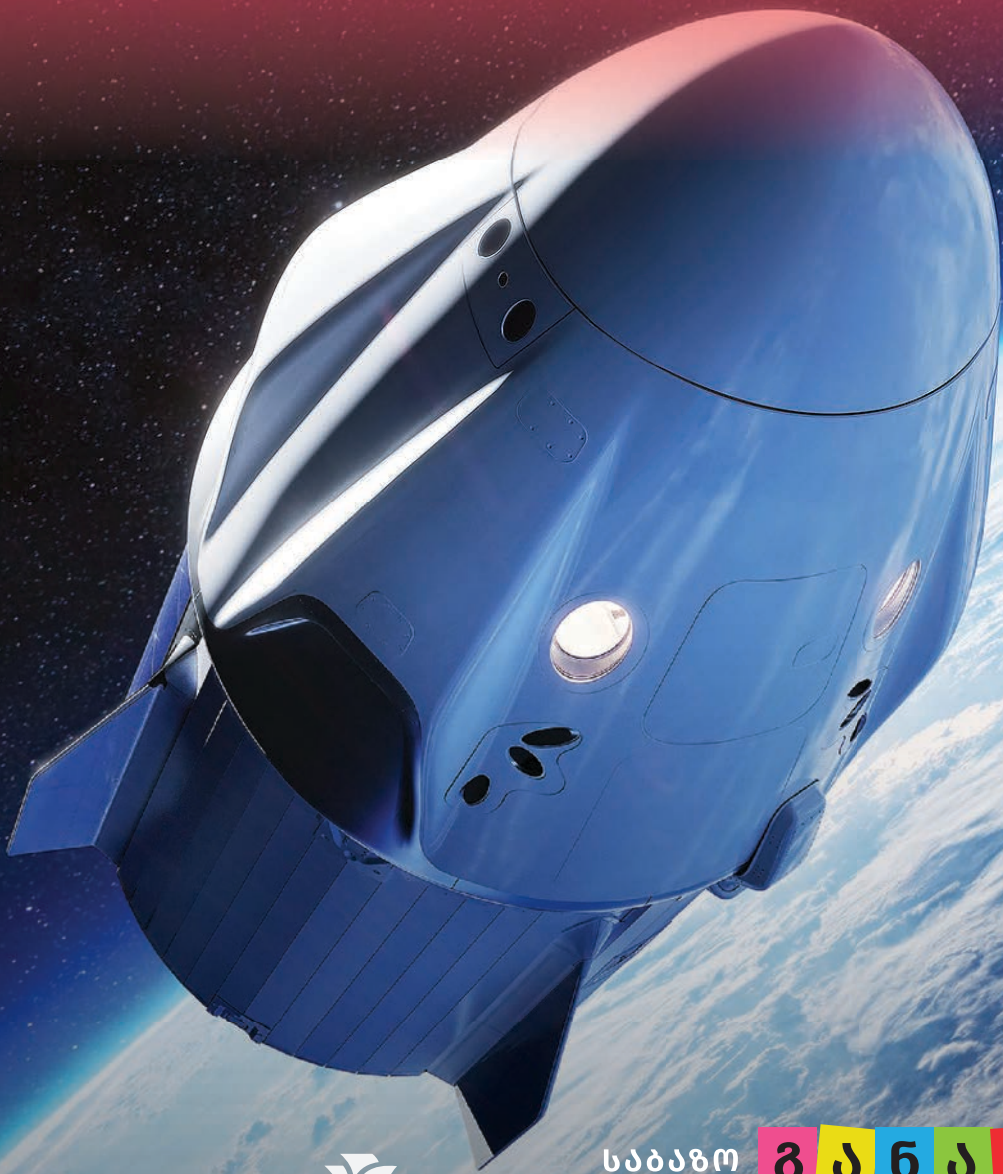


ფიზიკა

საერთაშორისო სკოლებისთვის

მოსწავლის წიგნი

9



საბაზო **გ ა ნ ა თ ჯ ე ბ ა**
სასწავლო რესურსები საუკეთესო შედეგებისთვის

ფიზიკა საერთაშორისო სკოლებისთვის 9

მოსწავლის წიგნი

მთარგმნელი და ადაპტაციის ავტორი ანა კინწურაშვილი

რედაქტორი ელენე ბერიაშვილი

დიზაინერები: ია მახათაძე, თინა ხუციშვილი

ტექნიკური დიზაინერი ლადო ლომსაძე

პირველი გამოცემა, 2024

© სულაკაურის გამომცემლობა, 2024

ყველა უფლება დაცულია.

შპს „სულაკაურის გამომცემლობა“

მისამართი: დავით აღმაშენებლის 150, თბილისი 0112

ტელ.: 291 09 54, 291 11 65

ელფოსტა: info@sulakauri.ge

ISBN 978-9941-37-579-8

Physics 9

Student's Book

© Pearson Education Limited 2019

This translation of **Physics 9** is published by arrangement with Pearson Education Limited.

The rights of Mark Levesley and Penny Johnson to be identified as authors of this work have been asserted by them in accordance with the Copyright, Designs and Patents Act 1988.

© Sulakauri Publishing, 2024

All rights reserved.

www.sulakauri.ge

სარჩევნი

გაეცანი მოსწავლის წიგნის სტრუქტურას

1.1	სხეულთა მოძრაობა	5	3.1	ფიზიკოსები	37
1.1	ძალები და გადაადგილება	6	3.1	ფიზიკურ სიდიდეთა ცვლილებები	38
1.2	მოძრავი სხეულების ენერგია	8	3.2	ველი	40
1.2	გემების მოძრაობა (STEM)	10	3.3	მიზეზ-შედეგობრივი კავშირები	42
1.3	სიჩქარე	12	3.4	დამოკიდებულებები ცვლადებს შორის	44
1.3	მოძრაობის განტოლებები და გრაფიკები	14	3.4	გრაფიკებში ასახული ინფორმაცია	46
1.4	ძალის მომენტი	16	3.5	მოდელირება	48
1.5	სხვა მექანიზმები	18	3.5	კომპიუტერული თამაშის დიზაინი (STEM)	50
1.5	ენერგიით მომარაგება	20	3.5	კვლევები ფიზიკაში	52
2.1	მისია მარსზე	21	4.1	გუნდურად მუშაობა	53
2.1	ძალის ველი	22	4.2	ყურები და თვალები	54
2.2	სტატიკური ელექტრობა	24	4.3	სწრაფად მოძრაობა	55
2.3	ელექტრული მოვლენები	26	4.4	ზღვრული სიჩქარე	56
2.3	მუშაობა ელექტრობასთან (STEM)	28			
2.4	წინაღობა	30		ლექსიკონი	57
2.4	რიცხვების დამრგვალება	32			
2.5	ელექტრო-მაგნეტიზმი	34			
2.5	ადამიანები კოსმოსში	36			

გაეცანი მოსწავლის წიგნის სტრუქტურას

2.1 ძალის ველი

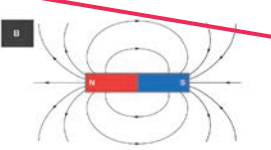

რომელი ძალების ველია ჩვენ ირგვლივ?

სამეცნიერო ფანტასტიკური ფანრის ფილმებში ხშირად აჩვენებენ ძალის ველს, როგორც ერთგვარ უზიარ კედელს. ძალის ველი ფიზიკაში განმარტდება, როგორც სფერულ საიდეო ბრტყელ-ბრტყელ ძალების მოქმედება. მათი შედეგები კარგად აღწერილია.

