანახმად

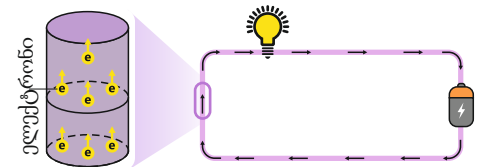
ელექტრონის აღმოჩენა

ბუნების გაკვეთილებზე თქვენ შეისწავლეთ, რომ ელექტრული დენი მეტალის გამტარებში წარმოადგენს **ელექტრონების** მოწესრიგებული მოძრაობის შედეგს. უარყოფითი ელექტრონული მუხტის მქონე ელექტრონები აღმოაჩინა ინგლისელმა მეცნიერმა, ჯოზეფ ტომსონმა, 1897 წელს (სურათი 3). ბუნებაში არსებობს ორი სახის ელექტრული მუხტი: დადებითი და უარყოფითი. ტომსონმა შემოგვთავაზა მოდელი, რომელიც განმარტავდა, როგორ არის ეს მუხტები განაწილებული ატომის შიგნით.

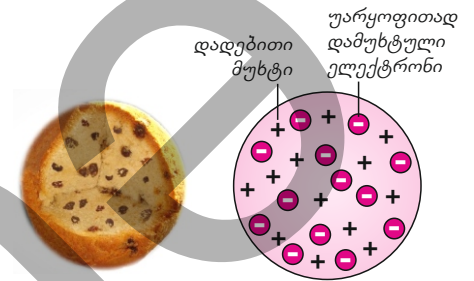
ტომსონის ატომის მოდელი

ტომსონის ატომის მოდელი თანახმად, ატომს აქვს ბურთულის ფორმა, ხოლო დადებითი და უარყოფითი მუხტები თანაბრადაა განაწილებული მასში. დადებითი მუხტების რაოდენობა რიცხობრივად ტოლია უარყოფითი მუხტების რაოდენობისა, ესე იგი ატომის სრული ელექტრული მუხტი ნულის ტოლია. ტომსონის მოდელი გვაგონებს ხილის კექსს, ამიტომ მას ხშირად “ქიშიშიანი კექსი” (სურათი 4.) უწოდებდნენ. იმისათვის, რომ დარწმუნებულიყო ტომსონის მოდელის სანდოობაში, ერნესტ რეზერფორდმა 1908 წელს ცდა ჩაატარა.

რეზერფორდის ცდა



▲ სურათი 3.
ელექტრონები



▲ სურათი 4.
ქიშიშიანი კექსი და ტომსონის ატომის მოდელი

საქმიანობა

რეზერფორდის ცდის გამარტივებული მოდელი

რესურსები: 15 სმ დიამეტრის მუყაოს წრე, ორი საშლელი, 50 -კაპიკიანი მონეტა, 8-10 პატარა ღილი.

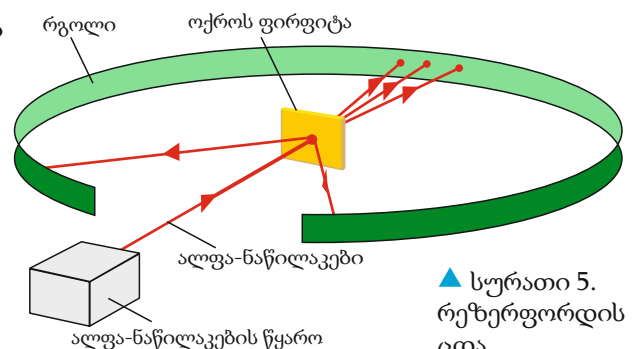
სამუშაოს მსვლელობა:

1. მოათავსეთ საშლელი ერთმანეთისგან 13-14 სმ-ის დაშორებით, ხოლო მონეტა - მათ შორის შუაში. მუყაოს წრეზე მოათავსეთ, საშლელზე ისე, რომ მონეტა აღმოჩნდეს წრის ქვეშ, დაახლოებით წრის ცენტრში.
2. მოათავსეთ ღილები წრეში მუყაოს წრისაგან 10 სმ-ის დაშორებით.
3. უბიძგეთ ღილებს თითოთ იმ მიმართულებით, როგორც სურათზეა ნაჩვენები.
4. დააკვირდით ღილების მოძრაობის ტრაექტორიას.

განხილეთ:

1. შეიძლება თუ არა ღილების მოძრაობის ტრაექტორიის მიხედვით ვიმსჯელოთ მონეტის ზომის შესახებ?
2. თუ საქმიანობაში კაპიკისა და ღილის ადგილებს შევცვლით, შეჯახების შედეგად კაპიკის მიმართულება შეიცვლება?

რეზერფორდის ცდის მოწყობილობა შედგებოდა ალფა ნაწილაკებად წოდებული ნაწილაკების გამავრცელებელი წყაროსაგან, თხელი ოქროს ფირფიტისა და რგოლისაგან. წყაროდან გამოსული ნაწილაკები ფირფიტისგან გავლის შემდეგ, რგოლს ეჯახებიან და შედეგად იწვევენ ნათებას (სურათი 5). თუმცა ალფა-ნაწილაკების შეუიარაღებელი თვალით დანახვა შეუძლებელი იყო, ნათების მიხედვით მათი ტრაექტორიის განსაზღვრა შესაძლებელი იყო.

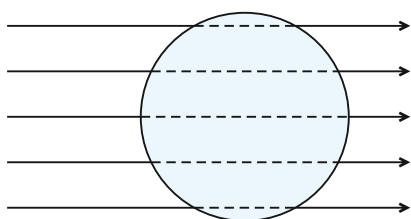


▲ სურათი 5.
რეზერფორდის ცდა

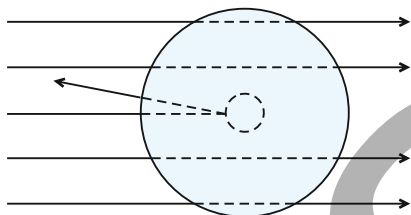
ცდის დროს შეიმჩნეოდა, რომ ალფა-ნაწილაკების დიდმა ნაწილმა ფირფიტაში გაიარა, მაგრამ უფრო დეტალური შესწავლისას ცხადი გახდა, რომ ზოგიერთმა ნაწილაკმა ფირფიტიდან აისხლიტა და უკან დაბრუნდა.

