



ზვიად აულიძე

აზერბაიჯანელი ხალხის სამართო პერსონალი ლიდერი

ფიზიკა

მირზალი მურგუშოვი
რასიმ აბდურაზაბოვი
როვზან ალიევი
დილბარ ალიევა

7

ზოგადსაგანმანათლებლო სკოლების მე-7 კლასისათვის ფიზიკის საგნის
სახელმძღვანელო

გთხოვთ სახელმძღვანელოსთან დაკავშირებული თქვენი გამოხმაურება,
შენიშვნები და წინადადებები გამოგზავნოთ bn@bakineshr.az და
derslik@edu.gov.az ელექტრონულ მისამართებზე.
წინასწარ მადლობას მოგახსენებთ ჩვენთან თანამშრომლობისათვის!

B A K



N

Ə

Ş

R

ბაქო – 2017

7

ფიზიკა

შინაარსი

სახელმძღვანელოს გაცნობა 6

1. მექანიკური მოძრაობა

1.1. მექანიკური მოძრაობის აღწერა	8
1.2. წრფივი თანაბარი მოძრაობა	11
1.3. მოძრაობის ფარდობითობა	13
1.4. წრფივი არათანაბარი მოძრაობა	16
1.5. მოძრაობის წარმოდგენა გრაფიკულად	18
1.6. თანაბარი მოძრაობა წრეწირზე: მოძრაობის პერიოდი და სიხშირე	22
1.7. სიჩქარე და აჩქარება წრეწირზე თანაბარი მოძრაობის დროს	25
• შემაჯამებელი დავალებები	28

2. მექანიკური მოძრაობის წარმოშობის მიზეზები

2.1. ძალა. ძალების ტოლქმედი	30
2.2. სხეულის ინერტულობა. ნიუტონის პირველი კანონი	32
2.3. ნიუტონის მეორე კანონი	34
2.4. ნიუტონის მესამე კანონი	37
2.5. მსოფლიო მიზიდულობის კანონი	39
2.6. სიმძიმის ძალა	42
2.7. დრეკადობის ძალა. ჰუკის კანონი	45
2.8. წონა	48
2.9. ხახუნის ძალა	50
• შემაჯამებელი დავალებები	54

3. მექანიკური მუშაობა და ენერგია

3.1. მექანიკური მუშაობა	56
3.2. სიმძლავრე	59
3.3. ენერგია. პოტენციური და კინეტიკური ენერგია	61
3.4. რაზეა დამოკიდებული პოტენციური ენერგია?	64
3.5. რაზეა დამოკიდებული კინეტიკური ენერგია?	67
3.6. ენერგიის მუდმივობის კანონი	71
• შემაჯამებელი დავალებები	74

4. წნევა

4.1. მყარი სხეულის წნევა	76
4.2. აირების წნევა	78
4.3. სითხეების წნევა	80
4.4. წნევის გადაცემა სითხეებსა და აირებში	82
4.5. ზიარტურჭელი	84
4.6. ჰიდრავლიკური მანქანა	85
4.7. ატმოსფერული წნევა	88
4.8. ატმოსფერული წნევის გაზომვა	90
4.9. არქიმედეს კანონი	93
4.10. სხეულების ცურვის პირობები: გემების ცურვა, ჰაერნაოსნობა	97
• შემაჯამებელი დავალებები	102

5. მარტივი მექანიზმები. სხეულების წონასწორობა

5.1. მარტივი მექანიზმები. ბერკეტი	104
5.2. ჭოჭონაქები	107
5.3. დახრილი სიბრტყე	110
5.4. მექანიკის „ოქროს წესი“. დახრილი სიბრტყის მარგი ქმედების კოეფიციენტი (მქკ)	112
5.5. სხეულების წონასწორობა	115
• შემაჯამებელი დავალებები	118

6. მექანიკური რხევები და ტალღები

6.1. რხევითი მოძრაობა. მექანიკური რხევები	120
6.2. რხევითი მოძრაობის დამახასიათებელი ფიზიკური სიდიდეები	123
6.3. ტალღა. მექანიკური ტალღები	126
6.4. მექანიკური ტალღის სახეები, ტალღის დამახასიათებელი ფიზიკური სიდიდეები	128
6.5. ბგერითი ტალღები	132
6.6. ბგერის სიჩქარე. ექო	136
6.7. ტალღები, რომლებსაც ადამიანის ყური ვერ შეიგრძნობს. სეისმური ტალღები	140
• შემაჯამებელი დავალებები	144

სახელმძღვანელოში ყოველი თემისთვის, მასალის ხასიათის გათვალისწინებით, გამოყენებულია თხრობის გარკვეული თანმიმდევრობა:

[illegible][illegible][illegible]

Հայաստանի Դիմաց Հայրենասիրական Պայքար

- Հայրենասիրական շարժում
 - Հայրենասիրական շարժում 1918-1920 թվականներին
 - Հայրենասիրական շարժում 1930-1940 թվականներին
 - Հայրենասիրական շարժում 1988-1991 թվականներին
- Հայրենասիրական պայքար
 - Հայրենասիրական պայքար 1918-1920 թվականներին
 - Հայրենասիրական պայքար 1930-1940 թվականներին
 - Հայրենասիրական պայքար 1988-1991 թվականներին

Հայրենասիրական շարժում

Հայրենասիրական պայքար

Հայրենասիրական շարժում

10. პროექტი. პროექტები
ექსპერიმენტული ხასიათისაა. მათ
განსახორციელებლად შესაძლებელია
სხვადასხვა რესურსის გამოყენება.

2. Ֆոնը կապ արեք. դաշտիկ մտնել և ֆոնի մեջ լինելու միջոցով լսել ձեր խոսքը:

3. Գալվանիկ ռեզիստորը կապեք մի փայտյա խոնարհի հետ:

4. Բացե՛ք խոնարհի լույսը և փորձե՛ք խոնարհի մոտ:

5. Գալվանիկ ռեզիստորը կապեք մի փայտյա խոնարհի հետ:

8 საკვანძო სიტყვები. ახალი სიტყვები და ტერმინები.

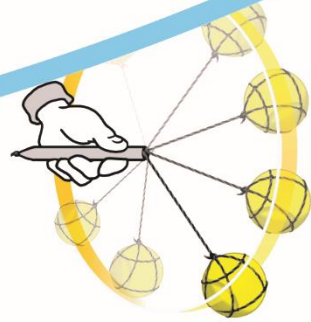
9 შეამონმეთ თქვენი ცოდნა. კითხვები და დავალებები, რომლებიც მიმართულია შემოქმედებითი უნარების განვითარებასა და შეძენილი ცოდნის შეფასებისაკენ.

11 შემაჯამებელი დავალებები.
კითხვები და დავალებები
ყოველი თავის ირგვლივ.

[illegible]

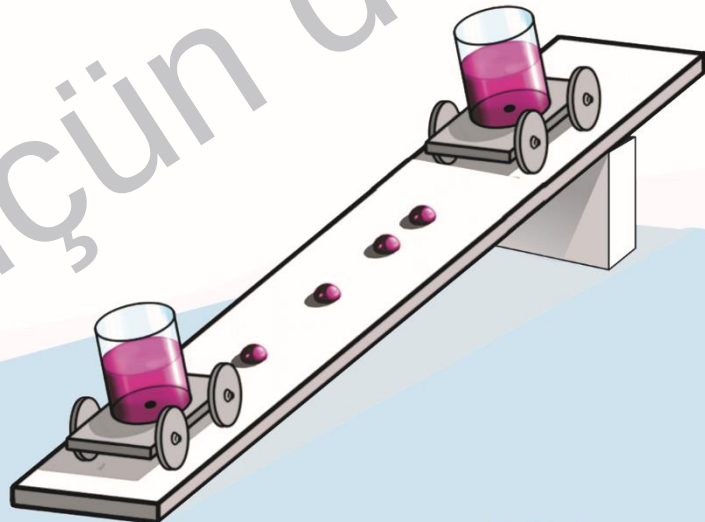
მექანიკური მოძრაობა

1



გვ. 7-28

- 1.1. მექანიკური მოძრაობის დახასიათება
 - 1.2. წრფივი თანაბარი მოძრაობა
 - 1.3. მოძრაობის ფარდობითობა
 - 1.4. წრფივი არათანაბარი მოძრაობა
 - 1.5. მოძრაობის გრაფიკული წამოდგენა
 - 1.6. თანაბარი მოძრაობა წრეწირზე:
ბრუნვის პერიოდი და სიხშირე
 - 1.7. სიჩქარე და აჩქარება წრეწირზე
თანაბარი მოძრაობის დროს
- შემაჯამებელი დავალებები



1.1. მექანიკური მოძრაობის დახასიათება

გასულ წელს თქვენ გარკვეული ცოდნა შეიძინეთ მექანიკური მოძრაობის შესახებ. მექანიკური მოძრაობის შესწავლის მიზანია სხეულის მდებარეობის განსაზღვრა სივრცეში დროის ნებისმიერ მომენტში. მაგალითად, განსაზღვრულია, რომ ასტრონავტი, რომელიც მარსზე გაფრინდება, დედამიწაზე 501 დღის შემდეგ შეძლებს დაბრუნებას.



- რა არის მექანიკური მოძრაობა?
- მექანიკური მოძრაობის რომელ სახეებს იცნობთ?

კვლევითი სამუშაო: როგორი მოძრაობაა?

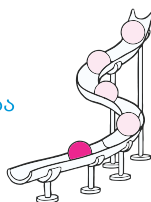
1

სპორტსმენის
მოძრაობა



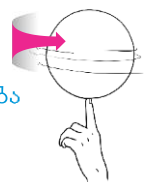
2

ბურთის
მოძრაობა
ლარში



3

ბურთის
მოძრაობა
თითზე



4

კარუსელის
მოძრაობა



5

პლანეტების
მოძრაობა



6

საათის ქანქარის
მოძრაობა



იმსჯელეთ შედეგებზე: მოახდინეთ განხილული მოძრაობების კლასიფიკაცია.

მექანიკური მოძრაობის დახასიათების დროს გამოიყენება რამდენიმე ცნება: ათვლის სხეული, ათვლის სისტემა, მატერიალური წერტილი, ტრაექტორია, გავლილი მანძილი, გადაადგილება, დროის შუალედი (ან უბრალოდ – დრო), სიჩქარე და სხვ.

• **ათვლის სხეული** არის სხეული, რომლის მიმართაც შევისწავლით მოძრაობას. სივრცეში სხეულის მდებარეობის განსაზღვრად საჭიროა ათვლის სხეულთან დაკავშირებული საკოორდინატო სისტემა და დროის საზომი ხელსაწყო.

• ათვლის სხეული, მასთან დაკავშირებული საკოორდინატო სისტემა და დროის საზომი ხელსაწყო ერთად არის **ათვლის სისტემა**.

სხეულის მოძრაობის შესწავლის დროს გარკვეულ როლს თამაშობს მისი ზომები. თუმცა არის შემთხვევები, როცა სხეულის ზომებს მხედველობაში არ იღებენ, ანუ სხეულს მატერიალურ წერტილად მიიჩნევენ. მაგალითად, თვითმფრინავის მოძრაობის შესწავლისას, რომელიც დედამიწის ზედაპირიდან 10 კილომეტრის სიმაღლეზე მიფრინავს, მას განიხილავენ, როგორც მატერიალურ წერტილს, რადგან დედამიწაზე მყოფი დამკვირვებლისთვის თვითმფრინავის ზომები გაცილებით ნაკლებია, ვიდრე მისი დაშორება დედამიწიდან.

• სხეულს, რომლის ზომები მოცემულ პირობებში შეგვიძლია უგულებელვყოთ, **მატერიალური წერტილი** ეწოდება.

ტრაექტორია არის წირი, რომელსაც მატერიალური წერტილი შემოწერს მოძრაობის დროს. მაგ., კვალი, რომელსაც ტოვებს კალმის წვერი ფურცელზე მოძრაობის დროს (ა). ტრაექტორიის ფორმის მიხედვით მოძრაობა შეიძლება იყოს წრფივი და მრუდწირული.

• **გავლილი მანძილი** არის იმ ტრაექტორიის სიგრძე, რომელსაც სხეული აღწერს მოძრაობისას. თუ გავზომავთ ტრაექტორიის სიგრძეს საწყისი წერტილიდან ბოლო წერტილამდე, შევძლებთ განვსაზღვროთ გავლილი მანძილი (ან უბრალოდ *მანძილი*).

გავლილი მანძილი დადებითი სკალარული სიდიდეა და აღინიშნება l ან s ასოთი. გავლილი მანძილი ერთეულთა საერთაშორისო სისტემაში (SI) იზომება მეტრებით (მ):

$$[l] = 1 \text{ მ.}$$

• **გადაადგილება** წრფის მიმართული მონაკვეთია, რომელიც აერთებს მოძრაობის ტრაექტორიის საწყის და საბოლოო წერტილებს. გადაადგილების მოდული (ანუ ვექტორული სიდიდის რიცხვითი მნიშვნელობა) არის განსახილველი მოძრაობის ტრაექტორიის ორ წერტილს შორის უმოკლესი მანძილი (ბ).

გადაადგილება ვექტორული სიდიდეა და აღინიშნება $\vec{s}$ ასოთი თავზე ვექტორის ნიშნით. გადაადგილების საზომი ერთეული საერთაშორისო სისტემაში არის მეტრი (მ) : $[s] = 1 \text{ მ.}$

• **დროის შუალედი ან დრო** არის მოძრაობის ხანგრძლივობა. მაგ., ავტობუსს ბაქოდან სუმგაითამდე გზის გასავლელად 40 წთ. სჭირდება. დრო აღინიშნება t ასოთი და SI სისტემაში იზომება წამებით: $[t] = 1 \text{ წმ.}$ დრო წუთებით (წთ.) და საათებითაც (სთ.) იზომება:

$$1 \text{ წთ.} = 60 \text{ წმ.}, 1 \text{ სთ.} = 60 \text{ წთ.} = 3600 \text{ წმ.}$$

• **სიჩქარე** არის დროის ერთეულში შესრულებული გადაადგილება. სიჩქარე ვექტორული სიდიდეა, აღინიშნება v ასოთი თავზე ვექტორის ნიშნით: $\vec{v}$. სიჩქარის ვექტორი მიმართულია გადაადგილების ვექტორის გასწვრივ (გ). გამოთვლების დროს გამოიყენება სიჩქარის ვექტორის მოდული (რიცხვითი მნიშვნელობა).

• სიჩქარე ფიზიკური სიდიდეა, რომელიც ტოლია გადაადგილების სიდიდის შეფარდებისა იმ დროსთან, რომელიც ამ გადაადგილების შესრულებას დასჭირდა:

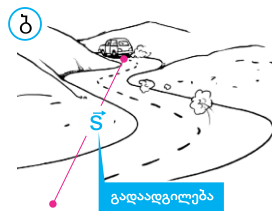
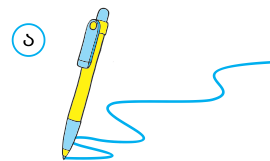
$$\vec{v} = \frac{\vec{s}}{t}$$

SI სისტემაში სიჩქარის საზომი ერთეულია: $1 \frac{\text{მ}}{\text{წმ.}}$.

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

პრაქტიკაში იყენებენ სიჩქარის საზომ სხვა ერთეულებსაც:

$$\frac{1 \text{ კმ}}{1 \text{ სთ.}}, \frac{1 \text{ კმ}}{1 \text{ წთ.}}, \frac{1 \text{ სმ}}{1 \text{ წმ.}}$$



სიჩქარე იზომება ხელსაწყოთი, რომელსაც სპიდომეტრი ეწოდება (დ).



შეძენილი ცოდნის გამოყენება

შეასრულეთ შესაბამისი გარდაქმნები სხვადასხვა სიჩქარისთვის: დელფინის მოძრაობის სიჩქარე:

$$v_{\text{დ}} = 20 \frac{\text{მ}}{\text{წმ}} = 20 \cdot \frac{\frac{1}{1000} \text{კმ}}{\frac{1}{3600} \text{სთ}} = 20 \cdot \frac{36 \text{კმ}}{10 \text{სთ}} = 72 \frac{\text{კმ}}{\text{სთ}}.$$

ლოკოკინას მოძრაობის სიჩქარე: $v_{\text{ლ}} = 0,002 \frac{\text{მ}}{\text{წმ}} = \boxed{} \frac{\text{კმ}}{\text{სთ}}.$

თვითმფრინავის სიჩქარე: $v_{\text{თ}} = 1800 \frac{\text{მ}}{\text{სთ}} = 1800 \cdot \frac{1000 \text{მ}}{3600 \text{წმ}} = 1800 \cdot \frac{10 \text{მ}}{36 \text{წმ}} = 500 \frac{\text{მ}}{\text{წმ}}.$

კოსმოსური ხომალდის სიჩქარე: $v_{\text{ხ}} = 28800 \frac{\text{მ}}{\text{სთ}} = \boxed{} \frac{\text{მ}}{\text{წმ}}.$

რა შეიტყვეთ?

სხეულს, რომლის მიმართაც განიხილება მოძრაობა, ----- ეწოდება. სხეულს, რომლის ზომები მოცემულ პირობებში შეიძლება უგულებელვყოთ, ეწოდება ----- . ----- არის წირი, რომლის გასწვრივაც მოძრაობს მატერიალური წერტილი. მოძრაობის ტრაექტორიის სიგრძე არის ----- . ----- შუალედი არის განსაზღვრული მოძრაობის ხანგრძლივობა. გადაადგილების შეფარდებას დროსთან, რომელიც მის შესრულებას დასჭირდა, ეწოდება ----- . წრფის მიმართულ მონაკვეთს, რომელიც აერთებს მოძრაობის ტრაექტორიის საწყის და საბოლოო წერტილებს, ----- ეწოდება.

საკვანძო სიტყვები

სიჩქარე
გადაადგილება
ათვლის სხეული
ტრაექტორია
მატერიალური
წერტილი
დრო
გავლილი მანძილი

შეამოწმეთ თქვენი ცოდნა

1. როგორ შეგვიძლია ფორმის მიხედვით მოძრაობის ტრაექტორიების კლასიფიცირება?
2. რით განსხვავდება გავლილი მანძილი გადაადგილებისგან?
3. რომელი ფორმულით გამოითვლება სიჩქარე?
4. ავტომობილმა 10 წთ-ში 20 კმ გაიარა. რა სიჩქარით მოძრაობს ავტომობილი?