მაგნიტური ველი

მაგნიტის ირგვლივ არსებულ სივრცეს, რომლის ფარგლებშიც მას მაგნიტური სხეულების მსგავსი შედეგია, **მაგნიტური ველი** ეწოდება. მაგნიტი ორი ბოლო აქვს, რომელიც **დამბედილი** და **სამხრეთი** პოლუსები ეწოდება. ორი პოლუსის შორის პოლუსების მიმართული ძალიან ძლიერი პოლუსები ერთმანეთს განზიდვას. ხოლო ერთმანეთს დასაბრუნებელი პოლუსები ერთმანეთს მოიზიდვენ.

- 1 დაბედილი მაგნიტი ისეთი ველია, რომელიც ილუზორულია იქნება
 - ა. მაგნიტის ნაწილებს
 - ბ. მაგნიტის განზიდვას
- 2 აღწერილი იქნება, სადაც მაგნიტის მაგნიტური ველის მოქმედება
 - ა. ძალიან ძლიერია
 - ბ. ძალიან სუსტია
- 3 ახტანი, მაგნიტის წრფივად მიდის სრული სახელწოდება რატომ არის „წრფივად მიდის“ პოლუსი“?

გვერდის ნაკითხვის შემდეგ უნდა შეგეძლოს დასაწყისში დასმულ შეკითხვებზე პასუხის გაცემა.

გვერდის ყველაზე მნიშვნელოვანი სიტყვები გამოუქვებელია. მათ განმარტებებს ნახევ წიგნის ბოლოს დართულ ლექსიკონში.

შეკითხვები მოცემულია ყველა გვერდზე, ასე რომ, შეგიძლია, კითხვის პროცესშივე უპასუხო.

რუბრიკაში „ფაქტი“ მოგიტხრობთ განსახილველ საკითხთან დაკავშირებულ საინტერესო ამბებს.

რუბრიკა „შემიძლია“ გეხმარება მიღებული ცოდნის შეფასებაში. ყურადღებით ნაკითხე თითოეული წინადადება და დაფიქრდი, რამდენად მართებულია ისინი შენს შემთხვევაში.

- 3 ხატვის შედეგად რატომ ვადავიდლებთან ერთი ზედაპირთან წერტილზე მხოლოდ უარყოფითი მუხტები?
- 4 დააკვირე C ფოტოს.
 - ა. ახტანი, ხატვის შედეგად რატომ არის უარყოფითი პოლარიზაციის ღერის მილიანი მუხტები.
 - ბ. ახტანი, რატომ ვერაქვს ქაოქოსის ისეთი რაოდენობის დადებითი მუხტები რამდენი უარყოფითი მუხტების რაოდენობაა.
- 5 დააკვირე D ფოტოს. ახტანი, რა მოხდება ნაწილს, როდესაც ორი დამბედილი ღერო ერთმანეთთან ახლოს ჩამოკიდებს და
 - ა. ორივე ატეხტების ღეროა
 - ბ. ერთი ღერო ატეხტება, მეორე კი – პოლარიზდება.
- 6 დააკვირე E ფოტოს. ვერცხლის სფერო მაგნიტის ნაწილს, რომელიც ირგვლივ მუხტებს ელექტრონების ანარჩუნებს, ეს ვერცხლი ვერცხლის ველია. ახტანი, ვერცხლის ორი რატომ არის პოლუსი.

ფაქტი

ელვას მათი აქვს ადგილი, როდესაც დამბედილი სტატიკური ელექტრონების დიდ მუხტს ეხმარება. ღერისა და მისი შორის არსებული პოტენციული სხვაობა (მაგნი) შეიძლება ძალიან მაღალი იყოს, დაახლოებით 100 მილიონი ვოლტი.

მიზიდვა და განზიდვა

დადებითი მუხტების სხეულებმა ერთმანეთი სტატიკური ელექტრონების მუხტების შედეგად შორსდგან მოიზიდონ. ეს ძალა არცთუ ისე ძლიერია, ამიტომ ყოველდღიურად ამ ელექტრონულ ძალას ხელისუფლებით ვაძინებთ, მაგალითად, ისეთი სხეულებს დამბედილობა, როგორცაა ქაოქოსი, ქაოქოსი ან თმა (ხალხი D ფოტო). ორი დამბედილი სხეული ან მიზიდვას ერთმანეთს, ან განზიდვას. თუ მუხტები მიზიდვის ერთმანეთს (ორი დამბედილი დამბედილი ან ორი უარყოფითი დამბედილი), ისინი ერთმანეთს განზიდვას. თუ ორი სხეული საპირისპიროდ არის დამბედილები, ისინი ერთმანეთს მოიზიდვენ.

ელექტრული ველი

დამბედილი სხეული ირგვლივ არსებულ სივრცეს, სადაც ამ მუხტის მოქმედება ვრცელდება, **ელექტრული ველი** ეწოდება. ველი ელვარე ღეროა სხეულის მიმართული ფიქვთ გვერდებს უარყოფითი მუხტების მქონე ღერის ბოლოში ელექტრული ველის ნარმოადგენის ერთ-ერთი ვისა.

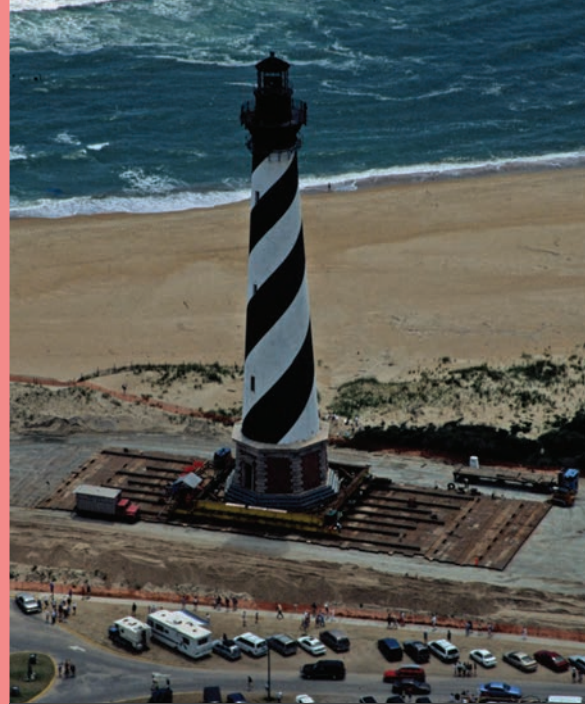
შემიძლია...

- ა. ახტანი, როგორ შეიძლება დამბედილი საინოლაციო მასალა ხატვის შედეგად
- ა. აღწერილი, როგორ უარიყოფითი მუხტები დამბედილი სხეულები
- ა. აღწერილი ელექტრული ველი

1.1 სხეულთა მოძრაობა

A ფოტოზე ნაჩვენებია, თუ როგორ გადააქვთ შუქურა ერთი ადგილიდან მეორეზე აშშ-ში. დიდი ნაგებობების გადასატანად თანამედროვე აღჭურვილობა და ტექნიკაა საჭირო. ხანდახან სატვირთო მანქანებით პატარა ზომის სახლებიც კი გადააქვთ.

ისეთი მანქანები, როგორმაც კეიპ ჰეტერას შუქურა გადაიტანა, მხოლოდ უახლოეს საუკუნეებში გამოიყენებოდა. მანამდე ნივთების აწევა და გადატანა მხოლოდ ადამიანისა და ცხოველების, ან ქარისა და მოძრავი წყლის ენერჯით იყო შესაძლებელი.



A | კეიპ ჰეტერას შუქურა ჩრდილოეთ კაროლინაში, აშშ-ში მდებარეობს და თითქმის 5 000 ტონას იწონის. სანაპირო ზოლის ეროზიის გამო 460 მ სიღრმეზე გადაიტანეს.



B | სტოუნჰენჯი სამხრეთ ინგლისში 4 000 წელზე მეტი ხნის წინ ააშენეს. ყველაზე დიდი ქვის მასა 50 ტონაა.