ბაიასრე • ბანინილე • ბაასიარე

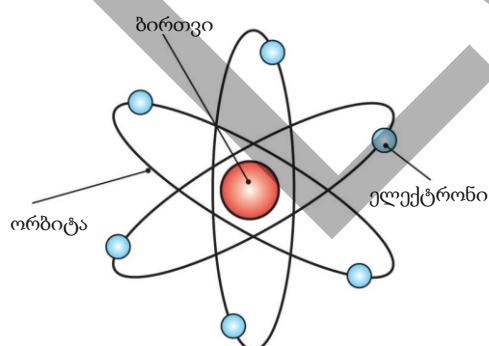
თქვენი აზრით, რატომ გადაწყვიტა რეზერფორდმა ცდით შეემოწმებინა ტომსონის ატომის მოდელი?



▲ სურათი 6.
მოსალოდნელი შედეგი ტომსონის მოდელის საფუძველზე



▲ სურათი 7.
რეზერფორდის ცდის შედეგად მიღებული მოდელი



▲ სურათი 8.
რეზერფორდის ატომის მოდელი

თუ ტომსონის ატომური მოდელი იქნებოდა სწორი, თითოეულ ალფა-ნაწილაკს უნდა გაეცლო ოქროს ფირფიტაში მიმართულების შეუცვლელად (სურათი 6). თუმცა, რადგან ნაწილაკების მცირე რაოდენობა დაბრუნდა უკან, (სურათი 7) რეზერფორდმა ცდიდან გააკეთა შემდეგი დასკვნები:

1. ალფა-ნაწილაკების დიდმა ნაწილმა გაიარა ფირფიტაში. მაშასადამე, რადგან ატომში არის სივრცე, ისინი რაიმე წინააღმდეგობას არ წააწყდნენ.
2. რამდენიმე ალფა ნაწილაკმა აისხლიტა უკან. მაშასადამე, ისინი შეეჯახნენ ნაწილაკების დიდ მასას. ამ შედეგების საფუძველზე რეზერფორდმა შემოგვთავაზა ატომის ახალი მოდელი, რომელსაც შემდგომში **რეზერფორდის ატომის მოდელი** უწოდეს.

რეზერფორდის ატომის მოდელი

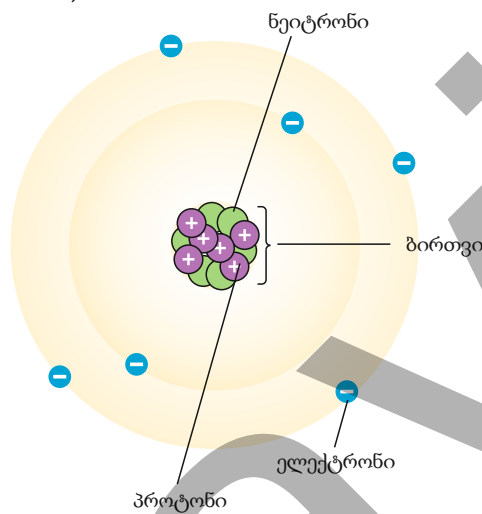
რეზერფორდის ატომის მოდელის თანახმად, ატომი შედგება მცირე ზომის **ბირთვისა** და მის გარშემო მბრუნავი ელექტრონებისაგან. დადებითად დამუხტული ბირთვი მდებარეობს ატომის ცენტრში. ატომის შიგნით არის სივრცე და მისი მასის დიდი ნაწილი თავმოყრილია ბირთვში. მაგალითად, ჰელიუმის ატომის მასის 99,95 %-ზე მეტი არის ბირთვში. რეზერფორდის მოდელის თანახმად, ელექტრონები ბირთვის გარშემო ბრუნავს წრიულ ორბიტაზე. ბირთვის ელექტრული მუხტი რიცხობრივად ელექტრონების ელექტრული მუხტების ჯამის ტოლია. ამიტომ ატომის საერთო მუხტი ნულის ტოლია. რეზერფორდის ატომის მოდელი გვაგონებს მზის სისტემას, ამიტომ ამ მოდელს, **ატომის პლანეტურ მოდელს** უწოდებენ (სურათი 8).

ატომის ბორის მოდელი

მოგვიანებით დანიელმა ფიზიკოსმა, ნილს ბორმა, შეიტანა ზოგიერთი ცვლილება რეზერფორდის ატომის მოდელში. ერთ-ერთი შესწორება იყო ის, რომ ელექტრონები ბრუნავდა მხოლოდ გარკვეულ ორბიტაზე და არა ბირთვისაგან თავისუფალ მანძილზე. ატომის სრულყოფილ მოდელს **ბორის ატომის მოდელი** უწოდეს.

შემდგომში აღმოჩენილი იქნა, რომ ატომის ბირთვი შედგება დადებითად დამუხტული **პროტონებისა** და **ნეიტრონებისაგან**, რომლებსაც არა აქვს ელექტრული მუხტი ანუ ნეიტრალური ნაწილაკებია.

ატომის ცენტრში მდებარეობს პროტონებისა და ნეიტრონებისაგან შემდგარი ბირთვი. ელექტრონები ბირთვიდან გარკვეულ მანძილზე მყოფ ორბიტაზე ბრუნავს ბირთვის გარშემო. ატომში ელექტრონების რაოდენობა, პროტონების რაოდენობის ტოლია (სურათი 9).