1.2. წრფივი თანაბარი მოძრაობა

სწორხაზოვან ბილიკზე 60 მ-ის გასარბენად სპრინტერს 6 წმ სჭირდება.

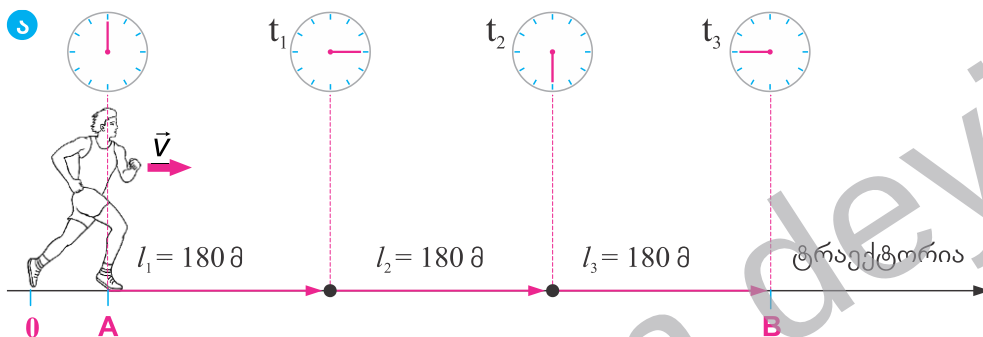
• შეიძლება თუ არა იმის თქმა, რომ დისტანციის ნებისმიერ ტოლ მონაკვეთებს სპრინტერი ერთი და იმავე სიჩქარით გაირბენს?



კვლევითი სამუშაო-1. როგორ მოძრაობს სპორტსმენი ტრაექტორიაზე და როგორია მისი სიჩქარე?

სამუშაოს მსვლელობა: 1. ყურადღებით შეისწავლეთ ნახატი, წამმზომის ჩვენების მიხედვით განსაზღვრეთ დროის შუალედები, რომელიც სპორტსმენს სჭირდება გზის მონაკვეთების გასარბენად (ა). 2. ქვემოთ მოყვანილი ფორმულების მიხედვით, გავლილი მანძილებისა და ამ მანძილის გასავლელად საჭირო დროების საშუალებით გამოთვალეთ გზის მონაკვეთების შესაბამისი მოძრაობის სიჩქარეები:

$$v_1 = \frac{l_1}{t_1}; v_2 = \frac{l_2}{t_2}; v_3 = \frac{l_3}{t_3}.$$



იმსჯელეთ შედეგებზე: 1. როგორ ტრაექტორიაზე მოძრაობს სპორტსმენი? 2. რა t_1 , t_2 , t_3 დროებს ხარჯავს სპორტსმენი შესაბამისად l_1 , l_2 , l_3 მონაკვეთების გასარბენად? 3. რა სიჩქარით გაირბენს სპორტსმენი გზის თითოეულ მონაკვეთს? 4. რა სიჩქარით გაირბენს სპორტსმენი ტრაექტორიის A – B მონაკვეთს? რა დასკვნის გაკეთება შეიძლება სპორტსმენის სიჩქარის შესახებ?

წრფივი მოძრაობა, სიჩქარის მიხედვით, ორი სახისაა: თანაბარი და არათანაბარი. სხეულის მოძრაობას წრფივ ტრაექტორიაზე მუდმივი სიჩქარით **წრფივი თანაბარი მოძრაობა** ეწოდება. მაგ., თუ ავტომობილი წრფივად და თანაბრად მოძრაობს და 500 მ მანძილს 20 წმ-ში გაივლის, მისი სიჩქარე იქნება 25 მ/წმ.

ეს ნიშნავს, რომ ავტომობილი ყოველ 1 წმ-ში 25 მ-ის ტოლ მანძილს გაივლის. ე. ი. თუ სხეული დროის ნებისმიერ ტოლ შუალედებში ერთნაირ მანძილებს გადის, სხეული თანაბრად მოძრაობს.

• თანაბარი მოძრაობის დროს სიჩქარის მიმართულება და სიდიდე (რიცხვითი მნიშვნელობა) არ იცვლება, ანუ მუდმივია:

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

წრფივი თანაბარი მოძრაობის დროს გავლილი მანძილი სიჩქარისა და დროის ნამრავლის ტოლია: $l = vt$.

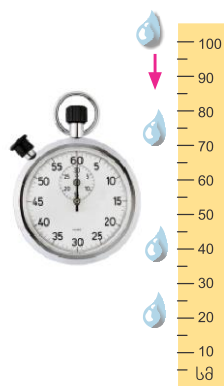
შეკენილი ცოდნის გამოყენება

კვლევითი სამუშაო-2. შევსწავლოთ საპნის ბუშტების მოძრაობა.

სამუშაოსთვის საჭიროა: სადემონსტრაციო სახაზავი (100 სმ), წამმზომი, საპნისა და გლიცერინის ნარევი, საპნის ბუშტების გასაბერი წვრილი მილი, შტატივი, სამაგრი.

სამუშაოს მსვლელობა: სახაზავი ვერტიკალურად დაამაგრეთ შტატივზე. საპნის ბუშტების გამოშვება დაიწყეთ სახაზავის მე-100 დანაყოფთან. 2. ჩართეთ წამმზომი და განსაზღვრეთ საპნის ბუშტის მიერ ყოველი მომდევნო 25 სმ-ის გასავლელად საჭირო დრო. შედეგები ჩაინერეთ სამუშაო რვეულში. 3. გამოთვალეთ საპნის ბუშტის ვარდნის სიჩქარეები გზის აღნიშნულ ტოლ მონაკვეთებზე.

იმსჯელეთ შედეგებზე: 1. რა სიჩქარით ვარდებოდა საპნის ბუშტი გზის თითოეულ მონაკვეთზე? 2. შეგვიძლია თუ არა, სიჩქარეების შედარების შემდეგ დავასკვნათ, რომ ეს თანაბარი მოძრაობაა? რატომ?



რა შეიტყუვით?

----- ეწოდება სხეულის მოძრაობას წრფივ ტრაექტორიაზე, მუდმივი სიჩქარით. ასეთი მოძრაობის დროს სიჩქარის ----- არ იცვლება. წრფივი თანაბარი მოძრაობის დროს გავლილი მანძილი ----- ტოლია.

საკვანძო სიტყვები

წრფივი თანაბარი
სიდიდე და მიმართულება
სიჩქარისა და დროის ნამრავლი

შეამოწმეთ თქვენი ცოდნა

1. ავტომობილი წრფივად და თანაბრად მოძრაობს და 30 წთ-ში 72 კმ-ს გადის. გამოთვალეთ ავტომობილის სიჩქარე.
2. რა მანძილს გაივლის მეტროს მატარებელი 1 წთ-ში, თუ მისი სიჩქარეა 108 კმ/სთ?
3. რას ნიშნავს გამოთქმა: $\vec{v} = \text{const}$?

1.3 მოძრაობის ფარდობითობა

ნაზრინი სოფელში მიემგზავრებოდა და ავტომობილის ფანჯრიდან გარემოს აკვირდებოდა. უცებ მან მამას ინტერესით ჰკითხა: „მამა, თუ სახლებსა და ხეებს შევხედავთ, ჩვენ ვმოძრაობთ, თუ ჩვენს ავტომობილს შევხედავთ, უძრავები ვართ. რა გამოდის, ვმოძრაობთ თუ არა?“ მამამ უპასუხა, რომ მოძრაობა ფარდობითია.

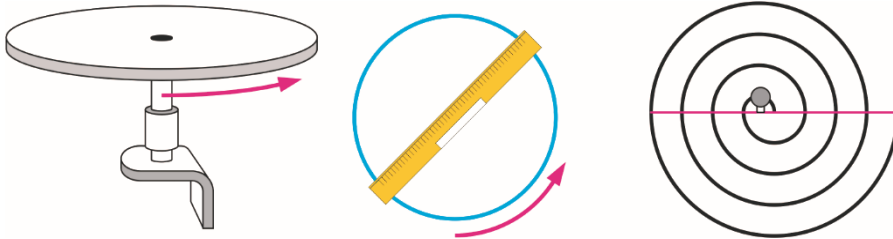
- სწორი პასუხი გასცა თუ არა მამამ?
- რას ნიშნავს გამოთქმა „მოძრაობის ფარდობითობა“?

კვლევის მიზანი. ერთნაირია თუ არა ტრაექტორიები?

სამუშაოსთვის საჭიროა: ცენტრიდანული მანქანა, სახელურიანი სახაზავი, ფანქარი, ფურცელი (A4), ნებო.

სამუშაოს მსვლელობა: 1. დაანებეთ ფურცელი ცენტრიდანული მანქანის დისკზე, დაიჭირეთ სახაზავი დისკის ზედაპირთან და სთხოვეთ მეგობარს, დისკი თანაბრად დაატრიალოს. 2. შეეცადეთ, სახაზავის საშუალებით დისკის ცენტრზე გამავალი სწორი ხაზი გაავლოთ (ა).

ა



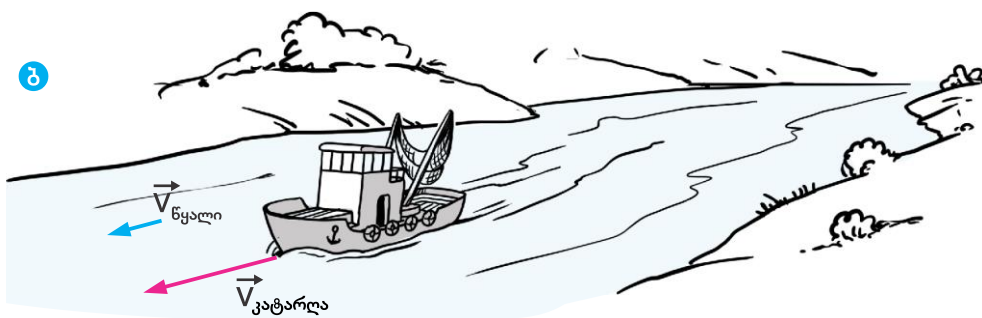
იმსჯელეთ შედეგებზე:

1. როგორ ტრაექტორიაზე მოძრაობს ფანქარი სახაზავის მიმართ?
2. როგორ ტრაექტორიას შემოწერს ფანქარი მბრუნავ ფურცელზე?

მოძრაობის ტრაექტორიის ფარდობითობა. ეს ნიშნავს, რომ მოძრაობის ტრაექტორიის ფორმა სხვადასხვა სხეულის მიმართ, შესაძლოა, განსხვავებული იყოს. მაგ., ჩატარებულ კვლევაში ფანქარი სახაზავის მიმართ წრფივ ტრაექტორიაზე მოძრაობს, ხოლო ფურცლის მიმართ – სპირალურ ტრაექტორიაზე.

სიჩქარე ფარდობითია. მაგ., მოძრავი მატარებლის მგზავრი ვაგონის მიმართ უძრავია, ხოლო რკინიგზის, ხეების, სახლების მიმართ მოძრაობს. როგორც წესი, როდესაც ვლაპარაკობთ სხეულის მოძრაობის სიჩქარეზე, ვგულისხმობთ მოძრაობის სიჩქარეს დედამიწის ზედაპირის მიმართ. ზოგჯერ მოძრაობის შესწავლის დროს მის სიჩქარეს გამოითვლიან როგორც დედამიწის ზედაპირის, ისე სხვა მოძრავი სხეულის მიმართ.

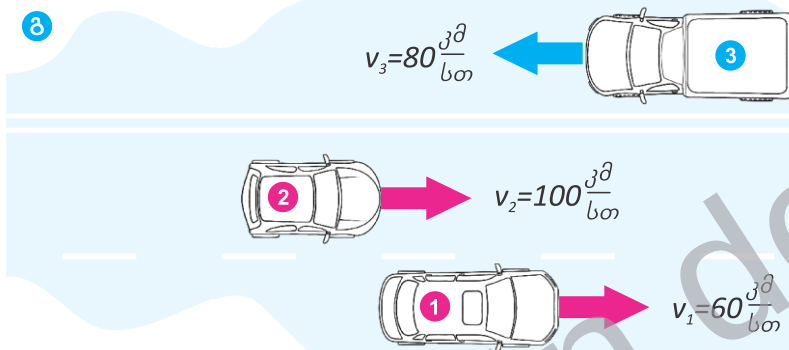
მაგ., შევისწავლოთ კატარლის მოძრაობა მდინარეში. ამ შემთხვევაში განვიხილოთ კატარლის სიჩქარე როგორც ნაპირის მიმართ, ისე მდინარის დინების მიმართ (ბ).



როგორ განისაზღვრება ფარდობითი სიჩქარე? განვსაზღვროთ ავტომობილების ფარდობითი სიჩქარეები (გ). ყოველ ავტომობილზე ისრით ნაჩვენებია მოძრაობის მიმართულება და სიჩქარე დედამიწის ზედაპირის მიმართ. პირველი ავტომობილის სიჩქარე დედამიწის ზედაპირის მიმართ 60 კმ/სთ-ის ტოლია, მეორე ავტომობილი იმავე მიმართულებით მოძრაობს და მისი სიჩქარე დედამიწის ზედაპირის მიმართ 100 კმ/სთ-ის ტოლია. მათემატიკის კურსიდან თქვენთვის ცნობილია, რომ მეორე ავტომობილის სიჩქარე პირველის მიმართ, როდესაც ისინი ერთი მიმართულებით მოძრაობენ, ტოლია $v_{2,1} = v_2 - v_1$,

$$v_{2,1} = v_2 - v_1 = 100 \frac{\text{კმ}}{\text{სთ}} - 60 \frac{\text{კმ}}{\text{სთ}} = 40 \frac{\text{კმ}}{\text{სთ}}.$$

ე. ი. მეორე ავტომობილის სიჩქარე პირველი ავტომობილის მიმართ 40 კმ/სთ-ის ტოლია.



მეორე ავტომობილის სიჩქარე მესამე ავტომობილის მიმართ, რომელიც საწინააღმდეგო მიმართულებით მოძრაობს, გამოითვლება ფორმულით:

$$v_{2,3} = v_2 + v_3 = 100 \frac{\text{კმ}}{\text{სთ}} + 80 \frac{\text{კმ}}{\text{სთ}} = 180 \frac{\text{კმ}}{\text{სთ}}.$$

შეძენილი ცოდნის გამოყენება

განსაზღვრეთ პირველი ავტომობილის სიჩქარე მესამე ავტომობილის მიმართ (იხ. ნახატი მე-14 გვ.-ზე). **იმსჯელეთ შედეგებზე:** 1. როგორია პირველი ავტომობილის სიჩქარე დედამიწის ზედაპირის მიმართ და მესამე ავტომობილის მიმართ? 2. რა დასკვნის გაკეთება შეიძლება მოძრაობის სიჩქარესთან დაკავშირებით?

რა შეიტყვეთ?

----- არის მისი ფორმის მრავალ-ფეროვნება სხვადასხვა სხეულის მიმართ. როგორც წესი, როდესაც ვლაპარაკობთ სხეულის სიჩქარის შესახებ, ვგულისხმობთ მის სიჩქარეს -----.

როდესაც ვამბობთ -----, ვგულისხმობთ განსხვავებას სხეულის სიჩქარეებს შორის დედამიწის ზედაპირის მიმართ და სხვა სხეულების მიმართ.

საკვანძო სიტყვები

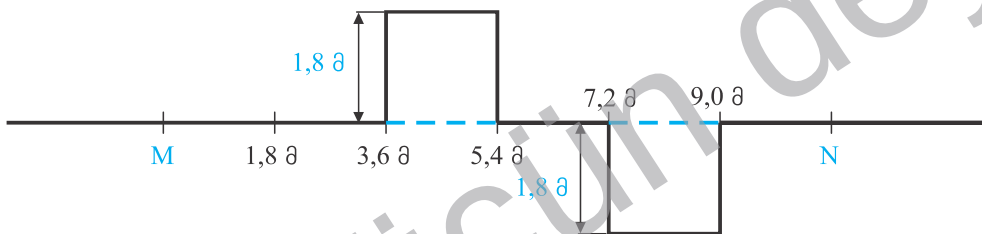
დედამიწის ზედაპირის მიმართ
სიჩქარეთა ფარდობითობა
ტრაექტორიის ფარდობითობა

შეამოწმეთ თქვენი ცოდნა

1. რას გულისხმობს ცნება „ტრაექტორიის ფარდობითობა“?
2. რატომ ვამბობთ, რომ მოძრაობა ფარდობითია?
3. რომელი ფორმულით გამოითვლება ერთი სხეულის სიჩქარე მეორე, შემხვედრი მიმართულებით მოძრავი, სხეულის მიმართ?
4. როგორ განისაზღვრება ერთი სხეულის სიჩქარე მეორის მიმართ მათი თანხვედრილი მიმართულებით მოძრაობის დროს?

სავარჯიშო – 1.

1. ნახატზე წარმოდგენილია სხეულის მოძრაობის ტრაექტორია მისი M პუნქტიდან N პუნქტში გადაადგილების დროს. როგორია, შესაბამისად, მისი გადაადგილება და გავლილი მანძილი?



2. მოტოციკლი 72 კმ/სთ სიჩქარით მოძრაობს, ავტობუსი – 15 მ/წმ სიჩქარით, ხოლო ტროლეიბუსი – 1080 მ/წთ სიჩქარით. შეადარეთ ეს სიჩქარეები.
3. მეტროს ესკალატორს, რომელიც 75 სმ/წმ სიჩქარით მოძრაობს, მგზავრი ერთ წუთში აჰყავს. რა სიგრძისაა ესკალატორი?
4. ორი მატარებელი მოძრაობს ერთმანეთის შემხვედრი მიმართულებით, შესაბამისად 100 კმ/სთ და 80 კმ/სთ სიჩქარით. როგორია პირველი მატარებლის სიჩქარე მეორის მიმართ?