C | ჩვენთვის უცნობია, უძველესი ხალხები როგორ აშენებდნენ დიდ ნაგებობებს. ამ ფოტოზე ხედავთ სტუდენტებს, რომლებიც სტოუნჰენჯის შემადგენლობაში არსებული 50-ტონიანი ქვების შესაძლო გადაადგილებას შეისწავლიან.



1 დააკვირდი A ფოტოს. დაასახელე ის ძალები, რომლებიც შენობაზე მისი გადაადგილებისას მოქმედებენ და აღწერე მათი მოქმედების შედეგები.

2 დააკვირდი C ფოტოს. სტუდენტები ხახუნის შესამცირებლად ქვის ქვეშ ლილვაკებს ამაგრებენ, რომელსაც ექაჩებიან.

- ა. როგორ მოქმედებს ხახუნის ძალა სხეულთა მოძრაობაზე?
- ბ. აღწერე ორ ზედაპირს შორის აღძრული ხახუნის ძალის შემცირების ორი გზა ლილვაკებისა და ბორბლების გამოყენების გარეშე.

3 სტუდენტები ქვების გადასადგილებლად დიდ ენერჯიას იყენებენ.

- ა. საიდან იღებს ადამიანი ენერჯიას?
- ბ. სად წარმოიქმნება ენერჯია თავდაპირველად?
- გ. დახაზე გრაფიკი, რომელიც ენერჯიის თავდაპირველ წყაროსა და სტუდენტებს შორის ენერჯიის გადაცემის გზებს გვიჩვენებს.

1.1 ძალები და გადაადგილება

რა გავლენას ახდენენ ძალები სხეულებზე და რა შემთხვევაში იწვევენ მათ გადაადგილებას?

როდესაც დედამიწის ზედაპირიდან რაიმე სხეულის აწევა გვინდა, სხეულსა და ამ ზედაპირს შორის აღიძვრება **ხახუნის ძალა**, რომელიც მოძრაობას აძნელებს. ხახუნის ძალის შემცირება ლილვაკებისა და ბორბლების საშუალებითაა შესაძლებელი. თოვლიან ქვეყნებში ათასობით წლის განმავლობაში მარხილებს ტვირთის გადასატანად იყენებდნენ.

1

დააკვირდი A ფოტოს. რატომ გამოიყენებენ მარხილებს მხოლოდ მაშინ, როდესაც თოვლიანი ამინდია?

თუ მოძრავ მარხილზე მოქმედი წევის ძალა ხახუნის ძალას გაუტოლდება, ვიტყვით, რომ ძალები გათანაბრებულია. მარხილი მუდმივი სიჩქარით მოძრაობას განაგრძობს.



A | ამ მარხილს მორეების გადასაზიდად იყენებენ.



B | ამ ნალის ფორმას ცვლიან ისე, რომ ზუსტად მოერგოს ცხენის ჩლიქს.

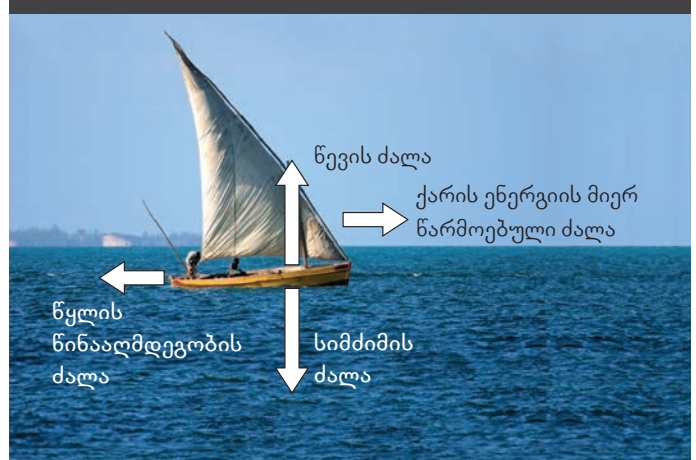
თუ მარხილს ცხენები დიდი ძალით სწევენ, მარხილზე მოქმედი ძალების სიდიდეები ვერ **დააკომპენსირებენ** ერთმანეთს. განსხვავებას პირდაპირი და უკუმიმართულებით მოქმედ ძალებს შორის **ტოლქმედ ძალას** უწოდებენ. ამ შემთხვევაში ძალების ტოლქმედის მიმართულება მოძრაობის მიმართულებას ემთხვევა და მარხილი **აჩქარებულად** მოძრაობას (სიჩქარე იზრდება) იწყებს. სიჩქარის ცვლილებასთან ერთად დაუბალანსებელ ძალებს შეუძლიათ მოძრაობის მიმართულების ცვლილების გამოწვევა და, ამავდროულად, იმ სხეულის ფორმის ცვლილებაც, რომელზეც ეს ძალებია მოდებული.

B ფოტოზე ნალის ფორმის შეცვლა ჩაქუჩის დარტყმითაა შესაძლებელი. ხანდახან ფორმის ცვლილება არც ისე თვალსაჩინოა. A ფოტოზე გამოსახული ცხენის ალკაზმულობის ტყავიც იჭიმება, როდესაც მარხილს ეზიდება. ისეთი სხეულებიც კი, როგორც ლითონის წვრილი მავთულებია, ოდნავ იჭიმება.

სტოუნჰენჯის ზოგიერთი ქვის წარმომავლობას პრესელს, სამხრეთ უელსს უკავშირებენ, რომელიც ამ ადგილიდან 250 კმ-ითაა დაშორებული. ბევრი არქეოლოგის აზრით, ეს ქვები მდინარეებსა და ზღვაზე ნავეებით გადმოიტანეს. ძველად ნავეებს ნიჩბებით მართავდნენ, თუმცა მოგვიანებით იალქნების დახმარებით ქარის ენერჯიას სასიკეთოდ იყენებდნენ.

წყალზე მოძრავ ნავეზე რამდენიმე ძალა ერთდროულად მოქმედებს.

C | მოძრავ ნავეზე მოქმედი ძალები. გრძელი ისრებით უფრო დიდი სიდიდის ძალებია აღნიშნული.



წყლის წინააღმდეგობა და **ჰაერის წინააღმდეგობა** ხახუნის ძალის კერძო შემთხვევებია. ეს ძალები **სითხეში** მოძრავი სხეულების შენელების გამომწვევე ერთ-ერთ მიზეზს წარმოადგენენ. წინააღმდეგობის ძალა სხეულის სიჩქარის მატების პარალელურად იზრდება, ვინაიდან ყოველ წამში სავალი ნაწილიდან სულ უფრო მეტი წყლის გამოდევნის აუცილებლობის საკითხი დგება.

სიჩქარის ზღვრული წერტილი

გემის ან სხვა სატრანსპორტო საშუალების მაქსიმალური სიჩქარე დამოკიდებულია მაქსიმალურ ძალაზე, რომელსაც მისი გადაადგილება შეუძლია და ასევე ხახუნისა და ყველა იმ საწინააღმდეგოდ მიმართულ ძალაზე, რომელსაც მისი შენელება შეუძლია. გემის სიჩქარის მატებასთან ერთად, წყლის წინააღმდეგობის ძალაც იზრდება. წყლის წინააღმდეგობის ძალაც ისეთივე დიდია, როგორც იალქნების მიერ ნაწარმოები ძალა და ეს ფაქტი იწვევს შედეგს – გემი აჩქარებით ვეღარ მოძრაობს. შესაბამისად, გამოგვაქვს დასკვნა, რომ ქარის ამ სიმძლავრისთვის გემმა მაქსიმალური სიჩქარე განავითარა.