სურათი 9.
ბორის მოდელი ნახშირბადის ატომისათვის

ატომის შემადგენელი ნაწილაკების მასები და ელექტრული მუხტები ძალიან მცირეა. ზოგიერთ შემთხვევაში ხელსაყრელია ვისარგებლოთ მათი ფარდობითი მნიშვნელობებით. თუ ჩავთვლით ელექტრონის მუხტს - 1-ად, მაშინ პროტონის მუხტი იქნება სიდიდით ელექტრონის მუხტის და მოპირდაპირე ნიშნით +1. ნეიტრონები წარმოადგენს ნეიტრალურ ნაწილაკებს, ამიტომ მისი მუხტი ნულის ტოლია. პროტონისა და ნეიტრონის მასები მიახლოებით ტოლია და თითოეული მიახლოებით 1840-ჯერ ელექტრონზე მძიმეა. ვინაიდან ელექტრონებისა და პროტონების რიცხვი ატომში ერთნაირია და ნეიტრონის მუხტი ნულის ტოლია, ამიტომ ატომის საერთო ელექტრული მუხტი ნულის ტოლია.

ატომის შემადგენელი ნაწილაკები	ნაწილაკის პირობითი აღნიშვნა	ნაწილაკის მუხტი
ელექტრონი	e	-1
პროტონი	p	+1
ნეიტრონი	n	0

▲ ატომის შემადგენელი ნაწილაკების ნიშანი და მუხტი

ერთსა და იმავე ატომის ბირთვში პროტონების რიცხვი უცნობია, მაგრამ ისინი შეიძლება ერთმანეთისგან განსხვავდებოდეს ნეიტრონების რიცხვით, მაგალითად, წყალბადის ატომის ბირთვი შედგება ერთი პროტონისაგან. დეიტერიუმის ბირთვი შედგება ერთი პროტონისა და ერთი ნეიტრონისაგან, ხოლო ტრიტიუმის ბირთვი კი ერთი პროტონისა და ორი ნეიტრონისაგან. სამივე ელემენტის ატომში არის მხოლოდ ერთი პროტონი, ამიტომ ისინი წყალბადის ატომებია. წყალბადს, დეიტერიუმსა და ტრიტიუმს აქვს ერთნაირი ქიმიური თვისებები. მაგრამ ზოგიერთი ფიზიკური თვისება განსხვავებულია: მაგალითად, დეიტერიუმის სიმკვრივე მეტია წყალბადის სიმკვრივეზე.

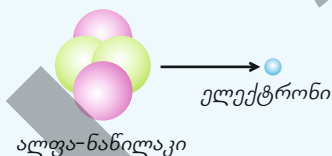
სურათი 10.
წყალბადის, დეიტერიუმისა
და ტრიტიუმის ატომები.

- – ელექტრონი
- – პროტონი
- – ნეიტრონი

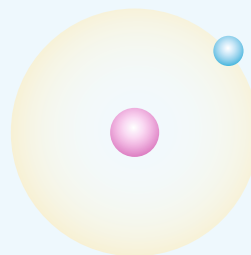


გამოიყენეთ მიღებული ცოდნა

1. ალფა-ნაწილაკები შედგებიან ორი პროტონისა და ორი ნეიტრონისაგან. იცვლის თუ არა ცდის დროს ალფა-ნაწილაკი თავის მიმართულებას ოქროს ფირფიტის ატომებში ელექტრონებთან დაჯახებისას? დაასაბუთეთ თქვენი პასუხი მათი მასების შედარებით.



2. წყალბადის ატომი შედგება ერთი პროტონისა და ერთი ელექტრონისგან. წყალბადის ატომის მასის მიახლოებით რამდენ პროცენტს შეადგენს ბირთვი?



შეამოწმეთ თქვენი ცოდნა

1. ძალიან ხშირად რეზერფორდის ატომის მოდელს უწოდებენ “ატომის პლანეტურ მოდელს”. რა მსგავსებაა მზის სისტემასა და რეზერფორდის ატომის მოდელს შორის?
2. აღწერეთ ნახშირბადის ატომის აგებულება სქემის დახაზვით.
3. განმარტეთ რატომ არის დეიტერიუმის ატომის მასა ნაკლები, ვიდრე ტრიტიუმის ატომის მასა და მეტი წყალბადის ატომის მასაზე?
4. როგორ შეიცვლება ატომის მუხტი და მასა, თუ ბირთვში დაემატება ერთი ნეიტრონი?
5. როგორი იქნება მისი მუხტი, თუ ნეიტრალური ატომი დაკარგავს ორ ელექტრონს?

4.2 ატომის ზომა

მიკროსკოპის დახმარებით ჩვენ შეგვიძლია დავინახოთ წყალში მყოფი ბაქტერიები, მაგრამ წყლის მოლეკულების დანახვა არ შეგვიძლია.



- თუ მიკროსკოპის დახმარებით შეგვიძლია დავინახოთ წყალში მყოფი ბაქტერიები, მაშინ რატომ არ შეგვიძლია დავინახოთ წყლის მოლეკულები?
- რომელი უმცირესი ობიექტის დანახვა შეგვიძლია?

შეუიარაღებელი თვალით ჩვენ შეგვიძლია დავინახოთ არანაკლებ 0,1 მმ სხეულები. ატომები იმდენად წვრილებია, რომ მათი ლაბორატორიული მიკროსკოპით დანახვაც შეუძლებელია. მხოლოდ გვირავის მიკროსკოპმა, რომელიც ზრდის გამოსახულებას 100 000 000-ჯერ, მოგვცა საშუალება დაგვენახა ატომის მიახლოებითი კონტურები (სურათი 1).

საკვანძო სიტყვები

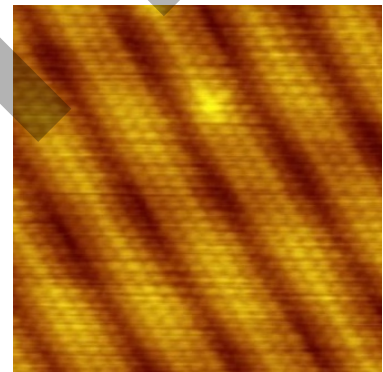
ატომის დიამეტრი, ბირთვის დიამეტრი

როგორ შეიძლება წარმოვიდგინოთ ატომის ზომა?