1.4. წრფივი არათანაბარი მოძრაობა

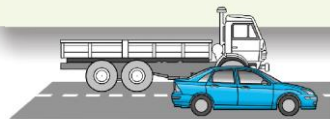
მეტროს მატარებელმა დაიწყო მოძრაობა სადგურ „საპილიდან“. სადგურ „იჩერიშეჰერში“ მატარებელი გაჩერდა.



ხიდან ჩამოვარდნილი ვაშლი დროის ერთსა და იმავე შუალედებში სხვადასხვა მანძილს გადის.



გზაზე მოძრაობის დროს ავტომობილის სიჩქარე ხან მცირდება, ხან იზრდება, მაგ., სხვა ავტომობილის გასწვრივს დროს.



• შეიძლება თუ არა იმის თქმა, რომ სადგურებს შორის მანძილი მატარებელმა ერთი და იმავე სიჩქარით გაიარა?

• რის თქმა შეგიძლიათ ვაშლის მოძრაობის შესახებ?

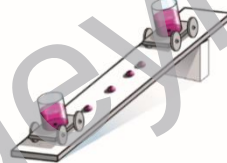
• რა შეგიძლიათ თქვათ ავტომობილის სიჩქარის შესახებ?

კვლევითი სამუშაო-1. რა სიჩქარით მოძრაობს ურიკა?

სამუშაოსთვის საჭიროა: ურიკა, პლასტმასის ჭიქა, ძელი, ლარტყა (1 მ), შეფერადებული წყალი (0,5 ლ), პლასტილინი, ლურსმანი.

სამუშაოს მსვლელობა: 1. ხის ლარტყის ერთი ბოლო დადეთ ხის ძელზე – მიიღებთ მცირე დახრილობის სიბრტყეს. 2. პლასტმასის ჭიქა პლასტილინით დაამაგრეთ ურიკაზე, შემდეგ ლურსმნით ერთდროულად გახვრიტეთ ჭიქის ფსკერი და ურიკა. 3. ჩაასხით შეფერადებული წყალი ჭიქაში და მიაღწიეთ მდგომარეობას, როდესაც წყალი, გარკვეული ინტერვალით, წვეთ-წვეთად გამოდის ჭიქიდან. 4. მოათავსეთ ურიკა დახრილი სიბრტყის ზედა ნაწილში და გაუშვით ხელი. მიაქციეთ ყურადღება ჩამოვარდნილ წვეთებს შორის მანძილებს ურიკის მოძრაობის დროს.

იმსჯელეთ შედეგებზე: ერთნაირია თუ არა წვეთებს შორის მანძილი ურიკის მოძრაობის დროს? შეიძლება თუ არა იმის თქმა, რომ ურიკა თანაბრად მოძრაობს?



• არათანაბარი ეწოდება მოძრაობას, როდესაც სხეული დროის ტოლ შუალედებში სხვადასხვა მანძილს გადის.

სხეულის მოძრაობა უძრაობის მდგომარეობიდან ან დამუხრუჭების დროს არათანაბარი მოძრაობაა. მაგ., სპორტსმენი 50 წმ-ის განმავლობაში 400 მ-ს გაიარბენს. თუ გამოვთვლით, მისი სიჩქარე არის

$$v = 8 \frac{\text{მ}}{\text{წმ}}.$$

შეიძლება თუ არა დარწმუნებით იმის თქმა, რომ სპორტსმენი მთელ მანძილს ამ სიჩქარით გაიარბენს? რა თქმა უნდა არა. სპორტსმენი მოძრაობას იწყებს უძრაობის მდგომარეობიდან, შემდეგ ზრდის სიჩქარეს და ცდილობს, ფინიშთან მაქსიმალური სიჩქარით მივიდეს.

ამრიგად, სიჩქარე $v = 8 \frac{\text{მ}}{\text{წმ}}$ ნიშნავს, რომ სპორტსმენი ყოველ წამში საშუალოდ 8 მ მანძილს გადის. ამიტომ არათანაბარი მოძრაობის განხილვისას იყენებენ საშუალო სიჩქარის ცნებას:

• **საშუალო სიჩქარე** არის სიდიდე, რომელიც ტოლია სხეულის მიერ გავლილი მანძილის შეფარდებისა იმ დროსთან, რომელიც სხეულს მის გასავლელად დასჭირდა. საშუალო სიჩქარე გამოითვლება იმავე ფორმულით, რომლითაც მუდმივი სიჩქარე:

$$v_{\text{საშ}} = \frac{l}{t},$$

სადაც $v_{\text{საშ}}$ – საშუალო სიჩქარეა, l – მთელი გავლილი მანძილი, t – დრო, რომელიც სხეულს დასჭირდა ამ მანძილის გასავლელად.

ერთ-ერთი სიდიდე, რომელიც არათანაბარ მოძრაობას ახასიათებს, არის აჩქარება.

• **აჩქარება** არის სიდიდე, რომელიც დროის ერთეულში სხეულის სიჩქარის ცვლილების ტოლია:

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

სადაც a – სხეულის აჩქარებაა, $\vec{v}_0$ – საწყისი სიჩქარე, $\vec{v}$ – სხეულის საბოლოო სიჩქარე, t – დრო, რომლის განმავლობაშიც მოხდა სიჩქარის ცვლილება ($\vec{v} - \vec{v}_0$).

აჩქარება ვექტორული სიდიდეა და SI სისტემაში მისი ერთეულია $1 \frac{\text{მ}}{\text{წმ}^2}$:

$$[a] = \frac{[v - v_0]}{[t]} = \frac{1 \frac{\text{მ}}{\text{წმ}}}{1 \text{ წმ}} = 1 \frac{\text{მ}}{\text{წმ}^2}$$

შეჯინილი ცოდნის გამოყენება

ამოხსენით ამოცანები მოყვანილი ნიმუშის მიხედვით.

1. წრფივად მოძრაობა ველოსიპედისტმა 1 წთ-ში 0,9 კმ მანძილი გაიარა, შემდეგ 40 წმ-ში – 400 მ მანძილი. როგორია ველოსიპედისტის მოძრაობის საშუალო სიჩქარე?

მოცემულია:	SI:	ამოხსნა:	გამოთვლა:
$s_1 = 0,9 \text{ კმ}$ $t_1 = 1 \text{ წთ}$ $s_2 = 400 \text{ მ}$ $t_2 = 40 \text{ წმ}$ $v_{\text{საშ}} = ?$	900 მ 60 წმ	$v_{\text{საშ}} = \frac{s}{t}$, სადაც s ველოსიპედისტის მიერ გავლილი მთელი მანძილია: $s = s_1 + s_2$. t – მთელი მანძილის გასავლელად საჭირო დრო: $t = t_1 + t_2$. ველოსიპედისტის საშუალო სიჩქარე: $v_{\text{საშ}} = \frac{s_1 + s_2}{t_1 + t_2}$	$v_{\text{საშ}} = \frac{900 \text{ მ} + 400 \text{ მ}}{60 \text{ წმ} + 40 \text{ წმ}} = \frac{1300 \text{ მ}}{100 \text{ წმ}} = 13 \frac{\text{მ}}{\text{წმ}}$ პასუხი: $v_{\text{საშ}} = 13 \frac{\text{მ}}{\text{წმ}}$

1. ავტომობილმა გზის პირველი ნახევარი, რომლის სიგრძე 300 კმ-ია, 3 სთ-ში გაიარა, გზის დარჩენილი ნახევარი – 2 სთ-ში. გამოთვალეთ ავტომობილის საშუალო სიჩქარე მთელ გზაზე.

2. აზერბაიჯანელმა სტაიერმა (გრძელ დისტანციაზე მორბენალმა), ჰაილე იბრაგიმოვმა, 2011 წელს აზერბაიჯანის რეკორდი დაამყარა: მან 3000 მეტრი 7 წთ-სა და 40 წმ-ში გაიარა. რა საშუალო სიჩქარით გარბოდა სპორტსმენი?

3. ავტობუსმა ავტოსადგურიდან დაიწყო მოძრაობა ($v_0 = 0$) და 10 წმ-ში სიჩქარე 20 მ/წმ-მდე გაზარდა. განსაზღვრეთ ავტობუსის აჩქარება.

რა შეიტყუეთ?

----- ეწოდება ისეთ მოძრაობას, რომლის დროსაც დროის ტოლ შუალედებში სხეული სხვადასხვა გადაადგილებას ასრულებს. სიდიდეს, რომელიც ტოლია სხეულის მიერ გავლილი მთელი გზის შეფარდებისა მის გასავლელად საჭირო მთელ დროსთან, ----- ეწოდება. სიდიდეს, რომელიც ტოლია სიჩქარის ცვლილებისა დროის ერთეულში, ----- ეწოდება.

საკვანძო სიტყვები

აჩქარება
საშუალო სიჩქარე
არათანაბარი მოძრაობა

შეამოწმეთ თქვენი ცოდნა

1. რა ნიშნებით განსხვავდება არათანაბარი სიჩქარით მოძრაობა თანაბარი სიჩქარით მოძრაობისგან?
2. რატომ გამოიყენება არათანაბარი მოძრაობის დროს ფიზიკური სიდიდე, რომელსაც საშუალო სიჩქარე ეწოდება?
3. როგორ შეგვიძლია შევამოწმოთ სპიდომეტრის ჩვენების მართებულობა საათისა და გზის პირას განლაგებული მანძილის მარკენებლების მიხედვით?
4. რა არის აჩქარება?

1. 5. მოძრაობის ნარმოდგენა გრაფიკულად

ხშირად მექანიკურ მოძრაობას მოძრაობის დამახასიათებელ ფიზიკურ სიდიდეებს შორის დამოკიდებულების გრაფიკის საშუალებით წარმოადგენენ.

- როგორი სახე აქვს თანაბარი მოძრაობის სიჩქარის გრაფიკს?
- რით განსხვავდება თანაბარი მოძრაობის სიჩქარის დროზე დამოკიდებულებისა და გავლილი მანძილის დროზე დამოკიდებულების გრაფიკები?

კვლევის საშუალო-1. როგორ მოძრაობს ესკალატორი?

სამუშაოსთვის საჭიროა: უჯრებიანი სამუშაო ფურცელი (რეგული), სახაზავი, ფერადი ფანქარი.

სამუშაოს მსვლელობა: 1. ამოხსენით ამოცანა: მეტროს ესკალატორზე უძრავად მდგომი არიფი მეზობელ სანათებს შორის მანძილს 4 ნმ-ში გადის. ორ მეზობელ სანათს შორის მანძილი 3 მ-ია. განსაზღვრეთ, რა სიჩქარით მოძრაობს ესკალატორზე მდგომი არიფი. 2. მონაცემები ჩაწერეთ ცხრილში და განსაზღვრეთ ესკალატორის სიჩქარე:

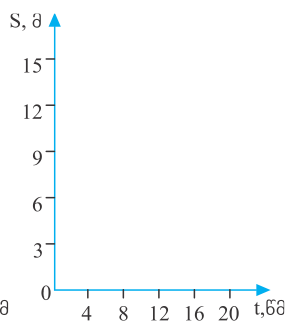
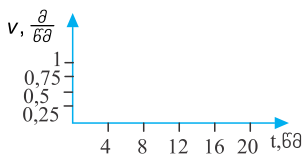


გავლილი გზის მონაკვეთები (s)	0-3 მ	3-6 მ	6-9 მ	9-12 მ	12-15 მ
დროის შუალედები (t)	0-4 წმ	4-8 წმ	8-12 წმ	12-16 წმ	16-20 წმ
სიჩქარე ($v = \frac{s}{t}$)	0,75 მ/წმ	0,75 მ/წმ	0,75 მ/წმ	0,75 მ/წმ	0,75 მ/წმ

3. ცხრილის მონაცემების მიხედვით ააგეთ სიჩქარის დროზე დამოკიდებულებისა და გავლილი მანძილის დროზე დამოკიდებულების გრაფიკები.

იმსჯელეთ შედეგებზე: 1. გააანალიზეთ ცხრილი და გააკეთეთ დასკვნა ესკალატორის მოძრაობის შესახებ. რა სიჩქარით მოძრაობს ესკალატორი?

2. რა დასკვნის გაკეთება შეიძლება გრაფიკების მიხედვით?



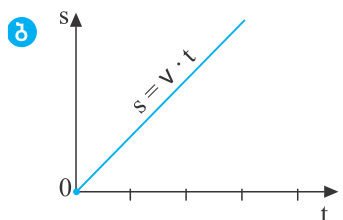
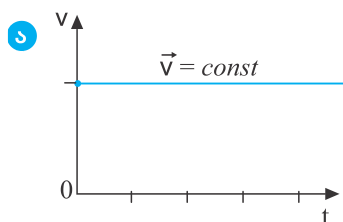
წრფივი თანაბარი მოძრაობის გრაფიკულად წარმოდგენა შეიძლება:

1. სიჩქარის დროზე დამოკიდებულების გრაფიკით (მოკლედ, *სიჩქარე – დროის გრაფიკით*);

2. გავლილი მანძილის დროზე დამოკიდებულების გრაფიკით (მოკლედ, *მანძილი – დროის გრაფიკით*)

- თანაბარი მოძრაობისას სიჩქარის დროზე დამოკიდებულების გრაფიკი დროის ღერძის პარალელური წრფეა (ა).

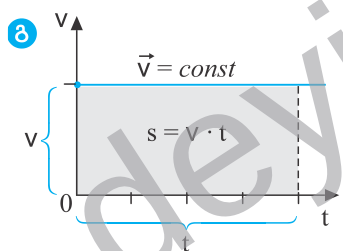
- თანაბარი მოძრაობისას გავლილი მანძილის დროზე დამოკიდებულების გრაფიკი კოორდინატთა სათავეზე გამავალი წრფეა (ბ).



გავლილი მანძილის განსაზღვრა თანაბარი მოძრაობის გრაფიკის მიხედვით.

- სხეულის მიერ გავლილი მანძილი სიჩქარის გრაფიკითა და t ღერძით შემოსაზღვრული ფიგურის ფართობის რიცხვითი მნიშვნელობის ტოლია.

- თანაბარი მოძრაობის დროს გავლილი მანძილი სიჩქარის გრაფიკითა და დროის ღერძით შექმნილი მართკუთხედის ფართობის ტოლია. მართკუთხედის გვერდებია v და t (გ).



გავლილი მანძილის განსაზღვრა არათანაბარი მოძრაობის გრაფიკის მიხედვით.

- არათანაბარი მოძრაობის დროს გავლილი მანძილიც სიჩქარის გრაფიკითა და დროის ღერძით შექმნილი ფიგურის ფართობის ტოლია. ამ ფართობის გამოსათვლელად საჭიროა:

- დავყოთ არათანაბარი მოძრაობის სიჩქარის გრაფიკი – ტეხილი წირი – ნაწილებად. თითოეულ ნაწილსა და დროის ღერძს შორის წარმოიქმნება ფიგურები (სამკუთხედები, მართკუთხედები, ტრაპეციები), რომელთა ფართობი ადვილი გამოსათვლელია;

- გამოვთვალოთ თითოეული ფიგურის ფართობი;

- გავლილი მანძილი გამოთვლილი ფართობების ჯამის ტოლია.

შექნილი ცოდნის გამოყენება

გამოთვალეთ გავლილი მანძილი არათანაბარი მოძრაობის გრაფიკების მიხედვით.

მოძრაობა	სიჩქარის დროზე დამოკიდებულების გრაფიკი	გავლილი მანძილის გამოთვლა სიჩქარის დროზე დამოკიდებულების გრაფიკის მიხედვით
ველოსიპედისტის თავისუფალი დაშვება გორაკიდან (პედლების ტრიალის გარეშე).		
ავტომობილის დამუხრუჭება სრულ გაჩერებამდე.		
ავტობუსის მოძრაობა შემდეგ გაჩერებამდე.		

რა შეიტყვეთ?

----- დროს ----- დროის ღერძის პარალელური წრფეა. ----- თანაბარი მოძრაობის დროს კოორდინატა სათავეზე გამავალი წრფეა.

საკვანძო სიტყვები

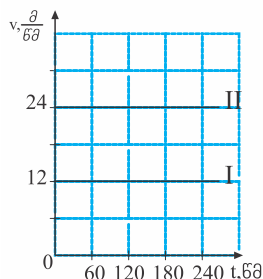
გავლილი მანძილის დროზე დამოკიდებულების გრაფიკი
სიჩქარის დროზე დამოკიდებულების გრაფიკი
თანაბარი მოძრაობა

შეამოწმეთ თქვენი ცოდნა

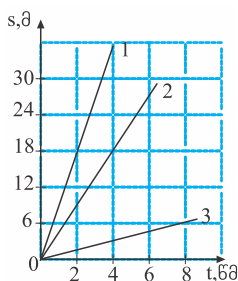
1. გავლილი მანძილის დროზე დამოკიდებულების მოცემული გრაფიკის მიხედვით განსაზღვრეთ: ა) 5 წმ-ში გავლილი მანძილი; ბ) 20 წმ-ში გავლილი მანძილი; გ) მოძრაობის სიჩქარე; დ) გავლილი მანძილის დროზე დამოკიდებულების მოცემული გრაფიკის მიხედვით ააგეთ სიჩქარის დროზე დამოკიდებულების გრაფიკი.	2. სიჩქარის დროზე დამოკიდებულების მოცემული გრაფიკის მიხედვით განსაზღვრეთ: ა) 6 წმ-ში გავლილი მანძილი; ბ) 12 წმ-ში გავლილი მანძილი.
--	---

საპარჯიშო – 2

- ნახატზე მოცემულია სიჩქარის დროზე დამოკიდებულების გრაფიკები ველოსიპედისტისა (I) და მოტოციკლეტისტისათვის (II). რა მანძილს გაივლის თითოეული მათგანი 3 წთ-ში?