ვარდნილი სხეულებიც ხასიათდებიან მაქსიმალური სიჩქარით. დაცემის დაწყების მომენტში სხეულზე ჰაერის წინააღმდეგობის ძალა არ მოქმედებს, რადგან ის ჯერ არ მოძრაობს. აჩქარებისას ჰაერის წინააღმდეგობა იზრდება მანამ, სანამ სხეულის წონას არ დააბალანსებს. ამ სიჩქარეს **ზღვრული სიჩქარე** ეწოდება. სიჩქარე ვექტორული სიდიდეა, მას კონკრეტული მიმართულება გააჩნია.

ფაქტი



E ქათი შარკი ერთ-ერთი ყველაზე სწრაფად მცურავი გემი იყო. მისი მაქსიმალური სიჩქარე 30 კმ/სთ-ს ოდნავ აღემატებოდა. ჩინეთიდან ამ გემის საშუალებით ჩაი ჩამოჰქონდათ და პირველი ჩაი, რომელიც ინგლისში ყოველწლიურად იმპორტირდებოდა, ძალიან ძვირი ღირდა.

2 დააკვირდი C ფოტოს. დაასახელე ძალა, რომელიც:

- ა. გამონწვეულია გრავიტაციით
- ბ. გვეხმარება ნავის გადაადგილებაში
- გ. ნავის სიჩქარის გაზრდის პარალელურად იზრდება.

3 C ფოტოზე გამოსახული ნავის წონა 2 000 ნ-ია. რას უდრის წვეის ძალა? განმარტე შენი პასუხი.

4 ახსენი, როგორ შეიცვლება ნავის სიჩქარე, თუ ქარი გაძლიერდება.

5 ახსენი, რატომ შემცირდება ნავის სიჩქარე, თუ ქარის სიჩქარე შემცირდება.

D | მფრინავს ზღვრული სიჩქარე გააჩნია მაშინ, როდესაც ჰაერის წინააღმდეგობა მისი წონის ტოლია.

6 ჩვეულებრივ სარბოლო მანქანას საოჯახო მანქანასთან შედარებით ბევრად დიდი სიჩქარის განვითარება შეუძლია. დაასახელე ამ ფაქტის გამომწვევი ორი მიზეზი.

7 დააკვირდი D ფოტოს.

- ა. როგორ შეიცვლება პარაშუტისტზე მოქმედი ჰაერის წინააღმდეგობა, თუ ის პარაშუტს გახსნის.
- ბ. ახსენი, როგორ შეიცვლება პარაშუტისტის სიჩქარე; რა ახალ, ზღვრულ სიჩქარეს მიაღწევს ის.

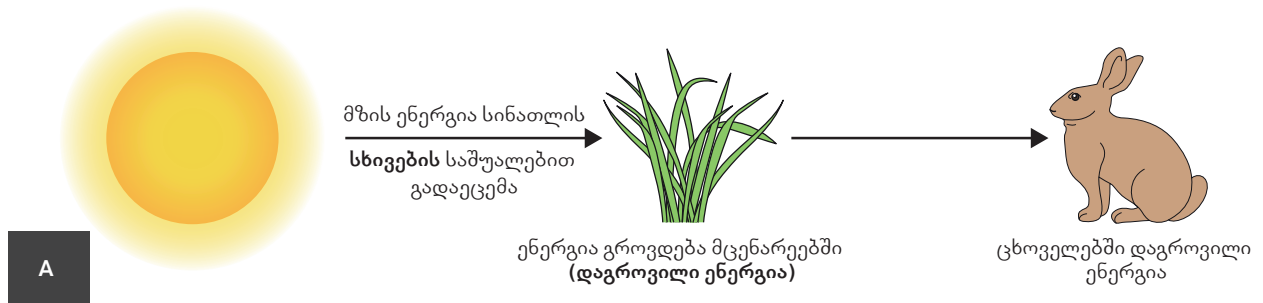
შემიძლია...

- დავასახელო სხვადასხვა სახის ძალები
- ავხსნა გათანაბრებული და არადაბალანსებული ძალების მოქმედების შედეგები
- ავხსნა, როგორ შეუძლიათ მოძრავ სხეულებს მაქსიმალური სიჩქარის განვითარება.

1.2 მოძრავი სხეულების ენერჯია

ენერჯიის რომელი წყაროები შეიძლება გამოვიყენოთ სხეულების გადასაადგილებლად?

ტრანსპორტირების პირვანდელი საშუალებები ტვირთის გადასატანად ცხოველების ძალას, ბორბლებიან მარხილებს ან ურმებს იყენებდნენ. ადამიანები და ცხოველები საჭირო ენერჯიას საკვებიდან იღებენ. საკვებში არსებული ენერჯიის წყარო კი მზეა. თანამედროვე სამყაროში მზის ენერჯიას პირდაპირი გზით ვიყენებთ წყლის გასათბობად თუ ელექტროენერჯიის სანარმოებლად.



გემების გადასაადგილებლად ნიჩბების ან ქარის ენერჯიას იყენებდნენ. ყველაფერი, რაც მოძრაობს, შეიცავს კინეტიკური ენერჯიის მარაგს.

- 1 ჩამოთვალე ნივთიერებების ან სხეულების სამი მაგალითი, რომლებიც ქიმიური ენერჯიის საწყობს წარმოადგენენ.
- 2 ახსენი, როგორ იყენებენ B ფოტოზე გამოსახული გემები მზის ენერჯიას.
- 3 დაასახელე ერთი ფაქტორი, რომელიც გავლენას ახდენს სხეულში დაგროვილი კინეტიკური ენერჯიის რაოდენობაზე.

სულ რაღაც 200 წლის წინ ტრანსპორტის ზოგიერთმა სახეობამ სანვაგად ქვანახშირში შენახული ენერჯიის გამოყენება დაიწყო. ქვანახშირი არის ნიალისეული საწვავი, რომელიც დედამიწის წიაღში მილიონობით წლის განმავლობაში მცენარეების ნარჩენებისგან წარმოიქმნება. ნიალისეული საწვავი ძალიან მოსახერხებელი გზაა დიდი რაოდენობის ენერჯიის შესანახად. მაგრამ ისინი არაგანახლებადი რესურსების კლასს წარმოადგენენ, რაც ნიშნავს იმას, რომ ერთ დღეს ამოიწურება. დღეს ტრანსპორტირებისათვის ნავთობსა და ბუნებრივ აირში შენახულ ენერჯიას ვიყენებთ. საწვავის წვის შედეგად გამოთავისუფლებული ენერჯია შეიძლება გავრცელდეს გამათბობელი სისტემის საშუალებით, რომელიც სამზარეულოებში და ჩვენი სახლების გასათბობად გამოიყენება.

- 4 ახსენი, როგორ გროვდება ქვანახშირში ის ენერჯია, რომლის პირველწყაროც მზეა.



ენერჯის სხვა მარაგები

ენერჯის მცირე რაოდენობით შენახვა საკიდებისა და ზამბარების საშუალებითაა შესაძლებელი. D ფოტოზე გამოსახული საათი ფუნქციონირებს საკიდების საშუალებით. ჯაჭვზე დამაგრებული საკიდები ნელ-ნელა მოქმედებენ და ენერჯიას საათს გადასცემენ. რაიმე სიმალღეზე მყოფი სხეულების ენერჯიას **გრავიტაციული პოტენციური ენერჯია** ეწოდება. ზოგი საათი **დრეკადობის პოტენციურ ენერჯიას (დაჭიმულობის ენერჯიას)** იყენებს, რომელიც ზამბარაში შენახული ენერჯიაა. დრეკად სხეულებს ენერჯიის შენახვა შეუძლია მაშინ, როდესაც **დეფორმირებულია**.

შიდა (ანუ სითბური) ენერჯია არის ენერჯია, რომელიც ნაწილაკების მოძრაობაში ინახება. ცხელ სხეულებს უფრო მეტი ენერჯია აქვს. ენერჯია თბოგადაცემის საშუალებით ცხელი სხეულებიდან შედარებით გრილ სხეულებში გადაინაცვლებს.