ზოგიერთ შემთხვევაში, მაგალითად, როცა აღწერენ წვის პროცესს ან წყლის მოლეკულის გამოსახვისას, დალტონის თანახმად, წარმოიდგენენ როგორც ბურთულებს, ხოლო ზოგჯერ წარმოიქმნება ატომის შინაგანი აგებულების ჩვენების აუცილებლობა. როცა ვსაუბრობთ ატომის ზომაზე, მხედველობაში გვაქვს მისი დიამეტრი ანუ ბირთვის ყველაზე შორეული ელექტრონის ორბიტის დიამეტრი მოიაზრება.



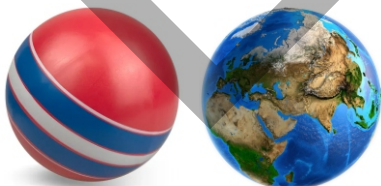
▲ სურათი 2.
ნახშირბადის ატომის ბორის
მოდელი და სფეროსავით გამოსახვა.



▲ სურათი 1.
ოქროს ატომის გამოსახულება
მიღებული გვირავის მიკროსკოპით

საქმიანობა

ბურთისა და დედამიწის ზედაპირის ზომების შედარება



განიხილეთ:

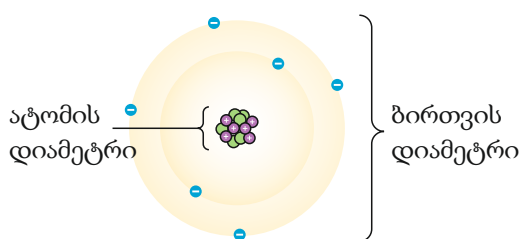
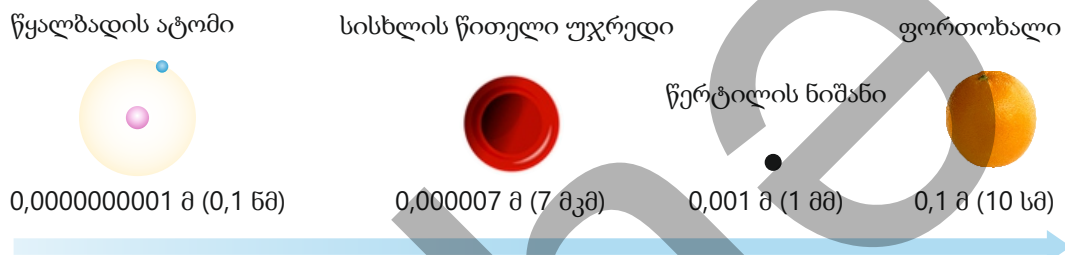
- წარმოიდგინეთ ბურთი, რომლის დიამეტრი 12,8 სმ-ია. რამდენჯერ უნდა გაიზარდოს ეს სფერო, რომ ის ზომით გახდეს დედამიწის ტოლი და ჰქონდეს დიამეტრი 12 800 კმ?

იმისათვის, რომ საქმიანობაში წარმოდგენილი ბურთი გახდეს ზომით დედამიწის ტოლი, მისი დიამეტრი უნდა გაიზარდოს 100 000 000-ჯერ. წყალბადის ყველაზე პატარა ატომის დიამეტრი მიახლოებით შეადგენს მეტრის ერთ მეათმილიარდედ ნაწილს ანუ 0,0000000001 მ. თუ გავზრდით წყალბადის ატომს 100 000 000-ჯერ, მაშინ მისი დიამეტრი გახდება 1 სმ-ის ტოლი.

იცით თუ არა თქვენ? ბირთვისნაირი ბაქტერიის დიამეტრი 10 000-ჯერ აღემატება წყალბადის ატომის დიამეტრს.

ზოგჯერ სხეულების ზომების კოეფიციენტებით გამოსახვა უფრო ხელსაყრელია. რადგან 1 ნმ = 0 000000001 მ, ამიტომ წყალბადის ატომის დიამეტრი შეიძლება ჩავწეროთ როგორც 0,15მ (სურათი 3).

სურათი 3.
წყალბადის ატომისა და
ზოგიერთი სხეულის
მიხედვითი დიამეტრი.



სურათი 4.
ატომის მოცულობის დიდი
ნაწილი სიცარიელეა.

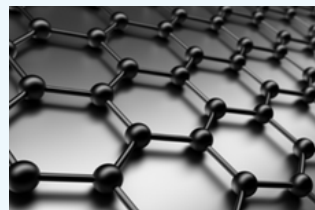
რეზერფორდის ცდის შედეგებმა გვიჩვენა, რომ ატომები არ წარმოადგენს მყარ ბურთულებს, როგორც ადრე ვარაუდობდნენ, ისინი შედგება ბირთვისა და ელექტრონებისაგან (სურათი 4). ატომის ბირთვის დიამეტრი თვით ატომის დიამეტრზე 100 000-ჯერ ნაკლებია, ამიტომ ალფა - ნაწილაკების დიდი ნაწილი ელექტრონებსა და ბირთვს შორის არსებულ სიცარიელეს შეუფერხებლად გადის.

გაიაზრებ-განიხილე-გააზიარე

რა იყო მიმდევრობით რამდენიმე ატომის მოდელის შემოთავაზების მიზეზი?

გამოიყენეთ მიღებული ცოდნა

1. გრაფენი ნახშირბადიდან მიღებული მასალაა. გრაფენიდან ერთი ატომის სისქის ფირფიტების დამზადება შესაძლებელია. იმის გათვალისწინებით, რომ ნახშირბადის ატომის დიამეტრი არის 0,15 ნმ, რამდენი ფირფიტის ერთმანეთზე დაწყობაა საჭირო 1,5 მ. სისქის მისაღებად?