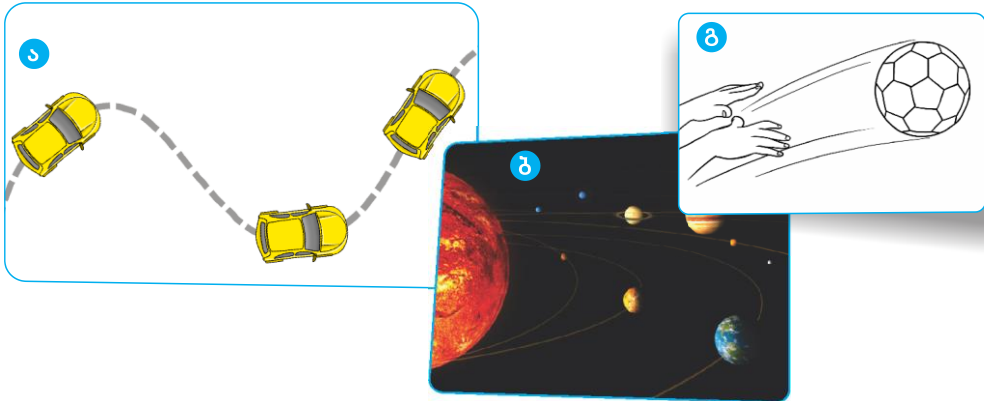
- მარათონული გარბენის დროს სტაიერი გაირბენს 18 კმ-ს 1 სთ-ში, შემდეგ 13 კმ-ს – 45 წთ-ში, ბოლო 11 კმ-ს – 35 წთ-ში. როგორია სტაიერის საშუალო სიჩქარე მთელ მარათონულ დისტანციაზე?
- ნახატზე მოცემულია გავლილი გზის დროზე დამოკიდებულების გრაფიკები სამი სხეულისათვის. შეადარეთ სხეულთა სიჩქარეები.



- 0,5 მ/წმ² აჩქარებით მოძრავი ავტომობილის სიჩქარე 72 კმ/სთ-იდან 108 კმ/სთ-მდე გაიზარდა. რა დრო დასჭირდა ავტომობილს სიჩქარის გასაზრდელად?

1.6. თანაბარი მოძრაობა წრეწირზე. წრეწირზე მოძრაობის პერიოდი და სიხშირე

ბუნებასა და ტექნიკაში, წრფივი მოძრაობის გარდა, გვხვდება მრუდწირული მოძრაობაც. მოსახვევებში ავტომობილის მოძრაობა (ა), პლანეტების მოძრაობა მზის ირგვლივ (ბ), გარკვეული სიმაღლიდან ჰორიზონტალურად გასროლილი ბურთის მოძრაობა (გ) – მრუდწირული მოძრაობის მაგალითებია.



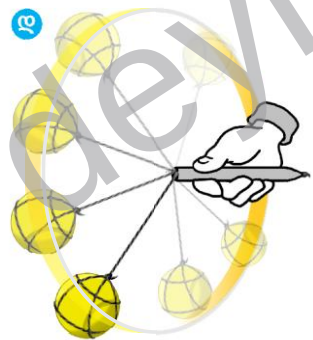
- როგორი ტრაექტორია აქვს ყველაზე მარტივ მრუდწირულ მოძრაობას?
- როგორ ტრაექტორიაზე მოძრაობენ მბრუნავი დისკოს წერტილები?

კვლევის საშუალო-1. როგორ ტრაექტორიაზე მოძრაობს სხეული?

სამუშაოსთვის საჭიროა: კაპრონის ძაფი (სიგრძით 30-40 სმ), ბურთულიანი კალმის ცარიელი ბუდე, ჩოგბურთის ბურთი.

სამუშაოს მსვლელობა: 1. განასკვეთ ძაფის ერთი ბოლო, მეორე ბოლო გააძვრინეთ კალმის ბუდეში და მასზე მიამაგრეთ ჩოგბურთის ბურთი. 2. თქვენმა მეგობარმა აიღოს კალმის ბუდე და ნელა დაატორიალოს ბურთი. დააკვირდით, როგორია ბურთის მოძრაობის ტრაექტორია (დ) 3. იმსჯელეთ მეგობრებთან ერთად, როგორია ტრაექტორია ბურთის სწრაფად ტრიალის დროს?

იმსჯელეთ შედეგებზე: 1. როგორ ტრაექტორიაზე მოძრაობს ბურთი? 2. რას ხედავთ, როდესაც ბურთი სწრაფად ბრუნავს?



წრეწირზე მოძრაობა მრუდწირული მოძრაობის ყველაზე მარტივი სახეა. მბრუნავი ბორბლის ან დისკოს წერტილები წრეწირზე მოძრაობს. წრეწირზე მოძრაობის დროს სიჩქარის მოდული შეიძლება იცვლებოდეს, მაგრამ სიმარტივისთვის განვიხილოთ მოძრაობები, რომელთა სიჩქარის მოდული უცვლელია.

- თანაბარი მოძრაობა წრეწირზე არის ისეთი მოძრაობა, რომლის სიჩქარის მოდული არ იცვლება: $v = \text{const}$.

თანაბარი მოძრაობა წრეწირზე პერიოდული მოძრაობაა, ანუ ეს არის მოძრაობა, რომელიც დროის გარკვეული შუალედის შემდეგ მეორდება.

პერიოდული მოძრაობა ხასიათდება ორი ფიზიკური სიდიდით – ბრუნვის პერიოდითა და ბრუნვის სიხშირით.

- **ბრუნვის პერიოდი ეწოდება დროს, რომელიც სხეულს სჭირდება წრეწირზე ერთი სრული ბრუნის შესასრულებლად:**

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

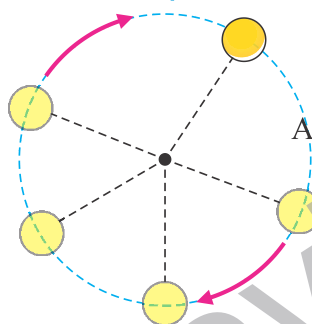
სადაც T – ბრუნვის პერიოდია, N – შესრულებული სრული ბრუნების რაოდენობა, t – ბრუნების შესასრულებლად საჭირო დრო. SI სისტემაში ბრუნვის პერიოდის საზომი ერთეულია წამი:

$$[T] = 1 \text{ წმ.}$$

რას ნიშნავს სრული ბრუნი სხეულის წრეწირზე მოძრაობის დროს?

თუ სხეულს რომელიმე A წერტილიდან ვაკვირდებით, როდესაც ერთი ბრუნის შესრულების შემდეგ ის ისევ A წერტილში აღმოჩნდება, ნიშნავს, რომ მან ერთი სრული ბრუნი შეასრულა (ე). თუ სხეული აგრძელებს წრეწირზე მოძრაობას და A წერტილში 2-ჯერ, 3-ჯერ... გაივლის, ის 2, 3... სრულ ბრუნს შეასრულებს.

ე ერთი სრული ბრუნი სხეულის წრეწირზე მოძრაობის დროს



- **ბრუნვის სიხშირე ფიზიკური სიდიდეა, რომელიც დროის ერთეულში შესრულებულ სრულ ბრუნებათა რიცხვის ტოლია.**

ბრუნვის სიხშირე აღინიშნება n ასოთი. ბრუნვის სიხშირის განსაზღვრისათვის საჭიროა, სრულ ბრუნებათა რაოდენობა გავყოთ დროზე, რომელიც მათ შესასრულებლად დაიხარჯა:

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

ბრუნვის სიხშირის საზომი ერთეული SI ერთეულთა სისტემაში

$$[n] = \frac{1}{\text{წმ}}$$

ბრუნვის პერიოდი და სიხშირე ურთიერთმეორეობითი სიდიდეებია:

$$T = \frac{1}{n}, \quad n = \frac{1}{T}$$

შექნილი ცოდნის გამოყენება

კვლევითი სამუშაო-2. ბრუნვის პერიოდისა და სიხშირის განსაზღვრა.

სამუშაოსთვის საჭიროა: ჩოგბურთის ბურთი, რომელიც მიბმულია საწერი კალმის ცარიელ ბუდეზე, წამმზომი.

სამუშაოს მსვლელობა: ერთ-ერთმა თქვენგანმა კალმის ბუდით ნელა, თანაბრად დაატრიალოს ბურთი. თქვენ წამმზომით გაზომეთ დრო, რომელიც ბურთს სჭირდება ერთი სრული ბრუნის შესასრულებლად და შედეგი ჩაინერეთ სამუშაო რვეულში. 2. გაიმეორეთ ცდა, გაზომეთ დრო, რომელიც ბურთს სჭირდება 10 და 15 სრული ბრუნის შესასრულებლად. 3. მიღებული შედეგების მიხედვით გამოთვალეთ ბურთის ბრუნვის პერიოდი და სიხშირე.

ცდის რიგითი ნომერი	სრულ ბრუნვათა რიცხვი	დახარჯული დრო (წმ)	ბრუნვის პერიოდი (წმ)	ბრუნვის სიხშირე (1/წმ)
1	$N_1=1$	$t_1=$	$T_1=$	$n_1=$
2	$N_2=10$	$t_2=$	$T_1=$	$n_2=$
3	$N_3=15$	$t_3=$	$T_3=$	$n_3=$

იმსჯელეთ შედეგებზე: მიღებული შედეგების მიხედვით შეიძლება თუ არა გავაკეთოთ დასკვნა, რომ ბურთი წრენირზე თანაბრად მოძრაობს?

რა შეიტყვეთ?

ყველაზე მარტივი მრუდწირული მოძრაობა არის ----- დროს, რომელსაც სხეული ხარჯავს ერთი სრული ბრუნის შესასრულებლად, ----- ეწოდება. ფიზიკურ სიდიდეს, რომელიც დროის ერთეულში შესრულებულ სრულ ბრუნვათა რიცხვის ტოლია, ----- ეწოდება.

საკვანძო სიტყვები

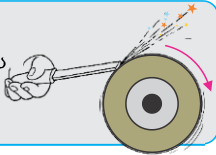
ბრუნვის პერიოდი
ბრუნვის სიხშირე
წრენირზე მოძრაობა

შეამოწმეთ თქვენი ცოდნა

- რა კავშირია ბრუნვის პერიოდსა და ბრუნვის სიხშირეს შორის?
- წრენირზე თანაბარი მოძრაობის დროს 2 წთ-ის განმავლობაში წერტილი 1200 სრულ ბრუნს ასრულებს. გამოთვალეთ წერტილის ბრუნვის პერიოდი და სიხშირე.
- გამოთვალეთ სხეულის მიერ შესრულებული სრულ ბრუნვათა რაოდენობა 8 წმ-ის განმავლობაში, თუ სხეულის წრენირზე თანაბარი ბრუნვის სიხშირეა $4 \frac{1}{\text{წმ}}$.

1.7. სიჩქარე და აჩქარება წრეწირზე თანაბარი მოძრაობის დროს

დანის გაღვსვა მბრუნავ სალეს ქვაზე



ავტომობილის ბორბლების ადგილზე ბრუნვა ტალახში



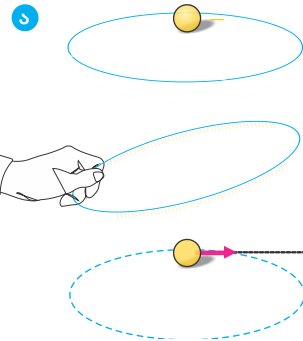
- რა მიმართულებით გაიტყორცნება ნაპერწკლები დანის ლესვის დროს?
- როგორ ტრაექტორიაზე და რა მიმართულებით მოძრაობს ბორბლიდან ასხლეტილი ტალახის შხეფები?

კვლევის მიზანი: რა მიმართულება აქვს სიჩქარეს?

კვლევისთვის საჭიროა: პლასტმასის რგოლი, ჩოგბურთის ბურთი.

სამუშაოს მსვლელობა:

1. დადეთ რგოლი მაგიდის ზედაპირზე. მოათავსეთ ბურთი მის შიგნით.
2. აამოძრავეთ ბურთი ისე, რომ რგოლის შიდა ზედაპირს ეხებოდეს და ასრულებდეს წრიულ მოძრაობას (ა).
3. გარკვეული დროის შემდეგ სწრაფად ასწიეთ რგოლი მაგიდის ზედაპირიდან და დააკვირდით ამ მომენტში ბურთის გადაადგილების მიმართულებას.
4. გაიმეორეთ ცდა კიდევ ორჯერ და ორივეჯერ დააკვირდით ბურთის სიჩქარის ვექტორის მიმართულებას. რგოლი ასწიეთ, როდესაც ბურთი ტრაექტორიის სხვადასხვა წერტილში იმყოფება.



იმსჯელეთ შედეგებზე:

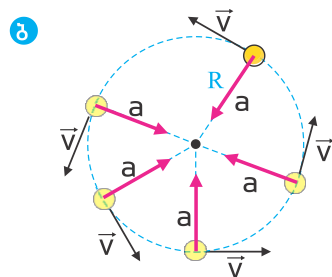
1. რგოლის აწევის დროს ბურთის სიჩქარის რა მიმართულება დააფიქსირეთ მოძრაობის მოცემულ წერტილში?
2. რა ჰიპოთეზა შეგიძლიათ გამოთქვათ წრეწირზე მოძრავი სხეულის სიჩქარის ვექტორის მიმართულების შესახებ?

წრეწირზე მოძრაობა ხასიათდება კიდევ ორი ფიზიკური სიდიდით: **ხაზოვანი სიჩქარით** და **ცენტრისკენული აჩქარებით**.

წრეწირზე მოძრაობის დროს სხეულის **ხაზოვანი სიჩქარე** ტრაექტორიის ყოველ წერტილში მიმართულია ტრაექტორიის ამ წერტილში გავლებული წრეწირის მხეხის გასწვრივ.

წრეწირზე თანაბარი მოძრაობის დროს სხეულის **ხაზოვანი სიჩქარის** რიცხვითი მნიშვნელობა უცვლელი რჩება, სიჩქარის მიმართულება კი განუწყვეტილად იცვლება.

ხაზოვანი სიჩქარის მიმართულების ცვლილების სისწრაფე ხასიათდება **ცენტრისკენული აჩქარებით**, რომელიც მიმართულია წრეწირის რადიუსის გასწვრივ, წრეწირის ცენტრისკენ (ბ).



რაზეა დამოკიდებული ხაზოვანი სიჩქარე და ცენტრისკენული აჩქარება?

დავუშვათ, სხეული თანაბრად მოძრაობს R-რადიუსიან წრეწირზე. დროის შუალედში, რომელიც ბრუნვის პერიოდის ტოლია ($t = T$), სხეული გაივლის მანძილს, რომელიც წრეწირის სიგრძის ტოლია: $l = 2\pi R$, (სადაც $\pi = 3,14$). ამ შემთხვევაში ხაზოვანი სიჩქარის მოძღული შეგვიძლია გამოვთვალოთ შემდეგნაირად:

$$v = \frac{l}{t} = \frac{2\pi R}{T}.$$

- მოცემული რადიუსის წრეწირზე მოძრაობის დროს სხეულის ხაზოვანი სიჩქარე ბრუნვის პერიოდის უკუპროპორციულია. თუ გავითვალისწინებთ, რომ ბრუნვის სიხშირე $n = 1/T$, შევძლებთ ფორმულის სახით ჩავწეროთ ხაზოვანი სიჩქარის დამოკიდებულება ბრუნვის სიხშირეზე:

$$v = 2\pi Rn.$$

- მოცემული რადიუსის წრეწირზე მოძრაობის დროს ხაზოვანი სიჩქარე ბრუნვის სიხშირის პროპორციულია.
- წრეწირზე თანაბარი მოძრაობის დროს ცენტრისკენული აჩქარება ხაზოვანი სიჩქარის კვადრატის წრეწირის რადიუსთან შეფარდების ტოლია:

$$a = \frac{v^2}{R}.$$

შეძენილი ცოდნის გამოყენება

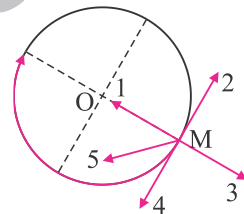
ამოხსენით ამოცანები:

1. მატერიალური წერტილი თანაბრად მოძრაობს წრეწირზე, რომლის რადიუსი 2 სმ-ია. განსაზღვრეთ მატერიალური წერტილის ბრუნვის პერიოდი და სიხშირე, თუ მისი ხაზოვანი სიჩქარე 15 მ/წმ-ია ($\pi = 3$).

მოცემულია:	საზომი ერთეულების გადაყვანა:		ფორმულა:	ამოხსნა:
R = 2 სმ v = 15 მ/წმ $\pi = 3$	...		v =, T =, n =	T =, n =
			პასუხი:	
T - ? n - ?				

2. სხეული ასრულებს თანაბარ მოძრაობას წრეწირზე საათის ისრის მოძრაობის მიმართულებით. M წერტილიდან გამომავალ რომელ ვექტორს ემთხვევა სხეულის მოძრაობის ხაზოვანი სიჩქარე?

- ა) 1
ბ) 2
გ) 3
დ) 4
ე) 5



3. წერტილი მოძრაობს 10 მ რადიუსის წრეწირზე 4 მ/წმ სიჩქარით. რის ტოლია მისი ცენტრისკენული აჩქარება?

- ა) 1,6 მ/წმ² ბ) 0,4 მ/წმ² გ) 4 მ/წმ² დ) 0,16 მ/წმ² ე) 40 მ/წმ²

რა შეიტყვეთ?

სხეულის წრენირზე მოძრაობის დროს მისი ----- ტრაექტორიის ყოველ წერტილში მიმართულია წრენირის მხეების გასწვრივ. ხაზოვანი სიჩქარის მიმართულების ცვლილების სისწრაფეს გამოხატავს -----, რომელიც მიმართულია წრენირის ცენტრისკენ.

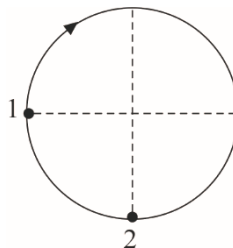
საკვანძო სიტყვები
ცენტრისკენული აჩქარება
ხაზოვანი სიჩქარე

შეამოწმეთ თქვენი ცოდნა

1. წრენირზე თანაბარი მოძრაობის დროს რომელ ფიზიკურ სიდიდეებზეა დამოკიდებული სხეულის ხაზოვანი სიჩქარის მოდული?
2. წრენირზე თანაბარი მოძრაობის დროს რომელ ფიზიკურ სიდიდეებზეა დამოკიდებული სხეულის ცენტრისკენული აჩქარების მოდული?
3. წრენირზე თანაბარი მოძრაობის დროს როგორ შეიცვლება ცენტრისკენული აჩქარება, თუ წრენირის რადიუსს 2-ჯერ გავზრდით?