5

მშვილდოსანი ისრის სასროლად მშვილდს იყენებს.

- ა. როგორ ინახება ენერჯია ისრის გასროლამდე?
- ბ. რა ემართება აღნიშნულ ენერჯიას ისრის გასროლის შემდეგ?

6

- ა. მოიყვანე ნივთიერების ან სხეულის ორი მაგალითი, რომელიც გრავიტაციულ პოტენციურ ენერჯიას ინახავს.
- ბ. აღწერე ორი ფაქტორი, რომლებიც გავლენას ახდენენ სხეულში შენახული გრავიტაციული პოტენციური ენერჯიის რაოდენობაზე.



D | ქანქარანი საათი

ენერჯის გავრცელება

ბევრი თანამედროვე მოწყობილობა ფუნქციონირებისათვის ელექტროენერჯიას იყენებს. ელექტროენერჯის შენახვა შეუძლებელია, მაგრამ მისი წარმოება ისეთი **განახლებადი რესურსების** საშუალებითაა შესაძლებელი, როგორიცაა ქარი, მოძრავი წყალი ან მზის ენერჯია, ან არაგანახლებადი რესურსებისგან, როგორიცაა ნიაღისეული საწვავი ან **ბირთვული ენერჯია**.

ენერჯია არც წარმოიქმნება და არც ნადგურდება – ერთი სახის ენერჯია გარდაიქმნება მეორე სახის ენერჯიად. ეს **ენერჯიის მუდმივობის კანონის** სახელითაა ცნობილი. გადაცემული ენერჯია ყოველთვის სასარგებლოდ არ ვრცელდება. მარგი ქმედების კოეფიციენტი **სასარგებლოდ** დახარჯულ ენერჯიას ადარებს სრულად დახარჯულ ენერჯიას. „გაფლანგული“ ენერჯია ის ენერჯიაა, რომელიც გარემოში სითბოს ან **ბგერების** გზით ვრცელდება. ეს ენერჯია **იფანტება** (გარემოში ვრცელდება). რაც მაღალი ეფექტიანობისაა მოწყობილობა, მით ნაკლებ ენერჯიას მოიხმარს.

7

ჩამოთვალე სამი ენერგორესურსი, რომელიც

- ა. განახლებადია ბ. არაგანახლებადია

8

ძველად ორთქლის მანქანების ენერგოეფექტიანობა მხოლოდ რამდენიმე პროცენტს შეადგენდა.

- ა. ენერჯიის რა მარაგს იყენებდნენ ორთქლის ძრავები?
- ბ. ენერჯიის უმეტესი ნაწილი სასარგებლოდ იქნა გამოყენებული თუ ფუჭად? განმარტე შენი პასუხი.
- გ. დაასახელე ორი გზა, რომლითაც ენერჯია შეიძლება გავრცელდეს.

9

მამა საქანელაზე მჯდომ გოგონას დროდადრო უბიძგებს, რათა საქანელამ მოძრაობა დაიწყოს.

- ა. დახაზე ენერჯიის გადაცემის დიაგრამა (A დიაგრამის მსგავსი), რათა ამ პროცესში ენერჯიის გავრცელება გამოსახო.
- ბ. ასხენი, რატომ წყვეტს საქანელა მოძრაობას მას შემდეგ, რაც მამა წყვეტს შვილის დახმარებას.

ფაქტი

1 კგ ურანის ბირთვულ საწვავს 80 მილიონ ჯოულზე მეტი ენერჯიის გამოცემა შეუძლია. წვის პროცესში 1 კგ ბენზინი 46 მილიონ ჯოულ ენერჯიას გამოსცემს.

შემიძლია...

- გავიხსენო ენერჯიის გადაცემისა და გავრცელების გზები
- ავხსნა ენერჯიის მუდმივობის კანონი
- განვმარტო მარგი ქმედების კოეფიციენტი

1.2 გეგმების მოძრაობა

რა უნარებია საჭირო იმისთვის, რომ გემებმა დედამიწის გარშემო უსაფრთხოდ იმოგზაურონ?

მსოფლიოში ყველაზე დიდი გემები სატვირთო, კონტეინერების გადამზიდი 400 მ სიგრძის გემებია, რომლებსაც 40 კმ/სთ-ზე ოდნავ მეტი სიჩქარის განვითარება შეუძლიათ. ეს გემები ყოველწლიურად 10 მილიარდ ტონაზე მეტი ტვირთის გადაზიდვას ასრულებენ.

მოვალეობები გემზე

ადამიანებს, რომლებიც ბორტზე ტექნიკურ სამუშაოებს ატარებენ მართავენ გემს ან სხვა გემების მოძრაობას აკვირდებიან, შტურმანები ეწოდებიან. ისინი მათემატიკას და საბუნებისმეტყველო მეცნიერებებს კარგად უნდა ფლობდნენ და ზღვაში გასვლამდე მოკლე სასწავლო კურსის გავლის ვალდებულებაც აკისრიათ.

გემბანის ოფიცრები პასუხისმგებელი არიან გემის გადაადგილებაზე. ისინი მარშრუტს ირჩევენ, გადაწყვეტილებებს იღებენ უსაფრთხოების შესახებ. გემბანის ოფიცრები საზღვაო ინჟინერიას ან საზღვაო ტრენინგებს კოლეჯში ან უნივერსიტეტში გადიან. პრაქტიკულ ტრენინგებს კი ზღვაზე აგრძელებენ, რათა მათი კვალიფიკაცია საერთაშორისოდ იქნეს აღიარებული. მათ კარგად უნდა ჰქონდეთ განვითარებული კომუნიკაციისა და გუნდურად მუშაობის უნარები და სრულყოფილად ფლობდნენ ინგლისურ ენას.

გემებზე მომუშავე ინჟინრები პასუხისმგებლობას იღებენ ძრავებისა და სხვა მანქანა-დანადგარების მუშაობის ხარისხზე. ამ სპეციალისტებს საზღვაო ან მექანიკური ინჟინრის კვალიფიკაცია ესაჭიროებათ.



A | პანამის არხი კვეთს ცენტრალურ ამერიკას და ატლანტისა და წყნარ ოკეანეებს აკავშირებს.



B | გემბანის ოფიცრები შეჯახებების თავიდან ასაცილებლად, ნავიგაციისათვის რადარსა და სხვა ტექნოლოგიებს იყენებენ.

1 შენი აზრით, რატომ სჭირდებათ გემბანის ოფიცრებს:

- ა. ინგლისური ენის ცოდნა
- ბ. მათემატიკისა და ფიზიკის ცოდნა
- გ. კარგი მხედველობა

2 ასენი, რატომ სჭირდებათ გემბანის ოფიცრებს მეტეოროლოგიისა (ამინდის) და ზღვის დინებების შესწავლა, როგორც მომზადების აუცილებელი ნაწილი.

3 დაასაბუთე, რატომაა აუცილებელი, რომ გემბანის ოფიცრის კვალიფიკაცია საერთაშორისოდ იყოს აღიარებული.