2. ატომის დიამეტრი ბირთვის დიამეტრზე 100 000-ჯერ მეტია. ატომი და ბირთვი სფეროს ფორმისაა. სფეროს მოცულობა $V = \frac{\pi}{6} d^3$ ფორმულით გამოიხატება. რამდენჯერ აღემატება ატომის მოცულობა ბირთვის მოცულობას? (d სფეროს დიამეტრია)

შეამოწმეთ თქვენი ცოდნა

1. რა მოიაზრება ატომის ზომის ცნებაში?
2. რამდენჯერ აღემატება სისხლის წითელი უჯრედის დიამეტრი ატომის დიამეტრს?
3. როგორ მივიდა რეზერფორდი დასკვნამდე, რომ ატომის დიდი ნაწილი სიცარიელეა?

მეცნიერება, ტექნოლოგია და სიცოცხლე

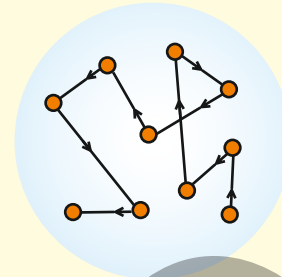
ნარმოიდგინეთ, რომ სტიქიური უბედურების შედეგად მთელი ჩვენი ცოდნა დაიკარგა. მაგრამ თქვენ გაქვთ შანსი გაუგზავნოთ შეტყობინება მომავალს. რა შეტყობინებას გაუგზავნიდით მომავლის ადამიანებს?

ამ კითხვას გასულ საუკუნეში მცხოვრებმა ცნობილმა ფიზიკოსმა, ნობელის პრემიის ლაურეატმა, რიჩარდ ფეინმანმა ასეთი პასუხი გასცა. "ნივთიერებები შედგება უწყვეტი ნაწილაკებისგან ატომებისგან, რომლებიც უწყვეტ მოძრაობაში იმყოფება, როცა ისინი ერთმანეთს დაშორდება, მათ შორის წარმოიქმნება მიზიდულობის ძალა, როცა მიუახლოვდება ერთმანეთს-უკუ ბიძგების ძალა." ფეინმანი თვლიდა, რომ ამ მოკლე წინადადებას, რომელშიც გამოსახულია ატომური თეორია, შეუძლია განმარტოს ბევრი ბუნებრივი მოვლენა.

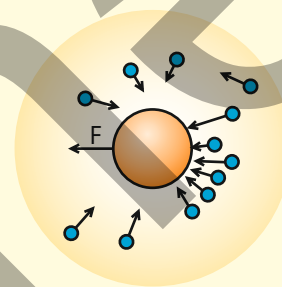
თუმცა ჰიპოთეზა, ატომების არსებობის შესახებ, ცნობილი გახდა ჯერ კიდევ 2500 წლის წინათ, მასზე დაკვირვება არ ხერხდებოდა. მეცნიერებმა ატომური თეორემა ჭეშმარიტად აღიარეს მხოლოდ მას შემდეგ, რაც მათ შეძლეს ირიბად აეხსნათ მრავალი მოვლენა. XX საუკუნის დასაწყისშიც კი იყვნენ მეცნიერები, რომლებიც არ აღიარებდნენ ატომურ თეორიას. მაგალითად, ერთ-ერთი ცნობილი ფიზიკოსი ერნსტ მახი ამბობდა, რომ არ სჯერა ატომების არსებობის, იმიტომ რომ არ უნახია თავისი თვალებით.

ატომური ჰიპოთეზა წარმატებით განმარტავს მრავალ ბუნებრივ მოვლენას. მრავალი მათგანი თქვენთვის ცნობილია. ასეთი ბუნებრივი მოვლენის მეორე მაგალითს წარმოადგენს ბროუნის მოძრაობა. ეს სახელი ეწოდა რობერტ ბროუნის პატივსაცემად, რომელმაც პირველმა აღნიშნა ეს მოვლენა. მიკროსკოპის ქვეშ, მტვრის ნაწილაკების სითხეში დაკვირვებისას ბრაუნმა შეამჩნია, რომ ისინი მოძრაობს ქაოტურად, ზიგზაგისებური ტრაექტორიით. დიდი ხნის მანძილზე მეცნიერები ვერ ხსნიდნენ ბროუნის მოძრაობის მიზეზს. ატომური ჰიპოთეზით ალბერტ აინშტაინმა განმარტა, ბროუნის მოძრაობის მიზეზი მტვრის ნაწილაკებზე სითხის სხვადასხვა მიმართულებიდან დარტყმებით გადახრით. ნებისმიერ მომენტში ერთი მხრიდან დარტყმამიღებული ნაწილაკების რაოდენობა მეორე მხარეზე მყოფებზე მეტია. შედეგად მტვრის ნაწილაკებზე მოქმედი ძალები არ წონასწორდება. რამდენადაც ტოლქმედი ძალების სიდიდე და მიმართულება მუდმივად იცვლება, მტვრის ნაწილაკები მოძრაობს მრუდწირული ტრაექტორიით.

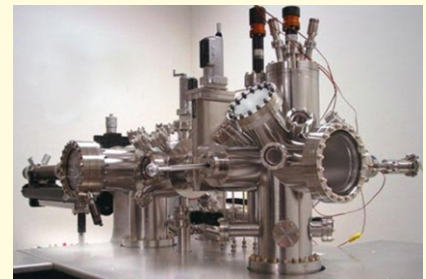
მას შემდეგ, რაც 1981 წელს შეიქმნა სკანირების გვირაბის მიკროსკოპი, შეძლეს მიეღოთ ატომური ნივთიერების მღვრიე გამოსახულება. ატომები, რომელთა არსებობასაც ვარაუდობდნენ ბერძენი ფილოსოფოსები 2500 წლის წინათ, უშუალოდ აღმოაჩინეს ტექნიკის განვითარების შედეგად.