საპარჯიშო – 3

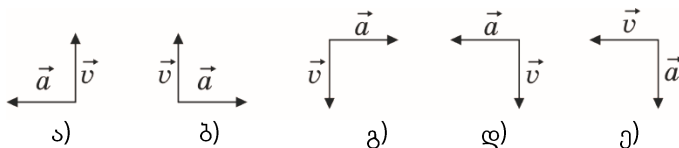
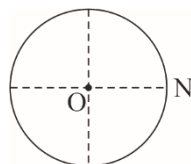
1. წრენირზე თანაბარი მოძრაობა იწყება წერტილიდან 1. ბრუნვის პერიოდის რა ნაწილი დაიხარჯება მე-2 წერტილამდე გასავლელ გზაზე?



2. სარეცხი მანქანის დოლი თანაბრად ბრუნავს და 1 წთ-ში 600 სრულ ბრუნს ასრულებს. როგორია დოლის ბრუნვის პერიოდი და ბრუნვის სიხშირე?
3. წრენირზე თანაბრად მოძრავი წერტილის ბრუნვის პერიოდი 10 წმ-ის ტოლია. რამდენ ბრუნს ასრულებს წერტილი 1 სთ-ში?
4. წრენირზე, რომლის რადიუსი 2 მ-ია, თანაბრად ბრუნავს წერტილი 5 მ/წმ სიჩქარით. გამოთვალეთ მისი ცენტრისკენული აჩქარება.
5. 4 მ რადიუსის წრენირზე თანაბრად მოძრავი სხეულის ბრუნვის სიხშირე $0,002 \frac{1}{\text{წმ}}$ -ის ტოლია. გამოთვალეთ სხეულის ხაზოვანი სიჩქარე ($\pi = 3$).

შემაჯამებელი დავალებები

1. როგორია წრეწირზე საათის ისრის საწინააღმდეგო მიმართულებით მოძრავი სხეულის სიჩქარისა და აჩქარების ვექტორების მიმართულება N წერტილში?



2. რა დროში გაივლის 8 კმ/წმ სიჩქარით მოძრავი კოსმოსური ხომალდი 960 კმ მანძილს?
ა) 2 სთ. ბ) 1 სთ და 20 წთ. დ) 2 წთ. ე) 12 წთ. ვ) 12 წმ.

3. სხეული მოძრაობას იწყებს M პუნქტიდან და ნახაზზე ნაჩვენები ტრაექტორიით ისევ M პუნქტში ბრუნდება. განსაზღვრეთ სხეულის მიერ გავლილი მანძილი და გადაადგილება.

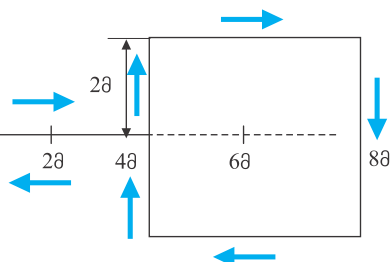
ა) გადაადგილება – 0 მ; მანძილი – 8 მ.

ბ) გადაადგილება – 8 მ; მანძილი – 8 მ.

გ) გადაადგილება – 24 მ; მანძილი – 24 მ.

დ) გადაადგილება – 0 მ; მანძილი – 24 მ.

ე) გადაადგილება – 24 მ; მანძილი – 0 მ.



4. ნახატზე გამოსახული ავტობუსები წრფივად და თანაბრად მოძრაობენ. ავტობუსების სიჩქარეებია შესაბამისად $v_1 = 36$ კმ/სთ და $v_2 = 72$ კმ/სთ. რა სიჩქარით მოძრაობს მეორე ავტობუსი პირველის მიმართ?

ა) 72 მ/წმ; ბ) 20 მ/წმ; გ) 108 მ/წმ; დ) 36 მ/წმ; ე) 10 მ/წმ.



5. როგორია საათის წამების მაჩვენებელი ისრის ბრუნვის პერიოდი?

ა) 12 წმ; ბ) 60 წმ; გ) 24 წმ; დ) 1 წმ; ე) 30 წმ.

მექანიკური მოძრაობის წარმოქმნის მიზეზი

2

გვ. 29–54

- 2.1. ძალა. ძალების ტოლქმედი
- 2.2. სხეულის ინერტულობა.
ნიუტონის პირველი კანონი
- 2.3. ნიუტონის მეორე კანონი
- 2.4. ნიუტონის მესამე კანონი
- 2.5. მსოფლიო მიზიდულობის კანონი
- 2.6. სიმძიმის ძალა
- 2.7. დრეკადობის ძალა. ჰუკის კანონი
- 2.8. წონა
- 2.9. ხახუნის ძალა

• შემაჯამებელი დავალებები



2.1. კალა. კალების ტოლქმედი

თუ დააკვირდებით ჩვენ გარშემო მიმდინარე მოვლენებს, თქვენ შეამჩნევთ სხეულის მოძრაობის დანეყებისა და მისი გაჩერების მომენტებს.

• რატომ იწყებენ სხეულები მოძრაობას ან რატომ ჩერდებიან მოძრავი სხეულები?

კვლევითი სამუშაო. რა არის სხეულის სიჩქარის ცვლილების მიზეზი?

სამუშაოსთვის საჭიროა: ორი ერთნაირი ურიკა, ქვიშით სავსე ტომარა, ვინრო დრეკადი ფირფიტა, მაკრატელი, ძაფი, პლასტილინი.

სამუშაოს მსვლელობა:

I ეტაპი: 1. ურიკა დადგით მაგიდაზე. 2. ბიძგით აამოძრავეთ.

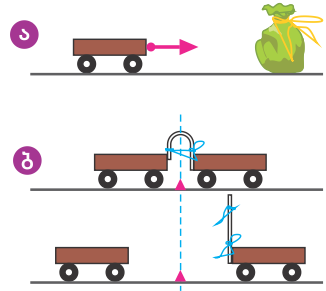
იმსჯელეთ შედეგებზე: 1. რატომ არის ურიკა უძრავ მდგომარეობაში? 2. რა არის საჭირო ურიკის ასამოძრავებლად?

II ეტაპი: 3. მოათავსეთ ქვიშიანი ტომარა ურიკის მოძრაობის გზაზე და დააკვირდით მოძრაობის პროცესს (ა).

იმსჯელეთ შედეგებზე: 1. ქვიშიან ტომარასთან შეჯახების შემდეგ რატომ იცვლება მხოლოდ ურიკის სიჩქარე?

III ეტაპი: 4. მიამაგრეთ დრეკადი ფირფიტა ერთ-ერთ ურიკას, რკალისებრად მოხარეთ და ძაფით დააფიქსირეთ. 5. მეორე ურიკა მიუახლოვეთ პირველს და შეახეთ მოხრილ ფირფიტას. ურიკებს შორის პლასტილინით მონიშნეთ შუა ნერტილი. გადაჭერით ძაფი და დააკვირდით ურიკების მოძრაობას (ბ).

იმსჯელეთ შედეგებზე: 1. რატომ მოჰყავს მოძრაობაში ორივე ურიკა ძაფის გადაჭრის შემდეგ გაშლილ ფირფიტას? 2. რა მიზეზით ხდება ურიკების სიჩქარის ცვლილება?



ზემოქმედების შედეგად უძრავი ურიკის სიჩქარე იცვლება. ძაფის გადაჭრის შემდეგ ორივე ურიკა განიცდის დრეკადი ფირფიტის მოქმედებას და ისინი საპირისპირო მიმართულებით ამოძრავდებიან. ჩატარებული კვლევის შემდეგ შეგვიძლია გავაკეთოთ დასკვნა:

1. თუ სხეულზე არ მოქმედებენ სხვა სხეულები, მისი სიჩქარე არ იცვლება.
2. სხეულის სიჩქარე იცვლება მხოლოდ მასზე სხვა სხეულების მოქმედების შედეგად.
3. ერთი სხეული მეორე სხეულზე მოქმედებისას ყოველთვის ასეთივე უკუქმედებას განიცდის მეორე სხეულის მხრიდან.

რა სიდიდე ახასიათებს სხეულზე მოქმედებას?

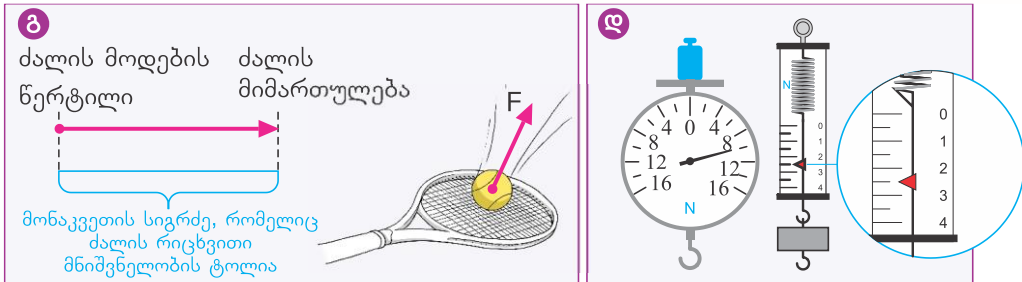
ფიზიკურ სიდიდეს, რომელიც ახასიათებს სხეულების ერთმანეთზე მოქმედებას, ძალა ეწოდება, ანუ ძალა არის სხეულების ურთიერთქმედების საზომი.

ძალა ვექტორული სიდიდეა და აღინიშნება **F** ასოთი. ძალის ვექტორი ხასიათდება მოდების ნერტილით, რიცხვითი მნიშვნელობითა და მიმართულებით.

• ძალის ვექტორი არის წრფის მიმართული მონაკვეთი, რომლის საწყისი არის ძალის მოდების ნერტილში, მონაკვეთის სიგრძე რიცხვობრივად ძალის რიცხვითი მნიშვნელობის ტოლია, ხოლო მისი მიმართულება ძალის მოქმედების მიმართულებას გვიჩვენებს (გ).

ერთეულთა SI სისტემაში ძალის საზომ ერთეულს ეწოდება ნიუტონი (ნ), ინგლისელი მეცნიერის ისააკ ნიუტონის პატივსაცემად: $[F] = 1 \text{ ნ}$.

ძალის გასაზომ ხელსაწყოს დინამომეტრი ეწოდება (ბერძნულად *dinamis* ნიშნავს ძალას, *metreo* – ვზომავ). არსებობს სხვადასხვაგვარი დინამომეტრი: ნახატზე წარმოდგენილი დინამომეტრებიდან ერთი 9 ნ-ს აჩვენებს, მეორე – 2,5 ნ-ს (დ).



რამდენი ძალა შეიძლება მოქმედებდეს სხეულზე? სხეული იშვიათ შემთხვევებში მხოლოდ ერთი ძალის მოქმედებას განიცდის. როგორც წესი, სხეულზე ერთდროულად რამდენიმე ძალა მოქმედებს. ასეთი რთული მოქმედების შეფასებისთვის მოხერხებულია, რამდენიმე ძალა ერთი ძალით შეცვალოთ.

• ძალას რომელიც სხეულზე ისეთსავე მოქმედებას ახდენს, როგორსაც ამ სხეულზე ერთდროულად მოქმედი რამდენიმე ძალა, **ამ ძალების ტოლქმედი ($\vec{F}$)** ეწოდება.

ნესი-1. ერთი წრფის გასწვრივ ერთი მხარეს მიმართული რამდენიმე ძალის ტოლქმედი მიმართულია იმავე მხარეს და მისი მოდული (რიცხვითი მნიშვნელობა) შემაღგენელი ძალების მოდულების ჯამის ტოლია.

ამოცანა. სხეულზე ერთდროულად ჰორიზონტალურად ერთ მხარეს მიმართული სამი ძალა მოქმედებს:

$$F_1 = 1,5 \text{ ნ}; F_2 = 3 \text{ ნ}; F_3 = 4,5 \text{ ნ}.$$

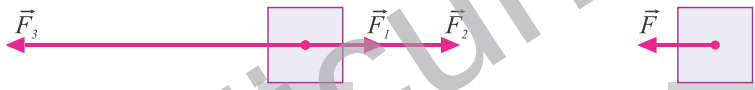
განსაზღვრეთ ტოლქმედი ძალის სიდიდე და მიმართულება:



მასშტაბი: 1 სმ – 1,5 ნ

$F = 9 \text{ ნ}$ და მიმართულია ჰორიზონტალურად მარჯვნივ.

ნესი-2. ერთი წრფის გასწვრივ საპირისპიროდ მიმართული ორი ძალის ტოლქმედი ძალა მიმართულია მოდულით უფრო დიდი ძალის მხარეს და მისი მოდული ამ ძალების მოდულების სხვაობის ტოლია.



შეძენილი ცოდნის გამოყენება

ამოხსენით ამოცანა. სხეულზე მოქმედებს ორი ძალა: ჰორიზონტალურად მარცხნივ მიმართული $F_1 = 2 \text{ ნ}$ და ჰორიზონტალურად მარჯვნივ მიმართული $F_2 = 3,5 \text{ ნ}$. განსაზღვრეთ ტოლქმედი ძალის რიცხვითი მნიშვნელობა და მიმართულება.

რა შეიტყვეთ

თუ სხეულზე სხვა სხეულები არ მოქმედებენ, ის ინარჩუნებს — მდგომარეობას. სხეულების ურთიერთქმედების საზომი არის —. SI სისტემაში ძალის საზომი ერთეული არის ——. ძალის გასაზომ ხელსაწყოს ეწოდება ——. ძალას, რომელიც სხეულზე ისეთივე მოქმედებას ახდენს, როგორსაც ერთდროულად მოქმედი რამდენიმე სხვა ძალა, ამ ძალების —— ეწოდება.

საკვანძო სიტყვები

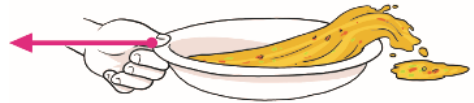
ძალა
ტოლქმედი
დინამომეტრი
ნიუტონი
უძრაობა

შეამოწმეთ თქვენი ცოდნა

1. როდის იცვლის სხეული სიჩქარეს?
2. რატომ ეწოდება სხეულებს შორის მოქმედებას ურთიერთქმედება?
3. რომელი ფიზიკური სიდიდე ახასიათებს და რომელი ხელსაწყოთი იზომება სხეულების ურთიერთქმედება?
4. რას ეწოდება ძალების ტოლქმედი?

2.2. სხეულის ინერტულობა. ნიუტონის პირველი კანონი

პატარა არიფი დასთან, ნაზრინთან ერთად სადილობისთვის ემზადება. მან წვნიანით სავსე თეფში მიიწია და თავის წინ გააჩერა. წვნიანი დაიღვარა. „ნაზრინ, მოძრაობის დასაწყისში წვნიანი თეფშის ერთი კიდიდან გადმოიღვარა, ხოლო გაჩერებისას – მეორე კიდიდან, რატომ?“ – ჰკითხა მან დას. „წვნიანი ინერციის გამო დაიღვარა“, – უპასუხა ნაზრინმა.



- სწორია თუ არა ნაზრინის პასუხი? რა არის ინერცია?

კვლევითი სამუშაო-1. შევსწავლოთ, რა არის ინერცია.

სამუშაოსთვის საჭიროა: 1. მონეტა, ჭიქა, მუყაოს ფურცელი.

სამუშაოს მსვლელობა: 1. ჭიქის ღია ზედაპირზე დადეთ ფურცელი, ფურცელზე მოათავსეთ მონეტა. 2. მიარტყით ხელი მუყაოს ისე, რომ ჭიქიდან გადავარდეს (ა). რა მოხდება? 3. გაიმეორეთ ცდა, ოღონდ ამჯერად ფურცელს ხელი წაავლეთ და ნელა გამოსწიეთ. დააკვირდით, რა მოხდება (ბ).

იმსჯელეთ შედეგებზე: 1. შეიძინა თუ არა სიჩქარე მონეტამ ფურცელზე ხელის მირტყმის დროს? 2. რა მოხდა ფურცლის ნელა გამოწვევის დროს? ახსენით მოვლენები, რომლებსაც დააკვირდით.



სხეულს არ შეუძლია სიჩქარის მყისიერად შეცვლა. უძრავ მდგომარეობაში მყოფი სხეული „ცდილობს“, შეინარჩუნოს ეს მდგომარეობა. მაგალითად, სითხე (წვნიანი) თეფშში უძრავ მდგომარეობაშია. თეფშის წინ გადაადგილების დროს სითხე „ცდილობს“, შეინარჩუნოს ეს მდგომარეობა. ამის გამო სითხე თეფშის კიდიდან

თეფშის მოძრაობის საპირისპირო მხარეს გადმოიღვრება. ანალოგიური მოვლენა ხდება თეფშის გაჩერების დროს: თეფშის გაჩერების შემდეგ სითხე გააგრძელებს მოძრაობას და თეფშის კიდიდან მოძრაობის მიმართულებით გადმოიღვრება.

ამ მოვლენებს თქვენ კვლევითი სამუშაოს დროს დააკვირდით. ამრიგად, სხეული მასზე ძალის მოქმედების დროს „ცდილობს“, შეინარჩუნოს თავისი უძრაობის მდგომარეობა ან მოძრაობის სიჩქარე. მდგომარეობის შესაცვლელად სხეულს ყოველთვის დროის გარკვეული შუალედი სჭირდება. სხეულის ამ თვისებას **ინერტულობა** ეწოდება. სიტყვა „ინერცია“ ნაწარმოებია ლათინური სიტყვისაგან *inertis*, რაც „უძრაობას“, „უმოქმედობას“ ნიშნავს.

- სხეულის ინერტულობა ნიშნავს, რომ მისი სიჩქარის შესაცვლელად ყოველთვის საჭიროა მასზე მოქმედება გარკვეული დროის განმავლობაში. სხეულის მიერ უძრაობის მდგომარეობის ან მოძრაობის სიჩქარის სიდიდისა და მიმართულების შენარჩუნების მოვლენას, როდესაც მასზე სხვა სხეულები აღარ მოქმედებენ, **ინერცია** ეწოდება.

მრავალრიცხოვანი კვლევის შედეგად ჩამოაყალიბეს ინერციის კანონი.