ეფექტიანი გემები

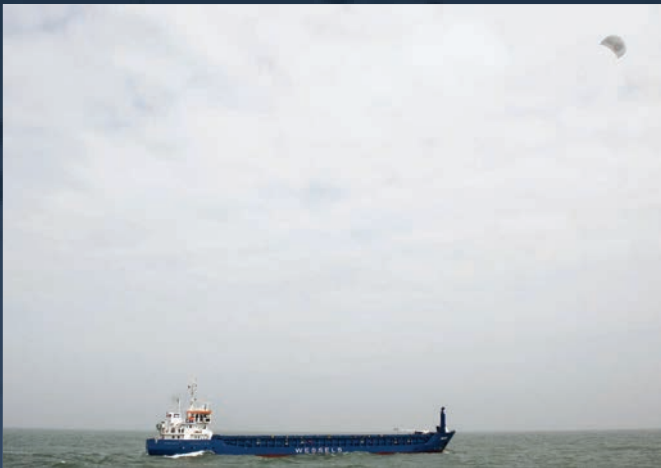
ტვირთის გემით ტრანსპორტირება ბევრად უფრო ეფექტიანია, ვიდრე თვითმფრინავით ან სატვირთო მანქანებით, მაგრამ გემების მიერ გამოწვეული დაბინძურების ხარისხიც დიდია. დიდი ზომის გემების უმეტესობა ძრავების სიმძლავრის გასაზრდელად ზეთს იყენებს. ზეთის წვა ატმოსფეროში ნახშირორჟანგის მატებას იწვევს და ამავდროულად სხვა დამაბინძურებლებსაც წარმოქმნის. ზღვაში ნავთობის დაღვრა წყალს აბინძურებს და ველურ ბუნებას ანადგურებს.

4

ახსენი, შენი აზრით, მთელ მსოფლიოში რატომ ხდება დიდი რაოდენობის ტვირთის გადაზიდვა თვითმფრინავით მაშინ, როცა ტრანზიტისთვის გემების გამოყენება უფრო ეფექტიანია.

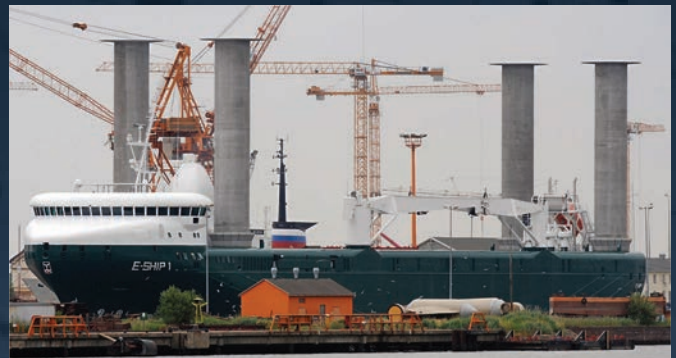


C | გამონაბოლქვი, რომელიც წიაღისეული ნავთობის წვის შედეგად წარმოიქმნება.



E | ფრანი წინ გამწვევ ძალას გამოიმუშავებს, ამიტომ ნაკლები სიმძლავრის ძრავაა საჭირო.

ზოგიერთი საზღვაო ინჟინერი მუშაობს გემების მშენებლობისა და ძრავების განვითარების მიმართულებით, მათ შორის გემებიდან ნახშირორჟანგის გამონაბოლქვის შემცირების გზების ძიებაზე. D და E ფოტოებზე გამოსახული გემების მუშაობის პრინციპი მოიაზრებს ქარის ენერჯის გამოყენებით ინოვაციური გზების დანერგვას. საზღვაო ინჟინრები აანალიზებენ და აფასებენ პოტენციურ გადაწყვეტილებებს. დასკვნას კი თითოეული შესაძლო გადაწყვეტილების დადებითი და უარყოფითი მხარეების ჩამოწერითა და შედარების გზით ახერხებს.



D | ამ სომალდზე ოთხი მბრუნავი ძრავას მუშაობა არის მიზნები გემის წინა მიმართულებით მოძრაობისა მაშინ, როდესაც ქარი ერთი მიმართულებიდან ქრის.

5

ახსენი, D და E ფოტოებზე გამოსახულ გემებს რატომ სჭირდებათ ჩვეულებრივი ძრავებიც.

6

ზოგი გემი და წყალქვეშა ნავი ენერჯის წყაროდ ატომურ რეაქტორებს იყენებს და ნახშირორჟანგს არ გამოყოფს. დააფიქსირე შენი აზრი:

- ა. წყალქვეშა ნავისათვის რატომ არის სასარგებლო ბირთვული ენერჯის გამოყენება
- ბ. რატომ არ იყენებენ სატვირთო გემები ბირთვულ ენერჯიას.

აქტივობა

სამი განსხვავებული სისტემა, რომელსაც სატვირთო გემებიდან ნახშირორჟანგის გამონაბოლქვის შემცირება შეუძლია, არის: მბრუნავი ძრავები, ფრანები და მზის ელემენტები, რომლებსაც ელექტროძრავებში იყენებენ.

1. შეაფასე თითოეული იდეა. შესაძლებელია შენი შეფასება ითვალისწინებდეს შემდეგ პუნქტებს:
 - რა ბიუჯეტი დასჭირდება გემზე კონკრეტული აღჭურვილობის დამონტაჟებას.
 - რა გავლენას მოახდენს ამინდი კონკრეტული ძრავას მუშაობაზე.

შენი შეფასებები წარმოადგინე ცხრილის სახით, აჩვენე მათი დადებითი და უარყოფითი მხარეები.

2. გადამზიდი კომპანია იყენებს მცირე ზომის სატვირთო გემებს, რომლებსაც ბალტიის ზღვის პორტებში ტვირთი გადააქვთ. მოიფიქრე, რომელი სისტემა იქნება ოპტიმალური ამ გემების მუშაობისთვის.

1.3 სიჩქარე

როგორ გამოვთვალოთ სხეულის სიჩქარე?

სიჩქარეა დამოკიდებული, თუ რამდენად დიდ მანძილს გავივლით გარკვეულ დროში. დრო შესაძლოა გამოსახული იყოს წამებში (წმ), წუთებში (წთ), საათებსა (სთ) და უფრო დიდ ერთეულებშიც.

სიჩქარის გამოსათვლელად აუცილებელია მანძილისა და დროის სიდიდეების ცოდნა. სიჩქარის ერთეული დამოკიდებულია დანარჩენი ორი სიდიდის ერთეულებზე. მაგალითად, თუ მანქანა 4 საათში 200 კილომეტრს გადის, შესაბამისი სიჩქარის ერთეული იქნება **კილომეტრი საათში** (კმ/სთ). სიჩქარის სხვა, ხშირად გამოყენებადი ერთეულებია **მეტრი წამში** (მ/წმ) და **მილი საათში** (მილი/სთ).

$$\text{სიჩქარე} = \frac{\text{მანძილი}}{\text{დრო}}$$

ბევრი მოძრავი სხეულის მოძრაობა არ შეიძლება აღინეროს, როგორც წრფივი თანაბარი მოძრაობა. მაგალითად, მანქანები სწრაფად მოძრაობენ მაგისტრალებზე, ვიდრე დასახლებულ პუნქტებში, მათ გზაჯვარედინებზე მოძრაობის შენელება უნევთ. მოძრაობის **საშუალო სიჩქარე** არის მთლიანი გავლილი მანძილის შეფარდება იმ დროსთან, რაც სრულად დახარჯეს ამ გზის გასავლელად.

1 ყოველწლიურად სიმაღლეში ოდნავ იზრდებით. სიჩქარის რომელ ერთეულს გამოიყენებ ზრდის შესაფასებლად?

2 ცხენი და მხედარი 9 საათში 54 კმ მანძილს გადიან.
ა. გამოთვალე საშუალო სიჩქარე
ბ. ასხენი, მგზავრობის პროცესში დაფიქსირებული შესაძლო მაქსიმალური სიჩქარე რატომ იქნება აუცილებლად მეტი, ვიდრე ა პუნქტში გამოთვლილი საშუალო სიჩქარეა.

3 ყველაზე სწრაფ ადამიანს 44 კმ/სთ სიჩქარით სირბილი შეუძლია. ეს სიჩქარე გამოსახე მ/წმ-ში.



A | შანხაის მაგნიტური ლევიტაციის მატარებელი 430 კმ/სთ სიჩქარით მოძრაობს.

სიჩქარის მ/წმ-დან კმ/სთ-ში გადასაყვანად მოცემული სიდიდე უნდა გავყოთ 1000-ზე ($1000\text{მ} = 1\text{კმ}$), შემდეგ კი გავამრავლოთ 3600-ზე ($3600\text{წმ} = 1\text{სთ}$).