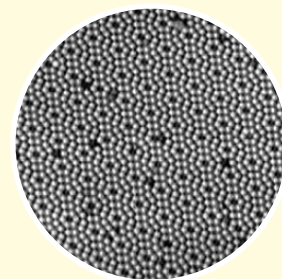
▲ ყვავილის მტვრის ტრაექტორია სითხეში



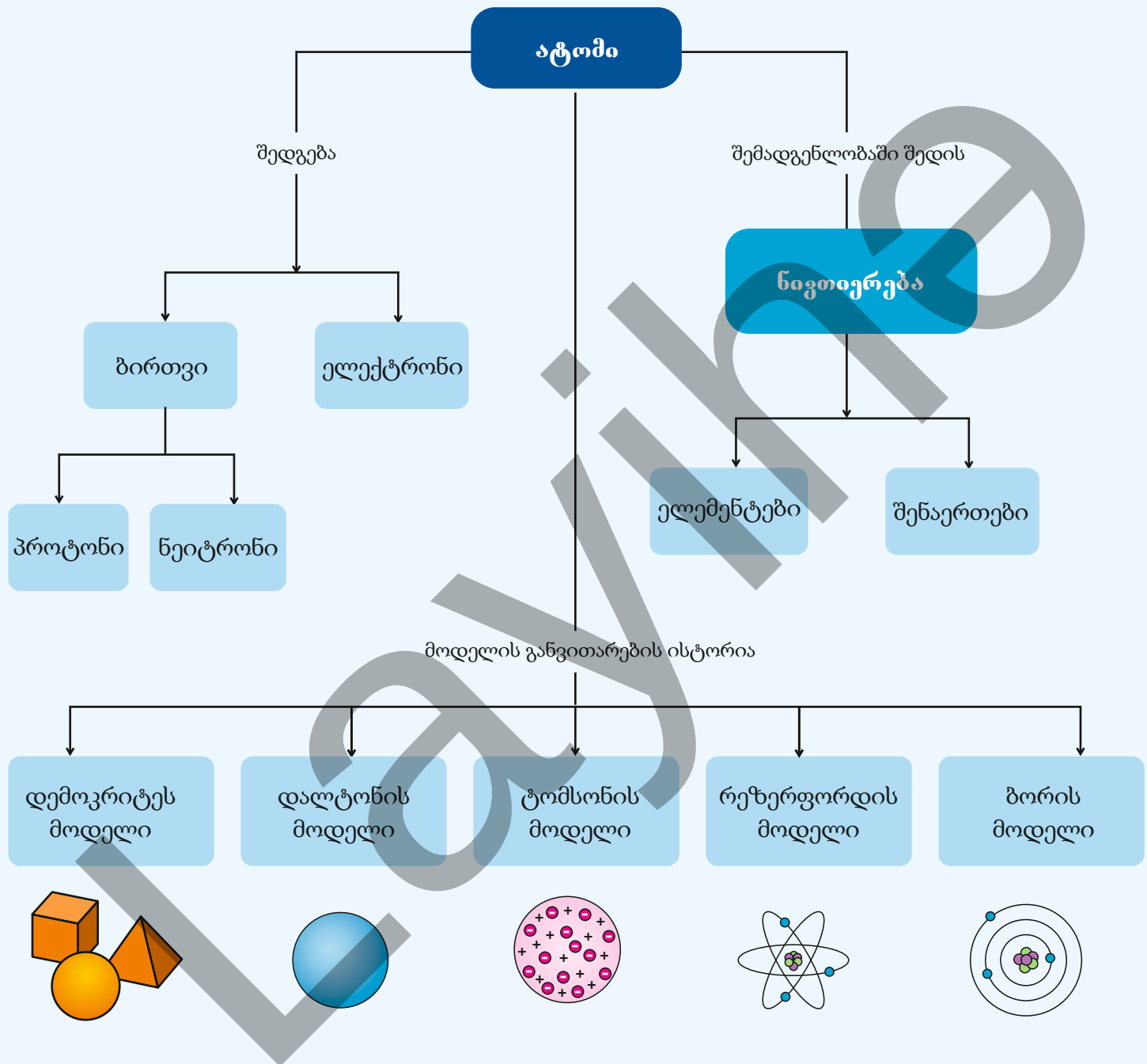
▲ ბროუნის მოძრაობა წარმოიქმნება ნაწილაკების მტვერთან შეჯახების შედეგად



▲ სკანირების გვირაბის მიკროსკოპი



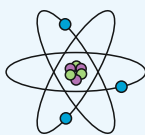
▲ გამოსახულება მიღებული გვირაბის მიკროსკოპის დახმარებით



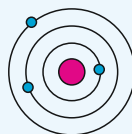
განმაზოგადებელი დაგალებები

1. დაადგინეთ შესაბამისობა:

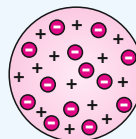
1. ტომსონის მოდელი
2. რეზერფორდის მოდელი
3. ბორის მოდელი



ა



ბ



გ

2. რას ისახავდა მიზნად რეზერფორდი ალფა-ნაწილაკებზე ცდის ჩატარებისას?

- ა) ბორის ატომის მოდელის სისწორის შემოწმებას
- ბ) ტომსონის ატომის მოდელის სისწორის შემოწმებას
- გ) რეზერფორდის ატომის მოდელის სისწორის შემოწმებას

3. ჩამოთვლილებიდან რომელს ეწოდება “ატომის პლანეტური მოდელი?”

- ა) ტომსონის მოდელს
- ბ) რეზერფორდის მოდელს
- გ) ბორის მოდელს
- დ) დალტონის მოდელს

4. ქვემოთ მოცემული მოსაზრებებიდან რომელი მიეკუთვნება ნილს ბორის ატომის მოდელს?

- ა) ატომის ცენტრში არის დადებითად დამუხტული ბირთვი. მის გარშემო ბრუნავენ უარყოფითად დამუხტული ელექტრონები.
- ბ) ატომები წვრილი განუყოფელი ნაწილაკებია.
- გ) ატომის შიგნით თანაბრად არის განაწილებული დადებითი და უარყოფითი მუხტები.
- დ) ელექტრონები ბრუნავენ ბირთვის გარშემო გარკვეულ რადიუსიან ორბიტაზე.