- არსებობს ისეთი ათვისის სისტემები, რომლებშიც, თუ სხეულზე ძალები არ მოქმედებს ან მოქმედი ძალების ტოლქმედი ძალა ნულის ტოლია, სხეული ინარჩუნებს უძრაობის მდგომარეობას ან მოძრაობს წრფივად და თანაბრად. რადგან ეს კანონი ინგლისელმა მეცნიერმა ისააკ ნიუტონმა ჩამოაყალიბა, მას **ნიუტონის პირველი კანონი** ეწოდება.

რა არის ინერტულობის საზომი? ინერტულობა ყველა სხეულს ახასიათებს: მსუბუქ და სატვირთო ავტომობილებს, ფრინველის ბუმბულს და სხვ. მაგრამ ამ სხეულების ინერტულობა განსხვავებულია. სხეულის ინერტულობა დამოკიდებულია მის მასაზე: დიდი მასის მქონე სხეული, ბუნებრივია, უფრო ინერტულია, ვიდრე მცირე მასის სხეული.

- სხეულის მასა არის მისი ინერტულობის საზომი.

ამგვარად, მასა განსაზღვრავს სხეულების ორ თვისებას: სხეულები ინერტულია და სხეულები ქმნიან გრავიტაციულ ველს.

შექნილი ცოდნის გამოყენება

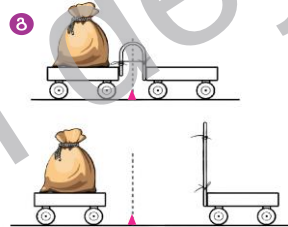
კვლევითი სამუშაო-2. რომელია უფრო ინერტული?

სამუშაოსთვის საჭიროა: ორი ერთნაირი ურიკა, პატარა ტომარა ქვიშით, ვინრო დრეკადი ფირფიტა, მაკრატელი, ძაფი, პლასტილინი.

სამუშაოს მსვლელობა:

1. ერთ-ერთ ურიკას მიამაგრეთ დრეკადი ფირფიტა, მოხარეთ რკალისებრად და დააფიქსირეთ ძაფით.
2. ქვიშიანი ტომარა მოათავსეთ მეორე ურიკაზე და მიუახლოვეთ პირველ ურიკას ისე, რომ დრეკად ფირფიტას ეხებოდეს. ურიკებს შორის მანძილის შუა ნერტილი მონიშნეთ პლასტილინით. გადაჭერით ძაფი და დააკვირდით, რა მოხდა (გ).

იმსჯელეთ შედეგებზე: რატომ შეიძინეს ურიკებმა განსხვავებული სიჩქარეები დრეკადი ფირფიტის ზემოქმედების შემდეგ? დაასაბუთეთ თქვენი დასკვნები.



რა შეიტყვეთ

სხეული, მასზე ძალის მოქმედების დროს, „ცდილობს“, შეინარჩუნოს ----- მდგომარეობა ან მოძრაობის სიჩქარე, ანუ ის -----. თუ სხეულზე არ მოქმედებს ----- ან მოქმედი ----- ნულის ტოლია, სხეული ინარჩუნებს უძრაობის მდგომარეობას ან მოძრაობს წრფივად და თანაბრად. ეს არის -----. სხეულის ინერტულობის საზომი არის მისი -----.

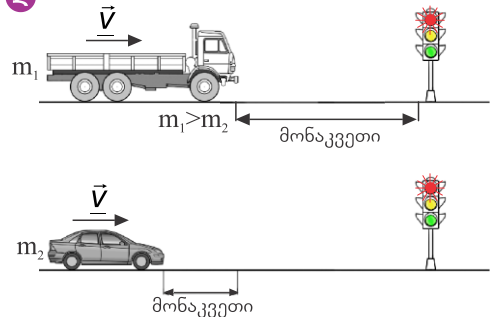
საკვანძო სიტყვები

ინერტული
ძალების ტოლქმედი
მასა
ძალა
ნიუტონის პირველი კანონი
უძრაობა

შეამოწმეთ თქვენი ცოდნა

1. რომელ ფიზიკურ მოვლენებში ვლინდება სხეულის ინერტულობა? 2. როგორ არის ჩამოყალიბებული ნიუტონის პირველი კანონი? 3. მოიყვანეთ ინერციის მოვლენასთან დაკავშირებული თქვენი მაგალითები. 4. ერთნაირი სიჩქარით მოძრაობა მსუბუქმა და სატვირთო ავტომობილებმა შექნიშანთან დაამუხრუჭეს (დ). რატომ არის სატვირთო ავტომობილის გაჩერება მსუბუქი ავტომობილის გაჩერებაზე უფრო ძნელი?

დ



პროექტი

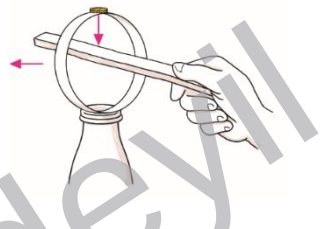
სცადეთ მონეტის ჩადგება ბოთლში.

სამუშაოსთვის საჭიროა: ბოთლი, მონეტა, ფურცელი, სახაზავი, ნებო.

სამუშაოს მსვლელობა: 1. მოაჭერით ფურცელს 1,5-2 სმ სიგანის ზოლი. შეაწებეთ მისი ბოლოები ისე, რომ რგოლი მიიღოს. 2. რგოლი ვერტიკალურ მდგომარეობაში მოათავსეთ ბოთლის ყელზე. დადეთ მონეტა რგოლის გარე ზედაპირზე, ბოთლის ყელის გასწვრივ. 3. მკვეთრად მიარტყით სახაზავი რგოლის შიდა გვერდით ზედაპირს.

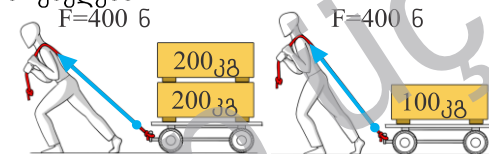
• რატომ არ გადმოვარდა მონეტა სახაზავის მირტყმის შემდეგ, არამედ ბოთლში ჩავარდა?

დანერეთ ამის შესახებ მცირე ესე.



2.3. ნიუტონის მეორე კანონი

ორივე ურიკაზე ერთნაირი ძალა მოქმედებს.



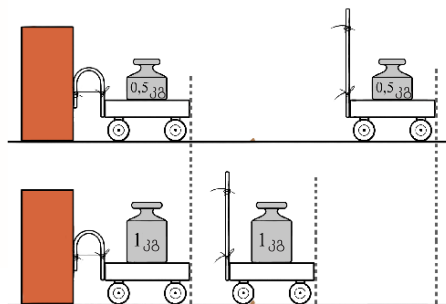
- რომელი ურიკის სიჩქარეს შეცვლის უფრო მეტად ეს ძალა?
- რაზე დამოკიდებული სხეულის სიჩქარის ცვლილება?

კვლევითი სამუშაო-1. რა არის სხეულის სიჩქარის ცვლილების მიზეზი?

სამუშაოსთვის საჭიროა: საწონები (0,5 კგ და 1 კგ), ურიკა, მიმაგრებული დრეკადი ფირფიტით, ძაფი, სახაზავი, აგური.

სამუშაოს მსვლელობა:

1. რკალისებრად მოხარეთ ურიკაზე მიმაგრებული დრეკადი ფირფიტა და შეეცადეთ დაფით. ურიკა მიადგით აგურს.
2. დადეთ ურიკაზე 0,5 კგ-იანი საწონი, გადაჭერით დაფი და გაზომეთ ურიკის მიერ გავლილი მანძილი (მოძრაობის დასაწყისში აგური ხელით შეაკავეთ).
3. გაიმეორეთ ცდა ურიკაზე დადებული 1 კგ-იანი საწონით. სამუშაო რვეულში დახაზეთ ცდის სქემატური გამოსახულება. სქემაზე აღნიშნეთ გაზომვის შედეგები.



იმსჯელეთ შედეგებზე: 1. რომელ ფიზიკურ სიდიდეს განსაზღვრავს სიჩქარის ცვლილების სიდიდის შეფარდება დროსთან, რომლის განმავლობაშიც ეს ცვლილება მოხდა? 2. რომელმა მოქმედებამ გამოიწვია ურიკის სიჩქარის ცვლილება? 3. ერთი და იმავე ძალის მოქმედების შემდეგ რომელი ურიკის სიჩქარე შეიცვლება უფრო მეტად? რატომ?

როგორც იცით, სხეულის სიჩქარის ცვლილების სიდიდის შეფარდებას დროსთან, რომელიც ამ ცვლილებას დასჭირდა, აჩქარება ეწოდება. სხეული აჩქარებას ძალის მოქმედების შედეგად შეიძენს. აჩქარება დამოკიდებულია სხეულზე მოქმედი ძალის სიდიდესა და სხეულის მასაზე: ერთი და იმავე ძალის მოქმედებით მცირე მასის სხეული უფრო მეტ აჩქარებას შეიძენს. ამგვარად, შეგვიძლია ჩამოვაყალიბოთ ნიუტონის მეორე კანონი:

• სხეულის აჩქარება მასზე მოქმედი ძალის პირდაპირპროპორციულია და სხეულის მასის უკუპროპორციულია.

$$\vec{a} = \frac{\vec{F}}{m},$$

სადაც m – სხეულის მასაა, $\vec{F}$ – სხეულზე მოქმედი ძალების ტოლქმედი, $\vec{a}$ – აჩქარება, რომელიც სხეულმა ამ ძალის მოქმედებით შეიძინა.

აჩქარების მიმართულება ემთხვევა ძალების ტოლქმედის მიმართულებას. ძალების ტოლქმედი, რომელიც სხეულს აჩქარებას ანიჭებს, გამოითვლება ფორმულით: $\vec{F} = m\vec{a}$. აქედან ძალის საზომი ერთეული, ნიუტონი, SI სისტემის ძირითადი ერთეულებით შემდეგნაირად გამოიხატება:

$$[F] = [m] [a] = 1 \text{ კგ} \cdot 1 \frac{\text{მ}}{\text{წმ}^2} = 1 \frac{\text{კგ} \cdot \text{მ}}{\text{წმ}^2} = 1 \text{ ნ}.$$



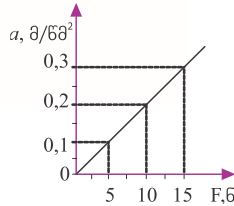
ისააკ ნიუტონი
(1643 – 1727)

დიდი ინგლისელი ფიზიკოსი. მან ჩამოაყალიბა სხეულების მექანიკური მოძრაობისა და ურთიერთქმედების კანონები, აღმოაჩინა მსოფლიო მიზიდულობის კანონი.

შეძენილი ცოდნის გამოყენება

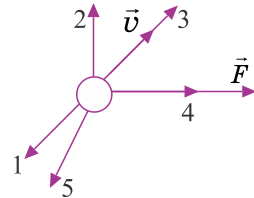
1. მოცემულია სხეულის აჩქარების სხეულზე მოქმედი ძალების ტოლქმედზე დამოკიდებულების გრაფიკი. განსაზღვრეთ სხეულის მასა.

- ა) 45 კგ
- ბ) 0,02 კგ
- გ) 4,5 კგ
- დ) 5 კგ
- ე) 50 კგ



2. ნახატზე წარმოდგენილია ბურთულაზე მოქმედი ძალებისა და მათი ტოლქმედი ძალის ვექტორები. რომელია ბურთულის აჩქარების მიმართულება?

- ა) 1
- ბ) 2
- გ) 3
- დ) 4
- ე) 5



3. რა აჩქარებით გადაადგილდება 4 კგ მასის სხეული, თუ მასზე 10 ნ ძალა მოქმედებს?

- ა) 40 მ/წმ²; ბ) 0,4 მ/წმ²; გ) 2,5 მ/წმ²; დ) 25 მ/წმ²; ე) 4 მ/წმ²;

რა შეიტყვეთ

ძალის მოქმედებით სხეული შეიძენს ----- ნიუტონმა განსაზღვრა, რომ სხეულის აჩქარება სხეულზე მოქმედი ძალის პირდაპირპროპორციულია და სხეულის მასის უკუპროპორციულია. ამ კანონს ----- ეწოდება. აჩქარების მიმართულება ემთხვევა ----- მიმართულებას.

საკვანძო სიტყვები

ძალების ტოლქმედი
ნიუტონის მეორე კანონი
აჩქარება

შეამოწმეთ თქვენი ცოდნა

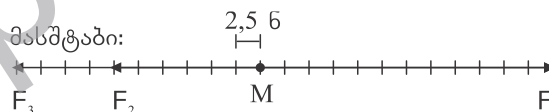
- რას ნიშნავს სხეულის სიჩქარის ცვლილება მასზე ძალის მოქმედების შედეგად?
- როგორ არის ჩამოყალიბებული ნიუტონის მეორე კანონი?
- როგორ გამოისახება საზომი ერთეული ნიუტონი SI სისტემის ძირითადი ერთეულებით?
- როგორ არის მიმართული აჩქარების ვექტორი?

სავარჯიშო – 4

- როგორ მოძრაობს სხეული, თუ მასზე სხვა სხეულები არ მოქმედებენ?
ა) უძრავი რჩება; ბ) მოძრაობს წრფივად, ცვლადი სიჩქარით; გ) მოძრაობს წრფივად და თანაბრად.
- რა აჩქარებით მოძრაობს 64 კგ მასის მქონე სხეული, თუ მასზე მოქმედი ძალების ტოლქმედი 192 ნ-ის ტოლია?
- M წერტილზე ოთხი ძალა მოქმედებს. განსაზღვრეთ ძალების ტოლქმედის მოდული.

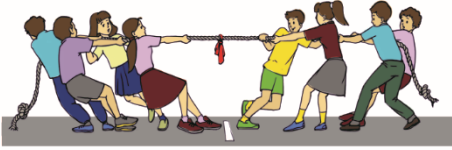


4. M წერტილზე სამი ძალა მოქმედებს. განსაზღვრეთ ტოლქმედი ძალის მოდული.



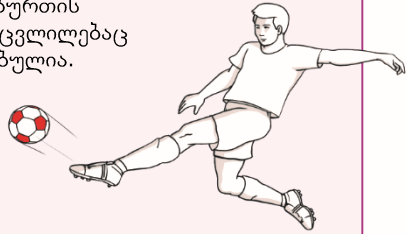
2.4. ნიუტონის მესამე კანონი

ბაგირის გადაწევაში შეჯიბრებაზე, გუნდების დიდი მონდომების მიუხედავად, გამარჯვებული ვერ გამოვლინდა.



- რატომ ვერ გამოვლინდა შეჯიბრებაში გამარჯვებული?
- რა შეიძლება ითქვას გუნდების მხრიდან ბაგირზე მოდებული ძალების სიდიდესა და მიმართულებაზე?

განსხვავებული დარტყმების შედეგად ბურთის სიჩქარის ცვლილებაც განსხვავებულია.



- განსხვავებულია თუ არა ფეხის მოძრაობის სიჩქარე სხვადასხვა დარტყმის დროს?
- გარკვეული ძალით დარტყმის დროს რა ძალით მოქმედებს ბურთი ფეხზე?

კვლევის საშუალო-1. ქმედება და უკუქმედება.

სამუშაოსთვის საჭიროა: დინამომეტრი (2 ცალი).

სამუშაოს მსვლელობა: დინამომეტრები გადაბით და გაჭიმეთ ერთმანეთის საპირისპირო მიმართულებით. ყურადღება მიაქციეთ გაჭიმული დინამომეტრების ჩვენებებს.



იმჯგულო შედეგებზე: 1. ჩვენებების მიხედვით, როგორი ძალებით ურთიერთქმედებენ დინამომეტრები? რატომ? 2. სქემატურად აჩვენეთ ამ ძალების ვექტორები.

ურთიერთქმედებისას სხეულები ერთმანეთზე გარკვეული ძალებით მოქმედებენ. მრავალრიცხოვანი დაკვირვების შედეგად ისააკ ნიუტონმა ჩამოაყალიბა კანონი, რომლის მიხედვითაც, ურთიერთქმედი სხეულები ერთმანეთზე ტოლი ძალებით მოქმედებენ.

• ნებისმიერი ორი სხეულის ურთიერთქმედების ძალები ტოლია მოდულით და საპირისპიროა მიმართულებით. ეს არის ნიუტონის მესამე კანონი.

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

სადაც $\vec{F}_1$ და $\vec{F}_2$ – შესაბამისად, ქმედებისა და უკუქმედების ძალებია, რომლებიც მიმართულია ერთი წრფის გასწვრივ. ნიშანი „-“ გამოხატავს იმას, რომ ძალები ერთმანეთის საპირისპიროაა მიმართული.

ძალების მოდულების ტოლობიდან გამომდინარე და ნიუტონის მეორე კანონის გათვალისწინებით მივიღებთ:

$$m_1 \cdot a_1 = m_2 \cdot a_2 \Rightarrow \frac{a_1}{a_2} = \frac{m_2}{m_1}$$

• ურთიერთქმედებისას სხეულების მიერ შეძენილი აჩქარებების მოდულები მათი მასების უკუპროპორციულია. ურთიერთქმედების დაწყებამდე უძრავი ($v_0=0$) სხეულების მიერ t დროში შეძენილი აჩქარებები გამოითვლება ფორმულებით:

$$a_1 = \frac{v_1}{t}; \quad a_2 = \frac{v_2}{t}.$$

სადაც t – სხეულების ურთიერთქმედების დროა, v_1 და v_2 – სხეულების მიერ შეძენილი სიჩქარეები. თუ ნიუტონის მეორე კანონის ფორმულაში ჩავსვამთ აჩქარების მნიშვნელობებს წინა ფორმულებიდან, მივიღებთ:

$$\frac{v_1}{v_2} = \frac{m_2}{m_1}$$

• სხეულების მიერ ურთიერთქმედებისას შეძენილი სიჩქარეების შეფარდება მათი მასების შეფარდების უკუპროპორციულია. ეს გამოსახულება გვაძლევს საშუალებას, სასწორის გარეშე განვსაზღვროთ ურთიერთქმედი სხეულების მასები:

$$m_2 = \frac{v_1 m_1}{v_2}; \quad m_1 = \frac{v_2 m_2}{v_1}$$

შეძენილი ცოდნის გამოყენება

კვლევის მიზანი: მასის განსაზღვრა სხეულების ურთიერთქმედების საშუალებით.