სიჩქარის კმ/სთ-დან მ/წმ-ში გადასაყვანად მოცემული სიდიდე გავამრავლეთ 1000-ზე და გავყავით 3600-ზე.

მაგალითი

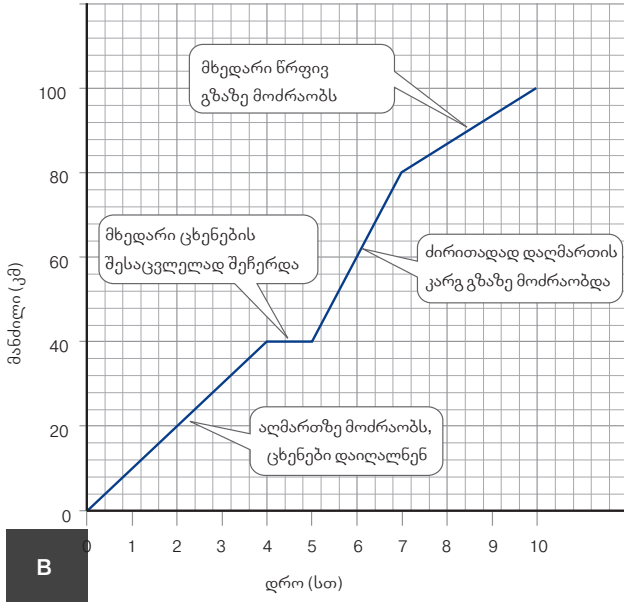
$$50 \text{ კმ/სთ} = 50 \times \frac{1000}{3600} = 13,9 \text{ მ/წმ}$$

მანძილის დროზე დამოკიდებულების გრაფიკი

მანძილის დროზე დამოკიდებულების გრაფიკის გამოყენებით შეგიძლია მარტივად აჩვენო, რამდენად სწრაფად მოძრაობს სხეული. მას ხშირად გადაადგილების გრაფიკაც უწოდებენ. **გადაადგილება** არის უახლოესი მანძილი სხეულის საწყის და საბოლოო მდებარეობებს შორის. B გრაფიკი (მომდევნო გვერდზე) გვიჩვენებს ცხენისა და მხედრის მოძრაობას.

გრაფიკის ციცაბო მონაკვეთი გვიჩვენებს, რომ სხეული მაღალი სიჩქარით გადაადგილდებოდა. ნაკლებად დახრილი ნაწილი იმის მანიშნებელია, რომ სხეული დაბალი სიჩქარით მოძრაობდა. დროის ხაზის პარალელური მონაკვეთი ანუ ჰორიზონტალური ნაწილი ნიშნავს, რომ დროის ამ შუალედში სხეული არ მოძრაობდა.

მხედრის მოძრაობის შესაბამისი მანძილის დროზე დამოკიდებულების გრაფიკი



C | ეს ადამიანი მატარებლის მოძრაობასთან შედარებით ნელა მოძრაობს, თუმცა დედამიწის მიმართ შესაძლოა 50 მ/წმ-მდე სიჩქარით გადაადგილდებოდეს.

D | ნავის გადაადგილება დამოკიდებულია ნავის სიჩქარესა და წყლის დინების სიჩქარეზე.



- 4** დააკვირდი B გრაფიკს.
- რა მანძილი გაიარა მხედარმა?
 - რამდენ ხანს შეჩერდნენ, როდესაც ცხენები გამოცვალეს?
 - მოგზაურობის რომელ ნაწილში მოძრაობდა მხედარი ყველაზე სწრაფად?

5 გამოთვალე მხედრის მოძრაობის სიჩქარე მოგზაურობის პირველი 4 საათის განმავლობაში.

6 დახაზე მანძილის დროზე დამოკიდებულების გრაფიკი, რომელიც ასახავს შენს გადაადგილებას სახლიდან სკოლამდე.

ფარდობითი სიჩქარე

როდესაც ვამბობთ, თუ რამდენად სწრაფად შეგვიძლია სიარული ან სირბილი, ვსაუბრობთ სიჩქარეზე, რომელსაც დედამიწის ზედაპირის მიმართ განვიხილავთ. თუმცა თუ მატარებლის გასწვრივ სეირნობ ფეხით 2 მ/წმ სიჩქარით, ხოლო მატარებლის სიჩქარე 50 მ/წმ-ია, მატარებლის ათვლის სისტემაში შენი სიჩქარე დედამიწის მიმართ 52 მ/წმ-ის ტოლია. ხოლო სანინალმდეგოდ სეირნობისას – 48 მ/წმ-ია. თუ ორი მატარებელი შემხვედრი მიმართულებით მოძრაობს და თითოეულის სიჩქარე 100 კმ/სთ-ია, ისინი ერთმანეთის მიმართ 200 კმ/სთ სიჩქარით მოძრაობენ.

ფაქტი

თუ ახლა ზიხარ ან დგახარ და ისე კითხულობ ამ ინფორმაციას, შენი სიჩქარე დედამიწის ზედაპირის მიმართ ნულის ტოლია. მაგრამ ამავდროულად, შენ დაახლოებით 108 000 კმ/სთ სიჩქარით მოძრაობ მზის მიმართ.

- 7**
- D ფოტოზე გამოსაული ნავი რა სიჩქარით მოძრაობს მდინარის მიმართ?
 - რა შეგიძლია თქვა იმავე სიდიდეზე, თუ, ფოტოსგან განსხვავებით, მოძრაობა მდინარის დინების სანინალმდეგოდაა მიმართული?

შემიძლია...

- დავახასიათო სიჩქარისა და საშუალო სიჩქარის მნიშვნელობები
- გამოვიყენო ფორმულა, რომელიც სიჩქარის, დროისა და მანძილის ურთიერთდამოკიდებულებას გვიჩვენებს
- აღვწერო სხეულთა გადაადგილება მანძილის დროზე დამოკიდებულების გრაფიკის დახმარებით

1.3 მოძრაობის განტოლებები და გრაფიკები

როგორ ავაგოთ მანძილის დროზე დამოკიდებულების გრაფიკი და როგორ დავახასიათოთ ის?

მანძილისა და დროის გამოთვლა

ჩარჩოში მოცემულია ინფორმაცია სამინას ველომოგზაურობის შესახებ. ამ ინფორმაციაზე დაყრდნობით მანძილის დროზე დამოკიდებულების გრაფიკის აგება შეგვიძლია.



სამინა ნახევარი საათის განმავლობაში 16 კმ/სთ სიჩქარით მოძრაობდა, შემდეგი ნახევარი საათი 8 კმ/სთ-ით იარა. ბოლო 6 კმ კი 24 კმ/სთ სიჩქარით დაფარა.

მოგზაურობის თითოეული შუალედისთვის აუცილებელია დავადგინოთ გავლილი მანძილის მნიშვნელობა და ამ მანძილის დასაფარად დახარჯული დრო. სიჩქარის გამოსათვლელი ფორმულიდან გამომდინარეობს შემდეგი ფორმულები:

$$\text{მანძილი} = \text{სიჩქარე} \times \text{დრო} \quad \text{დრო} = \frac{\text{მანძილი}}{\text{სიჩქარე}}$$

- 1 გამოთვალე სამინას მიერ გავლილი მანძილი დროის მეორე შუალედისათვის.
- 2 გამოთვალე, რა დრო დასჭირდა სამინას მოგზაურობის ბოლო მონაკვეთის დასაფარად.
- 3 გამოიყენე 1 და 2 კითხვებზე მიღებული პასუხები და ააგე მანძილის დროზე დამოკიდებულების გრაფიკი, რომელიც სამინას მოძრაობას აღწერს. Y ღერძზე მაქსიმუმ 20 კმ-ის, ხოლო X-ღერძზე 1,5 სთ-ის მონიშვნა მოგიწევთ.