5. რა დასკვნები გაკეთდა რეზერფორდის ცდიდან?

1. ატომის შიგნით არსებობს სიცარიელე.
2. ატომი დადებითადაა დამუხტული.
3. ატომის მასის დიდი ნაწილი თავმოყრილია ატომის ცენტრში.
4. ატომს აქვს საკმაოდ მკვეთრი ფორმა, მასში არ არის ცარიელი სივრცე.

6. განსაზღვრეთ შესაბამისობა:

ა

ნეიტრალური

ბ

დადებითად დამუხტული

გ

უარყოფითად დამუხტული

1. ატომი
2. ელექტრონი
3. პროტონი
4. ნეიტრონი
5. ბირთვი

7. ჩამოთვლილთაგან რომლები შედის ბირთვის შემადგენლობაში?

ა) ელექტრონები ბ) პროტონები გ) ატომები დ) ნეიტრონები

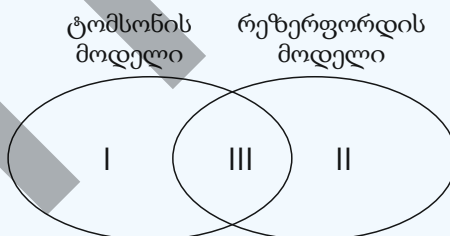
8. რომელი დაკვირვების საფუძველზე თავის ცდაში რეზერფორდი მივიდა დასკვნამდე, რომ ატომის მასის დიდი ნაწილი თავმოყრილია ბირთვში?

- ა) ალფა-ნაწილაკებს შეუძლიათ გავლა ოქროს ფირფიტაში
- ბ) ოქროს ფირფიტაში გამავალი ალფა-ნაწილაკები აიძულებენ რგოლის ზედაპირს იბრწყინონ
- გ) ზოგიერთი ალფა-ნაწილაკი აისხლიტა ოქროს ფირფიტიდან
- დ) არც ერთი ალფა-ნაწილაკი არ იცვლის მიმართულებას

9. რატომ გამოიყენა რეზერფორდმა თავის ცდაში რგოლი, რომლის ზედაპირი ბრწყინავდა ალფა-ნაწილაკების დარტყმისაგან?

10. აღნიშნეთ შესაბამისი პუნქტები ეილერ-ვენის დიაგრამაზე.

- 1. ატომის ცენტრში არის დადებითი ბირთვი, ხოლო ბირთვის გარშემო ბრუნავს უარყოფითად დამუხტული ელექტრონები.
- 2. ატომის ელექტრული მუხტი ნულის ტოლია.
- 3. ელექტრონები ბრუნავენ ბირთვის გარშემო თავისუფალ ორბიტაზე.
- 4. ნივთიერებები შედგებიან ატომებისაგან.
- 5. ელექტრონები და დადებითი მუხტები ნივთიერებაში თანაბრად იყოფა.



11. სურათზე გამოსახული ბაქტერია შეიძლება წარმოვიდგინოთ დაახლოებით ცილინდრის ფორმით. ამ ცილინდრის სიმაღლე 2 მკმ-ია, ხოლო ფუძის დიამეტრი - 0,5 მკმ.

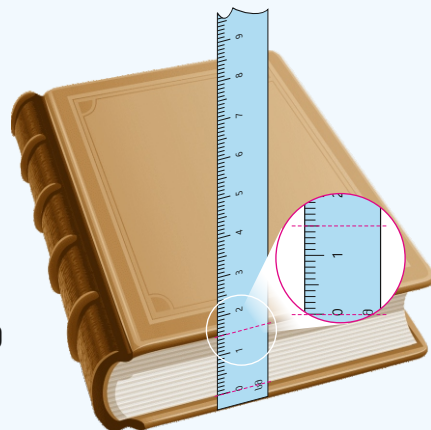
ფანქრის გრიფელის სიგრძე 15 სმ-ია, დიამეტრი-2 მმ. გამოთვალეთ გრიფელის სიგრძე და დიამეტრი რამდენჯერ აღემატება ბაქტერიის სიგრძესა და დიამეტრს.



12. ნახშირბადის ატომის დიამეტრი მიახლოებით 0,15 ნმ-ის ტოლია. ბუშტისებრი ბაქტერიის დიამეტრი 1,5 მკმ-ია. რამდენჯერ აღემატება ამ ბაქტერიის დიამეტრი ნახშირბადის ატომის დიამეტრს?

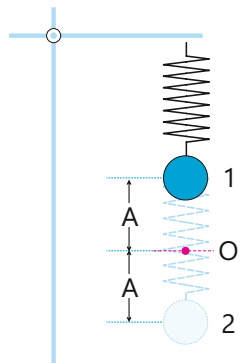
13. 200 გვერდიანი წიგნის სისქე 1,5 სმ-ია.

- ა) გამოთვალეს წიგნის ერთი გვერდის სისქე.
- ბ) შესაძლებელია სახაზავით გაიზომოს ფურცლის სისქე? დაასაბუთეთ თქვენი პასუხი.
- გ) ნახშირბადის რამდენი ატომის ერთმანეთზე დაწყობისას იქნება სიმაღლე წიგნის ერთი ფურცლის სიმაღლის ტოლი? ჩათვალეთ რომ ნახშირბადის ატომის დიამეტრი 0,15 ნმ-ია.



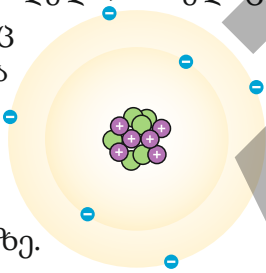
ლექსიკონი

ამპლიტუდა – უდიდესი დაშორება, რომელზეც გადაიხრება ქანქარის ტვირთი წონასწორობის მდგომარეობიდან რხევის დროს.



ატომი – ნებისმიერი ელემენტის უმცირესი ნაწილაკი.