სამუშაოს საჭიროა: სხვადასხვა მასის ორი პლასტმასის ურიკა, დრეკადი ფირფიტა, ძაფი, ფანქარი, სახაზავი, წამმზომი, მაკრატელი.

სამუშაოს მსვლელობა: 1. ურიკები მოათავსეთ მაგიდის პერიმეტრულ ზედაპირზე. რკალისებრად მოხარეთ ურიკაზე მიმაგრებული დრეკადი ფირფიტა და შეკარით ძაფით. მეორე ურიკა მიადგით ფირფიტის თავისუფალ ბოლოს (ა). 2. მაგიდის ზედაპირზე ფანქრით აღნიშნეთ ურიკების შორის მანძილის შუა წერტილი, როგორც კოორდინატთა სათავე „0“. 3. ძაფის გადაჭრისას ჩართეთ წამმზომი. 4.

მცირე დროის, მაგალითად, 3 წამის შემდეგ, გამორთეთ წამმზომი და გაზომეთ ურიკების მიერ გავლილი მანძილი (ბ). გაზომვის შედეგად მიღებული დროისა და გავლილი მანძილის მნიშვნელობების მიხედვით გამოთვალეთ ურიკების სიჩქარეები:

$$v_1 = \frac{s_1}{t}; \quad v_2 = \frac{s_2}{t}.$$

5. ურთიერთქმედების კანონის ($v_1 / v_2 = m_2 / m_1$) გამოყენებით გამოთვალეთ მეორე ურიკის მასა.

იხსენებთ შედეგებზე: 1. რომელი ფორმულით გამოითვლება მეორე ურიკის მასა? 2. რა ისწავლეთ კვლევითი სამუშაოს შედეგად?

რა შეიტყვეთ

----- თანახმად, ურთიერთქმედებისას სხეულებზე მოქმედი ძალები ტოლია მოდულით და საპირისპიროა მიმართულებით. სხეულების ურთიერთქმედებისას მათი ----- მათი -----.

საპროექტო სიტუაცია

სიჩქარეების შეფარდება

ნიუტონის მესამე კანონი

მასების შეფარდების უკუპროპორციულია

შეამოწმეთ თქვენი ცოდნა

1. გზაზე მიმავალი ადამიანისთვის რომელია ქმედებისა და უკუქმედების ძალები?
2. თოფის გასროლის დროს აუცილებელია კონდახის მხარზე მიჭერა. რატომ?
3. რატომ არიან დაყოფილი მოკრივეები წონითი კატეგორიების მიხედვით?
4. როგორ არის ჩამოყალიბებული ნიუტონის მესამე კანონი?

2.5 მსოფლიო მიზიდულობის კანონი

„...ბარონი მიუჭაუზენი დედამინაზე ჩამოვიდა თოკით, რომელიც მთვარეზე იყო მიმაგრებული“, – რ. ე. რასპეს მოთხრობის კითხვისას მეშვიდე კლასის მოსწავლე არიფმა დას პკითხა:

– ნაზრინ, შესაძლებელია თოკით მთვარიდან დედამინაზე ჩამოსვლა?
– არა, – უპასუხა ნაზრინმა, – იმიტომ რომ მთვარის ზედაპირთან ახლოს მყოფ ადამიანს მთვარე უფრო მეტი ძალით იზიდავს, ვიდრე დედამინა.



- სწორი პასუხი გაცა თუ არა ნაზრინმა? რა არის მიზიდულობის ძალა?
- რა მოხდებოდა მზის სისტემაში, მიზიდულობის ძალა რომ არ არსებულებოდა?

კვლევითი სამუშაო. რატომ მოძრაობენ პლანეტები მზის ირგვლივ?

სამუშაოსთვის საჭიროა: მზისა და პლანეტების ზოგიერთი ფიზიკური პარამეტრის ცხრილი (იხილე: დამატება, ცხრილი 1).

სამუშაოს მსვლელობა. ცხრილის გამოყენებით გამოთვალეთ პლანეტების მასები და შეადარეთ მზის მასას.

იმსჯელეთ შედეგებზე: 1. რის ტოლია ერთად ყველა პლანეტის მასა კილოგრამებში? რამდენჯერ განსხვავდება ეს მასა მზის მასისგან? 2. რა მოხდებოდა, რომ არ არსებობდეს მასებს შორის ეს განსხვავება?

ცნობილია, რომ გალაქტიკის, მზის სისტემის, ასევე დედამინისა და მის ზედაპირზე ყველა სხეულის არსებობა შესაძლებელია მათ შორის გრავიტაციული ურთიერთქმედების არსებობის გამო.

გრავიტაციული ურთიერთქმედება არსებობს სამყაროს ყველა სხეულს შორის. ეს ურთიერთქმედება ხორციელდება გრავიტაციული ველის საშუალებით.

• გრავიტაციული ველი არის მატერიის სახე, რომლის საშუალებითაც ხდება გრავიტაციული ურთიერთქმედების გადაცემა სხეულებს შორის.

გრავიტაციული ველის ძირითადი თვისებებია:

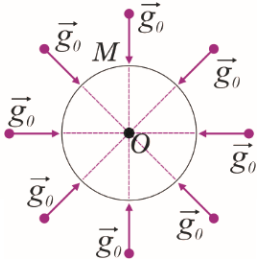
– გრავიტაციული ველის წყარო არის მასა: დიდი მასის მქონე სხეულების გრავიტაციული ველი უფრო ძლიერია, ვიდრე მცირე მასის სხეულების გრავიტაციული ველი;

– გრავიტაციული ველის ძალური მახასიათებელია ფიზიკური სიდიდე – დაძაბულობა.

გრავიტაციული ველის დაძაბულობა ვექტორული სიდიდეა და მიმართულია ველის რომელიმე წერტილიდან ველის წარმომქმნელი სხეულისკენ. გრავიტაციული ველის დაძაბულობა ველის ნებისმიერ წერტილში პროპორციულია ველის შემქმნელი მასისა და უკუპროპორციულია ველის ამ წერტილიდან მასის ცენტრამდე მანძილის კვადრატისა:

$$g_0 \sim \frac{M}{r^2}.$$

სადაც g_0 გრავიტაციული ველის დაძაბულობაა, M – მასა (პლანეტის მასა), r – მანძილი მასის ცენტრიდან მოცემულ წერტილამდე.



გრავიტაციული ველის მოქმედება დამოკიდებულია სხეულებს შორის მანძილზე: მანძილის გაზრდა იწვევს ველის მოქმედების შესუსტებას.

გრავიტაციული ურთიერთქმედება ხასიათდება გრავიტაციული ძალის რიცხვითი მნიშვნელობით. გრავიტაციული ურთიერთქმედების ძალის დამოკიდებულება სხეულების მასებზე და მათ შორის მანძილზე ინგლისელმა მეცნიერმა ისააკ ნიუტონმა განაზოგადა, როგორც მსოფლიო მიზიდულობის კანონი:

- სხეულები მიიზიდება ძალით, რომელიც მათი მასების პირდაპირპროპორციულია და უკუპროპორციულია მათ შორის მანძილის კვადრატისა:

$$F = G \frac{m_1 m_2}{r^2}.$$

სადაც F არის მიზიდულობის ძალის მოდული, m_1 და m_2 – სხეულების (მატერიალური წერტილების) მასები, r – მათ შორის მანძილი, G – გრავიტაციული მუდმივა (ან მიზიდულობის მუდმივა). გრავიტაციული მუდმივას საზომი ერთეული SI სისტემაში არის:

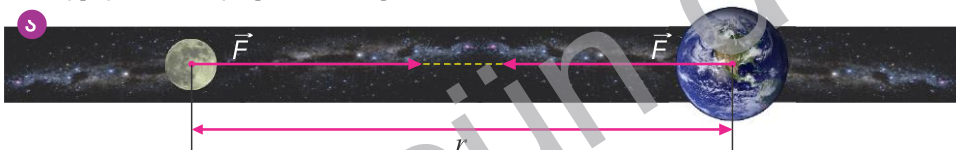
$$[G] = \frac{[F] \cdot [r^2]}{[m_1] \cdot [m_2]} = \frac{6 \cdot 8^2}{38^2}$$

მისი რიცხვითი მნიშვნელობა დადგინდა ცდების საშუალებით:

$$G = 6,67 \cdot 10^{-11} \frac{6 \cdot 8^2}{38^2}$$

ამ ფორმულით შეგვიძლია ვისარგებლოთ სფერული ფორმის სხეულებს შორის ურთიერთქმედების ძალის გამოთვლისასაც. ამ შემთხვევაში r სფეროების ცენტრებს შორის მანძილია.

ისევე, როგორც ყველა ურთიერთქმედება, მიზიდულობის ძალაც ორ სხეულს შორის აღიძვრება. მაგალითად, დედამიწა იზიდავს მთვარეს, მთვარე კი იზიდავს დედამიწას. დედამიწის მიზიდულობის ძალის მოდული მთვარის მიზიდულობის ძალის მოდულის ტოლია და ეს ძალები ურთიერთსაწინააღმდეგოდ მიმართული (ა). რადგან დედამიწის მასა მრავალჯერ მეტია მთვარის მასაზე, მთვარე ბრუნავს დედამიწის ირგვლივ. ციური სხეულების მოძრაობას სამყაროში მსოფლიო მიზიდულობის ძალა განაპირობებს.



შექნილი ცოდნის გამოყენება

ამოცანა-1: გამოთვალეთ ძალა, რომლითაც დედამიწა იზიდავს მზეს და მზე იზიდავს დედამიწას. გამოიყენეთ ფაზიკური სიდიდეები, რომლებიც მოყვანილია

ცხრილში (იხილეთ დამატება, ცხრილი 1) ($G = 6,67 \cdot 10^{-11} \frac{\text{ნ} \cdot \text{მ}^2}{\text{კგ}^2}$)

მოცემულია:	ფორმულა:	გამოთვლა:
$M_c = \text{ } \text{კგ}$ $M_3 = \text{ } \text{კგ}$ $r = \text{ } \text{მ}$ $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ნ} \cdot \text{მ}^2 / \text{კგ}^2$ $F = ?$	$F = G \frac{M_c M_3}{r^2}$	

რა შეიტყვეთ

სამყაროში სხეულებს შორის ურთიერთქმედების გადაცემა ხდება ---- საშუალებით. გრავიტაციული ველის ძალური მახასიათებელია ----. სხეულების ურთიერთმიზიდულობის ---- პირდაპიროპოროციულია მათი ---- ნამრავლის და უკუპოპოროციულია მათ შორის ---- კვადრატის. ეს არის ----.

საკვანძო სიტყვები

მანძილი

გრავიტაციული ველის დაძაბულობა ძალა

გრავიტაციული ველი მასა

მსოფლიო მიზიდულობის კანონი

შეამოწმეთ თქვენი ცოდნა

- რა ქმნის გრავიტაციულ ველს? გრავიტაციული ველის რომელი თვისებები იცით?
- რომელი მაგალითებით შეგიძლიათ დამტკიცოთ მსოფლიო მიზიდულობის კანონის სამართლიანობა?
- რატომ არ იგრძნობა ადამიანების ურთიერთმიზიდულობა?

სავარჯიშო _ 5

- ორი ურიკის ურთიერთქმედების შემდეგ მათი სიჩქარეები შესაბამისად არის $v_1 = 20 \text{ სმ/წმ}$ და $v_2 = 40 \text{ სმ/წმ}$. რის ტოლია მათი მასების შეფარდება: m_1/m_2 ?
- რა ერთეულებით იზომება გრავიტაციული მუდმივა ერთეულთა SI სისტემაში?
- ორი ბურთი, რომელთა რადიუსებია 1 მ, ხოლო მასები – 1 ტ, ერთმანეთს ეხება. გამოთვალეთ მათ შორის ურთიერთმიზიდულობის ძალა ($G = 6,67 \cdot 10^{-11} \frac{\text{ნ} \cdot \text{მ}^2}{\text{კგ}^2}$).
- 50 კგ მასის სხეულმა მეორე, 75 კგ მასის სხეულთან ურთიერთქმედების შემდეგ შეიძინა 3 მ/წმ² აჩქარება. გამოთვალეთ მეორე სხეულის აჩქარება.
- შავი ფერის ცხვარი, რომლის მასა 20 კგ-ია, რქებით დაეჯახა თეთრი ფერის ცხვარს, რომლის მასა 30 კგ-ია. შედეგად თეთრმა ცხვარმა 2 მ/წმ² აჩქარება შეიძინა. როგორ აჩქარებას შეიძენს შავი ცხვარი?

2.6. სიმძიმის ძალა

ადამიანები ყოველთვის აკვირდებოდნენ სხეულების ვარდნას: წყლის ვარდნას ჩანჩქერებში, ფოთლის ვარდნას, პარაშუტისტის ნახტომს თვითმფრინავიდან და ა. შ.

- რატომ მოძრაობენ ვარდნილი სხეულები დედამიწის ზედაპირისკენ?
- რომელი ძალის მოქმედებით იცვლება ვარდნილი სხეულის სიჩქარე?

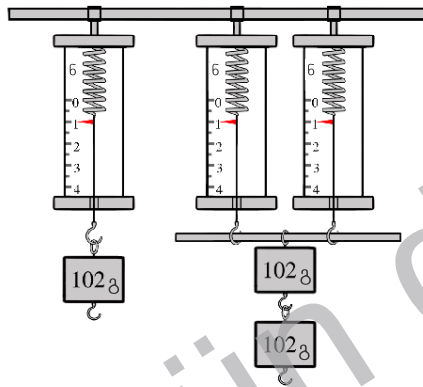


კვლევითი სამუშაო-1. რომელ სხეულს იზიდავს დედამიწა უფრო მეტი ძალით?

სამუშაოსთვის საჭიროა: დინამომეტრი (3 ცალი), საწონების ნაკრები (თითოეული მასით 102 გ.), შტატივი.

სამუშაოს მსვლელობა:

1. დინამომეტრები დაამაგრეთ შტატივზე ერთმანეთის გვერდით. ორი მეზობელი დინამომეტრი დააკავშირეთ მსუბუქი ჯოხით.
2. განცალკევებულ დინამომეტრზე დაკიდეთ ტვირთი და განსაზღვრეთ ძალა, რომლითაც მას დედამიწა იზიდავს.
3. დაკავშირებული დინამომეტრების საშუალებით განსაზღვრეთ ძალა, რომლითაც დედამიწა იზიდავს ორ ტვირთს.



იმსჯელეთ შედეგებზე: 1. რა ძალით იზიდავს დედამიწა ტვირთს, რომელიც განცალკევებულ დინამომეტრზეა დაკიდებული? 2. რა ძალით იზიდავს დედამიწა ორ ტვირთს, რომლებიც ერთმანეთთან დაკავშირებული დინამომეტრებზეა დაკიდებული? 3. როგორ არის დამოკიდებული დედამიწის მიზიდულობის ძალა სხეულის მასაზე?

ჩატარებული დაკვირვებებისა და კვლევების შედეგად ჩვენ დავადგინეთ ვარდნილი სხეულის ზოგიერთი თვისება:

- მათი მოძრაობის ტრაექტორია წრფივია;
- დედამიწის ზედაპირთან მიახლოებასთან ერთად მათი სიჩქარე იზრდება.

– ვარდნის დროს შეუძლებელია სხეულის თავისთავად უკან დაბრუნება.

დედამინის მიზიდულობის გამო ვარდნილი სხეულის სიჩქარე იცვლება. დედამინა სხეულს იზიდავს ძალით, რომელიც დედამინის ცენტრისკენაა მიმართული. სხეულიც იზიდავს დედამინას, მაგრამ, რადგან მისი მასა გაცილებით ნაკლებია დედამინის მასაზე, დედამინა სხეულისკენ არ მოძრაობს.

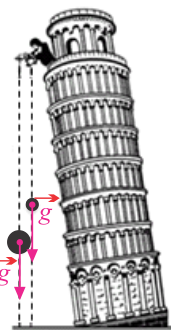
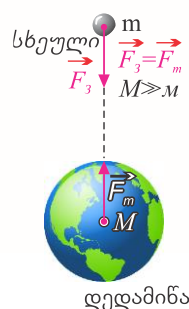
• ძალას, რომლითაც დედამინა (ან სხვა პლანეტა) იზიდავს სხეულს, **სიმძიმის ძალა** ეწოდება.

სიმძიმის ძალა ტოლია სხეულის მასის ნამრავლისა თავისუფალი ვარდნის აჩქარებაზე, რომელსაც სხეულს დედამინის მიზიდულობის ძალა ანიჭებს:

$$\vec{F}_{\text{სიმძ}} = m \cdot \vec{g}.$$

სადაც $\vec{F}$ – სიმძიმის ძალაა, m – სხეულის მასა, $\vec{g}$ – თავისუფალი ვარდნის აჩქარება, რომელსაც სხეულს სიმძიმის ძალა ანიჭებს. იტალიელმა მეცნიერმა გალილეო გალილემ ცდებით დაადგინა თავისუფალი ვარდნის აჩქარების სიდიდე. მან დამტკიცა, რომ ქალაქ პიზის დახრილი კოშკიდან თავისუფლად ვარდნილი სხვადასხვა მასის სხეულები ერთნაირი აჩქარებით მოძრაობენ. დედამინის საშუალო გეოგრაფიულ განედზე თავისუფალი ვარდნის აჩქარებაა:

$$g = 9,81 \text{ ნ/კგ} = 9,81 \text{ მ/წმ}^2$$



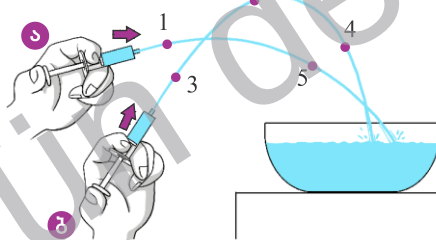
სიმეტრიულ ერთგვაროვან სხეულზე მოქმედი სიმძიმის ძალის ვექტორი სხეულის ცენტრშია მოდებული და დედამინის ცენტრისკენაა მიმართული. თავისუფლად ვარდნილი სხეულის აჩქარების ვექტორი მოძრაობის ტრაექტორიის ნებისმიერ წერტილში დედამინის ცენტრისკენაა მიმართული. სხვა სიტყვებით: თავისუფალი ვარდნის აჩქარების მიმართულება ემთხვევა გრავიტაციული ველის დაძაბულობის ვექტორის მიმართულებას.