მაგალითი

რა მანძილი გაიარა სამინამ პირველ ნახევარ საათში?

$$\begin{aligned} \text{მანძილი} &= \text{სიჩქარე} \times \text{დრო} \\ &= 16 \text{ კმ/სთ} \times 0,5 \text{ სთ} \\ &= 8 \text{ კმ} \end{aligned}$$

გრადიენტის გამოთვლა

მოძრაობის სხვადასხვა წერტილში სხეულის მიერ განვითარებული სიჩქარეების შესადარებლად მარტივი გზაა მანძილის დროზე დამოკიდებულების გრაფიკზე დაკვირვება.

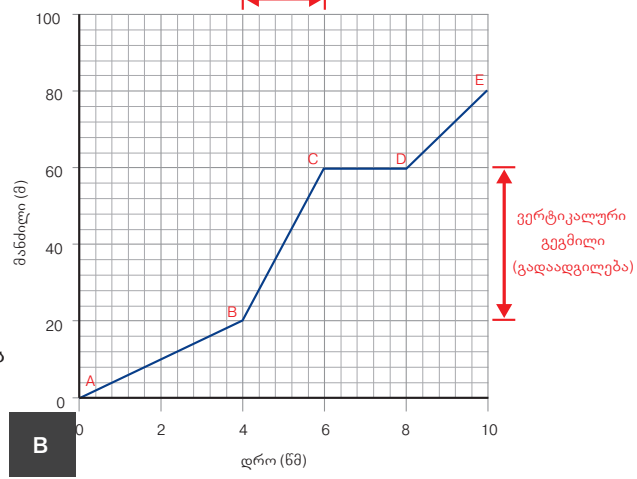
ამ გრაფიკიდან გამომდინარე სიჩქარის გამოთვლაც შეგვიძლია. წრფის **გრადიენტი** არის სიდიდე, რომელიც წრფის დახრილობას რიცხვებში გამოხატავს. რაც უფრო დიდია გრადიენტის მნიშვნელობა, მით უფრო დახრილია მონაკვეთი.

მაგალითად, B გრაფიკის გრადიენტი არის სიდიდე, რომელიც ასახავს 1 წამში გავლილი მანძილის მნიშვნელობას.

$$\text{გრადიენტი} = \frac{\text{ვერტიკალური გეგმილი}}{\text{ჰორიზონტალური გეგმილი}}$$

↖ გვიჩვენებს მანძილს
↘ გვიჩვენებს დროს

სათამაშო მანქანის მიერ გავლილი მანძილის დროზე დამოკიდებულების გრაფიკი
ჰორიზონტალური გეგმილი (დროის სხვაობა)



შესაბამისად, გოლობა გვიჩვენებს, როგორ გამოთვალეთ სხეულის მიერ ყოველ წამში გავლილი მანძილი

იზუზაკვი მეცნიერით



C | ამ რადიოკონტროლირებად მანქანებს 5 წამში დაახლოებით 100 მ მანძილის გავლა შეუძლია.

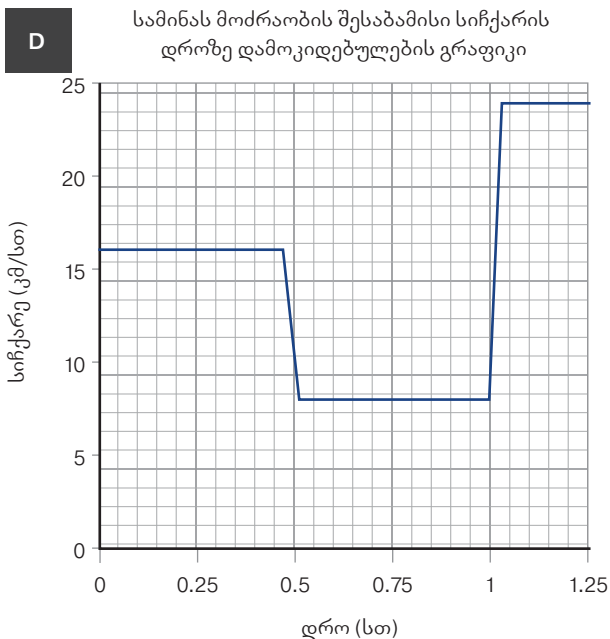
4

გამოთვალე B გრაფიკის შემდეგი მონაკვეთების გრადიენტი:

ა. A – B ბ. D – E

სიჩქარის დროზე დამოკიდებულების გრაფიკი

სიჩქარის დროზე დამოკიდებულების გრაფიკის დახმარებით შეგვიძლია მარტივად ვაჩვენოთ, რამდენად სწრაფად მოძრაობს სხეული. D გრაფიკი სამინას მოძრაობას აღწერს. ჰორიზონტალური მონაკვეთები იმის მანიშნებელია, თუ სად მოძრაობდა ის მუდმივი სიჩქარით. დახრილი მონაკვეთები კი გვჩვენებს, თუ სად იზრდება მისი სიჩქარე (აჩქარებულობა).



მაგალითი

B გრაფიკი აღწერს რადიოკონტროლირებადი მანქანების მოძრაობას. მონაკვეთის გრადიენტის გამოყენებით გამოთვალე მანქანის სიჩქარე B და C წერტილებს შორის.

$$\begin{aligned} \text{ვერტიკალური გეგმილი (მანძილი)} &= 60 \text{ მ} - 20 \text{ მ} \\ &= 40 \text{ მ} \end{aligned}$$

ამოხსნა დაიწყეთ მოცემული მონაკვეთის ბოლო წერტილიდან და მოძინიშნით ამ წერტილის კოორდინატი ვერტიკალურ ღერძზე, შემდეგ კი მონაკვეთის საწყისი წერტილის ანალოგიური მაჩვენებელი დაავიქსირით და პირველ სიდიდეს გამოვაკლოთ მეორე.

$$\begin{aligned} \text{ჰორიზონტალური გეგმილი (დრო)} &= 6 \text{ წმ} - 4 \text{ წმ} \\ &= 2 \text{ წმ} \end{aligned}$$

იპოვე მოცემული მონაკვეთის ბოლო წერტილის მნიშვნელობა ჰორიზონტალურ, აბსცისათა ღერძზე. შემდეგ კი მონაკვეთის სათავეს ანალოგიური მაჩვენებელი. ბოლოს ვიპოვოთ პირველი და მეორე მნიშვნელობების სხვაობა.

$$\begin{aligned} \text{გრადიენტი} &= \frac{40 \text{ მ}}{2 \text{ წმ}} \\ &= 20 \text{ მ/წმ} \end{aligned}$$

დაიმახსოვრე, რომ სიჩქარის ერთეულის რაობა დამოკიდებულია მანძილისა და დროის ერთეულებზე.

5

დააკვირდი D ფოტოს. სამინა დროის რომელ მომენტში

ა. იწყებს სწრაფად მოძრაობას?

ბ. იწყებს სიჩქარის შემცირებას?

6

დახაზე მანქანის მოძრაობის შესაბამისი სიჩქარის დროზე დამოკიდებულების გრაფიკი. Y ღერძზე მაქსიმუმ 20 მ/წმ სიჩქარის დაფიქსირება დაგჭირდება. აბსცისათა ღერძი იქნება B გრაფიკის ანალოგიური.

შემიძლია...

- საჭიროებისამებრ გამოვიყენო სიჩქარის, დროისა და მანძილის გამოსათვლელი ფორმულები
- ავაგო და ავხსნა მანძილის დროზე დამოკიდებულების გრაფიკები
- გამოვთვალო გრაფიკზე გამოსახული წრფის გრადიენტი
- ავაგო და ავხსნა სიჩქარის დროზე დამოკიდებულების გრაფიკები