ატომის ბორის მოდელი – მოდელი, რომელიც წარმოადგენს ატომს როგორც სისტემას, რომელიც შედგება დადებითი ბირთვისა და ელექტრონებისაგან, რომლებიც ბრუნავენ ბირთვის გარშემო გარკვეულ ორბიტაზე.



ატომის ზომა – ბირთვიდან უშორესი ელექტრონის ორბიტის დიამეტრია.

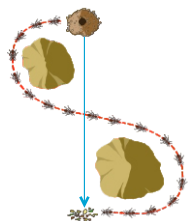
ატომის მოდელი – ატომის აგებულების გამოსახვისათვის გამოყენებული გამარტივებული მოდელია.

აჩქარება – სიდიდე, რომელიც ტოლია სიჩქარის ცვლილების, ამ ცვლილებაზე დახარჯულ დროსთან შეფარდებისა.

ბრუნვის პერიოდი – ერთ სრულ ბრუნზე დახარჯული დრო წრეწირზე თანაბარი მოძრაობისას.

ბრუნვის სიხშირე – დროის ერთეულში ბრუნვების რაოდენობა წრეწირზე თანაბარი მოძრაობისას.

გადაადგილება – მოძრაობის ტრაექტორიის საწყისი და ბოლო წერტილების შემაერთებული ვექტორია.

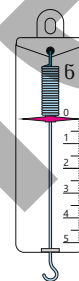


გადაადგილების სიჩქარე – გადაადგილების, ამ გადაადგილებაზე დახარჯულ დროსთან შეფარდების, ტოლი ვექტორული სიდიდეა.

გზა – ტრაექტორიის სიგრძეა.

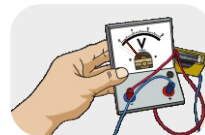
გზის სიჩქარე – გავლილი გზის, ამ გზის გავლაზე დახარჯულ დროსთან შეფარდების, ტოლი სკალარული სიდიდეა.

დინამომეტრი – ძალის საზომი ხელსაწყო.

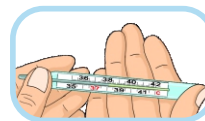


ვექტორული სიდიდეები – თან რიცხვითი მნიშვნელობის, თანაც მიმართულების მქონე სიდიდეებია.

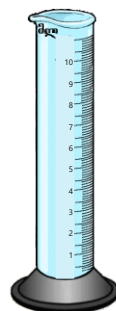
ვოლტმეტრი – ძაბვის საზომი ხელსაწყოა.



თერმომეტრი – ტემპერატურის საზომი ხელსაწყოა.



მენზურკა – მცირე ზომის მყარი სხეულებისა და სითხეების მოცულობის საზომი ხელსაწყოა.



მეცნიერული მეთოდი – ბუნების შესწავლის მეთოდი, რომელიც შედგება დაკვირვებისა და საკითხის დაყენების, ჰიპოთეზის, ცდისა და ინფორმაციის გაცვლისაგან.

მოდელი – ერთი პროცესის, მოვლენის ან სხეულის გამარტივებული გამოსახვა.

მოვლენა – ბუნებაში მომხდარი რაიმე ცვლილება.

მოძრაობა – დროის გასვლის კვალობაზე, სხეულის მდებარეობის ფარდობითი ცვლილება სხვა სხეულებთან მიმართებით.

პერიოდული მოძრაობა – დროის ტოლ შუალედებში განმეორებითი მოძრაობა.

პერიოდული რხევითი მოძრაობა – წონასწორობის მდგომარეობის გავლით პერიოდული მოძრაობა.

რხევითი მოძრაობა – წონასწორობის მდგომარეობის გავლით განმეორებითი მოძრაობა.

საზომი ლენტი – სიგრძის საზომი ხელსაწყო.



სასწორი – სხეულის მასის საზომი ხელსაწყო.



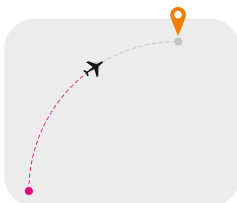
საშუალო სიჩქარე – გავლილი მთელი გზის ამ გზის გავლაზე დახარჯულ დროსთან შეფარდების ტოლი სიდიდე.

სკალარული სიდიდეები – მხოლოდ რიცხვითი მნიშვნელობის მქონე სიდიდეებია.

სპიდომეტრი – სიჩქარის საზომი ხელსაწყო.



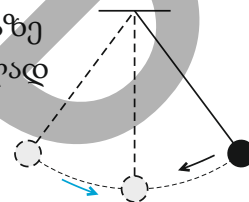
ტრაექტორია – ხაზი, რომელზეც მოძრაობს სხეული.



ფიზიკა – სახელი ბერძნულად “physis” (ბუნება) სიტყვისგანაა აღებული. ბუნების შემსწავლელი მეცნიერების დარგია.

ფიზიკური სიდიდე – სხეულის ან მოვლენის გაზომვით ან გამოთვლით განსაზღვრის თვისება.

ქანქარა – ძაფზე ან ზამბარაზე ჩამოკიდებული პერიოდულად მოძრავი ტვირთისაგან შემდგარი სისტემა.



ცდომილება – ხელსაწყოს უზუსტობისაგან წარმოქმნილი შეცდომა გაზომვაში.

წამმზომი – დროის საზომი ხელსაწყო.



წარმოებული ერთეულები – ძირითადი ერთეულების დახმარებით გამოსახული ერთეულებია.

წონასწორობის მდგომარეობა – ქანქარას უძრავი მდგომარეობა.



წრფივი არათანაბარი მოძრაობა – სხეულის მოძრაობა, რომელიც დროის თანაბარ შუალედებში წრფივად გადის სხვადასხვა მანძილს.

წრფივი თანაბარი მოძრაობა – სხეულის მოძრაობა, რომელიც დროის თანაბარ პერიოდში გაივლის თანაბარ მანძილს წრფეზე.

წრფივი მოძრაობა – სხეულის მოძრაობა, რომლის ტრაექტორიას წარმოადგენს წრფე.