შექნილი ცოდნის გამოყენება

კვლევითი სამუშაო-2. რატომ არ მოძრაობს წყლის ჭავლი წრფივად?

სამუშაოსთვის საჭიროა: შპრიცი (ნემსის გარეშე) (10 მლ), კიუვეტი, 1 ჭიქა წყალი.

სამუშაოს მსვლელობა: 1. წყლით სავსე შპრიცი დაიჭირეთ ჰორიზონტალურად კიუვეტის ზედაპირიდან 20-30 სმ სიმაღლეზე, ნელა დაანეჭით დგუშს და დააკვირდით შპრიციდან გამომავალი წყლის ჭავლის ტრაექტორიას (ა). 2. დააკვირდით, როგორ იცვლება წყლის ჭავლის ტრაექტორიის ფორმა შპრიცის ვერტიკალურ მდგომარეობაში გადაყვანის პროცესში (ბ).



იმსჯელეთ შედეგებზე: 1. რატომ არ მოძრაობს წყალი წრფივად? რა აიძულებს წყალს, იმოძრაოს მრუდწირულად? როგორია წყლის მოძრაობის აჩქარების მიმართულება მისი ტრაექტორიის 1, 2, 3, 4 და 5 წერტილებში? 3. ჩახაზეთ

წყლის ტრაექტორიები სამუშაო რვეულში და გრაფიკულად გამოსახეთ აჩქარების მიმართულებები.

რა შეიტყვეთ

----- არის ძალა, რომლითაც დედამიწა (ან სხვა პლანეტა) იზიდავს სხეულებს. სიმძიმის ძალა რიცხობრივად სხეულის მასისა და ----- ნამრავლის ტოლია. დედამიწაზე თავისუფლად ვარდნილი სხეულის აჩქარების ვექტორი მიმართულია -----.

საკვანძო სიტყვები

თავისუფალი ვარდნის აჩქარება
დედამიწის ცენტრი
სიმძიმის ძალა

შეამოწმეთ თქვენი ცოდნა

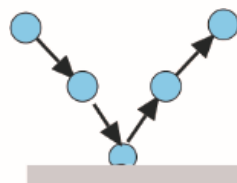
1. რატომ მოძრაობს ვარდნილი სხეული დედამიწისკენ და რატომ არ მოძრაობს დედამიწა სხეულისკენ?
2. მოქმედებს თუ არა დედამიწის ზედაპირზე უძრავად მყოფ სხეულზე სიმძიმის ძალა? პასუხი დაასაბუთეთ.
3. სქემატურად გამოსახეთ 4 კგ მასის სხეულზე მოქმედი სიმძიმის ძალა და გამოთვალეთ მისი მოდული (თავისუფალი ვარდნის აჩქარება $g = 10 \text{ მ/წმ}^2$).

სავარჯიშო – 6

1. ალუმინის კუბის მოცულობა $0,5 \text{ მ}^3$ -ია, ალუმინის სიმკვრივე – 2700 კგ/მ^3 . გამოთვალეთ კუბზე მოქმედი სიმძიმის ძალა ($g = 10 \text{ მ/წმ}^2$).
2. დედამიწის ზედაპირზე ასტრონავტზე მოქმედი სიმძიმის ძალა 882 ნ -ია. როგორი იქნება ასტრონავტზე მოქმედი სიმძიმის ძალა მთვარის ზედაპირზე (მდედამიწ. = $9,8 \text{ ნ/კგ}$, მთვარე. = $1,6 \text{ ნ/კგ}$)?
3. 74 კგ მასის სხეულზე მოქმედი სიმძიმის ძალა იუპიტერის ზედაპირზე 1739 ნ -ის ტოლია. როგორია სხეულის თავისუფალი ვარდნის აჩქარება იუპიტერზე?
4. პლანეტის გრავიტაციულ ველში კოსმოსურმა ხომალდმა სიმძიმის ძალის მოქმედებით 12 ნ/კგ აჩქარება შეიძინა. რის ტოლია გრავიტაციული ველის დაძაბულობა?
5. ასტრონავტის მასა დედამიწის ზედაპირზე 85 კგ -ის ტოლია. განსაზღვრეთ სიმძიმის ძალა, რომელიც იმოქმედებს ასტრონავტზე სატურნის ზედაპირზე (სატურნ. = $11,5 \text{ ნ/კგ}$).

2.7. დრეკადობის კალა. ჰუკის კანონი

სიმძიმის ძალის მოქმედებით მოძრავი ბურთის სიჩქარე იცვლება, ის თავისუფალი ვარდნის აჩქარებით ვარდება. დედამინის ზედაპირთან შეჯახების მომენტში ბურთი ფორმას იცვლის: ჯერ იკუმშება, შემდეგ ფორმას აღიდგენს და ზედაპირიდან აირეკლება.



- რა არის ბურთის ფორმის აღდგენის მიზეზი?

შეგვიძლია თუ არა პლასტილინის ნებისმიერი ფორმა მივცეთ?

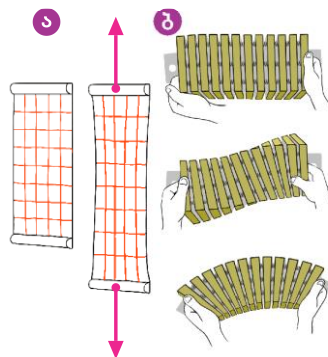


- რა თვისებით განსხვავდება პლასტილინი ბურთისაგან?

კვლევის საშუალო. რა აღადგენს სხეულის საწყის ფორმას?

სამუშაოსთვის საჭიროა: რეზინის აფსკი, სხეულის მოდელი, რომელიც შედგება ერთმანეთთან ზამბარებით დაკავშირებული ხის ფირფიტებისგან, სახაზავი, მარკერი.

სამუშაოს მსვლელობა: 1. სახაზავის გამოყენებით რეზინის აფსკზე მარკერით დახაზეთ უჯრები. 2. დაიჭირეთ აფსკი ორივე ხელით და სხვადასხვა მხარეს გაჭიმეთ. დააკვირდით, როგორ იცვლება უჯრების ფორმები და ზომები (ა). 3. დააკვირდით, როგორ იცვლება მოდელის ფირფიტების მდებარეობა ერთმანეთის მიმართ: მოდელის შეკუმშვის, გაჭიმვის, მოხრის, დაგრეხის, წანაცვლების დროს და, შესაბამისად, როგორ იცვლება მოდელის ფორმა (ბ).



იმსჯელები შედეგებზე: 1. რა დასკვნის გაკეთება შეიძლება უჯრების ფორმისა და ზომის ცვლილების საფუძველზე რეზინის აფსკის სხვადასხვა მიმართულებით გაჭიმვის დროს?

2. რა ცვლილებებს განიცდის მოდელი ფირფიტების ერთმანეთთან მიახლოების, დაშორების, შემობრუნების, წანაცვლების დროს? რა აღადგენს მოდელის საწყის მდგომარეობას მასზე ზემოქმედების შეწყვეტის შემდეგ?

დეფორმაცია. ყოველ სხეულს გარკვეული ფორმა აქვს. სხვა სხეულებთან ურთიერთქმედებისას სხეულის ფორმა იცვლება. სხეულის ფორმა იცვლება, როდესაც გარე ძალის მოქმედებით სხეულის შემადგენელი ნაწილები, რომლებიც უძრავი იყო ერთმანეთის მიმართ, გადანაცვლება.

• სხეულის ზომებისა და ფორმის ცვლილებას გარე ძალის მოქმედებით **დეფორმაცია** ეწოდება. არსებობს ორი სახის დეფორმაცია: დრეკადი და პლასტიკური.

• დრეკადი დეფორმაციის დროს გარე ზემოქმედების შეწყვეტის შემდეგ სხეული საწყის ფორმას აღიდგენს. პლასტიკური დეფორმაციის დროს სხეულს გარე ზემოქმედების შეწყვეტის შემდეგაც არ შეუძლია საწყისი ფორმის აღდგენა. მაგალითად: პლასტილინის, ცომის და სხვ.

სხეული განიცდის სხვადასხვა სახის დეფორმაციას: გაჭიმვას, შეკუმშვას, ღუნვას, გრეხას და წანაცვლებას (იხ. გვ. 45 – ბ).

დრეკადობის ძალა. ჰორიზონტალურ ზედაპირზე ვერტიკალურ მდგომარეობაში დევს ზამბარა. თუ ზამბარის თავისუფალ ბოლოს სხელით დავანწევით, ზამბარის ხვეები ერთმანეთს დაუახლოვდება. ზამბარა შეიკუმშება. ამ მომენტში ზამბარაში აღიძვრება შემკუმშავი ძალის საპირისპირო მიმართულების ძალა. თუ ზამბარას ხელს მოვაშორებთ, ეს ძალა ზამბარას საწყის მდგომარეობაში დააბრუნებს (გ). ძალას, რომლითაც ხელი მოქმედებს ზამბარაზე, მადეფორმირებელი ძალა ეწოდება, ხოლო ზამბარაში აღძრულ, სანინალმდეგოდ მიმართულ ძალას – დრეკადობის ძალა.

• დრეკადობის ძალა არის ძალა, რომელიც აღიძვრება სხეულში მისი დეფორმირების დროს და „ცდილობს“, დაუბრუნოს სხეულს საწყისი ფორმა.

დრეკადობის ძალა აღიძვრება დეფორმირებულ სხეულში და მიმართულია მადეფორმირებელი ძალის საპირისპიროდ.

ინგლისელმა მეცნიერმა რობერტ ჰუკმა განსაზღვრა, როგორ არის დამოკიდებული დრეკადობის ძალის სიდიდე სხეულის სიგრძის ცვლილებაზე მისი წაგრძელების ან შეკუმშვის დროს:

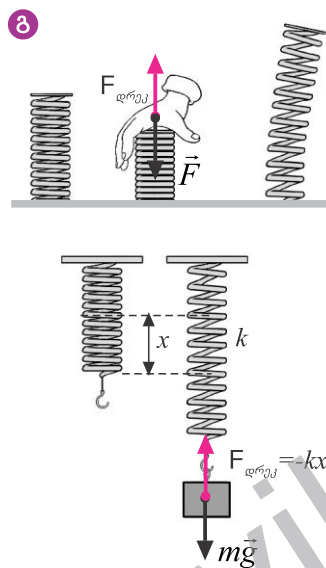
• დეფორმაციის დროს სხეულში აღძრული დრეკადობის ძალა დეფორმაციის სიდიდის პროპორციულია (გ):

$$F_{\text{დრეკ}} = k x$$

სადაც $F_{\text{დრეკ}}$ დრეკადობის ძალაა, x – წაგრძელების (ან შეკუმშვის) სიდიდე, k – პროპორციულობის კოეფიციენტი ან სხეულის სიხისტე. სიხისტე დამოკიდებულია სხეულის ზომებსა და ნივთიერებაზე, რომლისგანაც არის სხეული დამზადებული.

ერთეულთა SI სისტემაში სიხისტის საზომი ერთეულია:

$$[k] = \frac{[F_{\text{დრეკ}}]}{[x]} = \frac{16}{18} = 1 \frac{6}{8}.$$



შექნილი ცოდნის გამოყენება

ამოხსენით ამოცანა. ზამბარაზე დაკიდებული 6,5 ნ წონის ტვირთი ზამბარას 2 სმ-ით ჭიმავს. განსაზღვრეთ ზამბარის სიხისტე.

რა შეიტყვეთ

სხეულის ფორმისა და ზომების ცვლილებას გარე ძალის მოქმედებით ----- ეწოდება. ----- არის ძალა, რომელიც აღიძვრება სხეულში დეფორმაციის შედეგად და „ცდილობს“, დაუბრუნოს სხეულს საწყისი მდგომარეობა. დეფორმაციის დროს აღძრული დრეკადობის ძალა ----- პროპორციულია. ეს არის ----- დამოკიდებულია სხეულის ზომებსა და ნივთიერებაზე, რომლისგანაც სხეულია დამზადებული.

საკვანძო სიტყვები

დრეკადობის ძალა
ჰუკის კანონი
წაგრძელება
სიხისტე
დეფორმაცია

შეამოწმეთ თქვენი ცოდნა

1. მიუხედავად იმისა, რომ სხეულის სიჩქარე არ იცვლება, რატომ ამბობენ დე-ფორმაციის დროს, რომ ხდება ურთიერთქმედება?
2. რა არის დრეკადობის ძალა, სად გამოიყენება და როგორია მისი მიმართულება?
3. რაზეა დამოკიდებული სხეულის სიხისტე?

პრაქტიკული სამუშაო

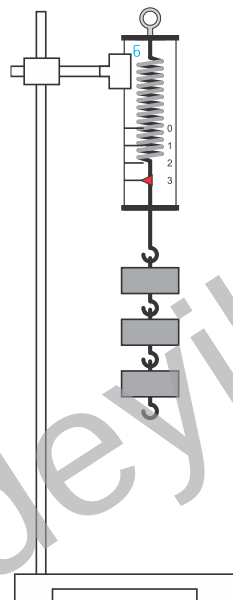
ზამბარის დაგრადუირება და მიღებული დინამომეტრით ძალის გაზომვა.

სამუშაოს მიზანი: ვისწავლოთ დინამომეტრის დაგრადუირება და მისი საშუალებით ძალების გაზომვა.

ხელსაწყოები და მასალები: სანონების ნაკრები (102 გ), დინამომეტრი, სკალაზე მიმაგრებული თეთრი ფურცლით, სამაგრი, შტატივი მოსრიალე რგოლით, სახაზავი.

მითითებები:

1. დაამაგრეთ შტატივზე დინამომეტრი ვერტიკალურ მდგომარეობაში. დინამომეტრის ისრის საწყისი მდებარეობა აღნიშნეთ ფურცელზე ციფრით „0“.
2. $F = mg$ ფორმულით განსაზღვრეთ სიმძიმის ძალა, რომელიც მოქმედებს ერთ ტვირთზე. ტვირთი დინამომეტრის ზამბარას ამ ძალით ჭიმავს. ამ დროს ზამბარაში აღძრული დრეკადობის ძალა ანონასნორებს სიმძიმის ძალას. დინამომეტრის ისრის მდებარეობა აღნიშნეთ ციფრით „1“.
3. დაკიდეთ დინამომეტრზე თანმიმდევრობით მეორე და მესამე ტვირთი. ისრის შესაბამისი მდებარეობები აღნიშნეთ ციფრებით „2“ და „3“. ეს ციფრები გვაჩვენებს, რომ ზამბარაზე მოდებულია, შესაბამისად, 1 ნ, 2 ნ და 3 ნ ძალა.
4. დინამომეტრი მოხსენით შტატივიდან. სახაზავის საშუალებით გაზომეთ მანძილები ნიშნულებს შორის. დარწმუნდით, რომ ისინი ტოლია. თუ ისინი განსხვავდება, ყველაფერი გაიმეორეთ.
5. სკალის ზედა ნაწილში დაწერეთ ასო „ნ“ (ნიუტონი). თქვენ დაამზადეთ დინამომეტრი.
6. დამზადებულ დინამომეტრზე დაკიდეთ სხვადასხვა ტვირთი და განსაზღვრეთ მათი წონები.



2.8. წონა

ყოველდღიურ ცხოვრებაში ხშირად გამოიყენება სიტყვა „წონა“; მაგალითად: „ხილის წონა“, „ჩემი წონა“, „სპორტსმენის წონა“ და სხვ.

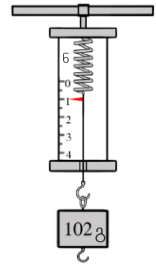
- რა არის წონა? რით განსხვავდება წონა მასისგან?
- რას განსაზღვრავს გამყიდველი სასწორზე პროდუქტის აწონის დროს: მასას თუ წონას?

კვლევის საშუალო-1. წონა თუ მასა?

სამუშაოსთვის საჭიროა: დინამომეტრი, საწონი (102 გ), შტატივი.

სამუშაოს მსვლელობა: 1. დაამაგრეთ დინამომეტრი შტატივზე, დაკიდეთ ტვირთი და აღნიშნეთ დინამომეტრის ჩვენება. 2. სამუშაო რვეულში გააკეთეთ ნახატი და სქემატურად აღნიშნეთ აღძრული ქმედებისა და უკუქმედების ძალების ვექტორები.

იმსჯელეთ შედეგებზე: 1. რომელი ძალების მოქმედების გამო არის დინამომეტრზე დაკიდებული ტვირთი უძრავ მდგომარეობაში? რა განსაზღვრეთ დინამომეტრის საშუალებით: ტვირთის მასა თუ წონა?



რა არის წონა? თუ ტვირთს მოვათავსებთ ჰორიზონტალურ ზედაპირზე, რომელიც დრეკად ფორფიტას წარმოადგენს, ტვირთი მასზე იმოქმედებს ზედაპირის პერპენდიკულარული ძალით, რომელიც სიმძიმის ძალის ტოლია. თავის მხრივ, დეფორმირებული ზედაპირი ტვირთზე საპირისპირო მიმართულების დრეკადობის ძალით იმოქმედებს. ამ დრეკადობის ძალას საყრდენის რეაქციის ძალა ეწოდება და აღინიშნება $\vec{N}$ ასოთი (ა).

უძრავ წერტილზე დამაგრებულ ძაფზე დაკიდებული ტვირთის შემთხვევაში ჩვენ ვერ ვამჩნევთ საკიდის დეფორმაციას, მაგრამ სინამდვილეში ტვირთი საკიდზე სიმძიმის ძალის ტოლი ძალით მოქმედებს, ხოლო საკიდი, თავის მხრივ – საპირისპიროდ მიმართული დრეკადობის ძალით. ხშირად ამ ძალას საკიდის დაჭიმულობის ძალას უწოდებენ და აღნიშნავენ $\vec{T}$ ასოთი (ბ).

რატომ მოქმედებს სხეული საყრდენსა და საკიდზე? დედამიწა იზიდავს სხეულებს, მაგრამ უძრავი საყრდენი ან საკიდი ხელს უშლის მათ ვარდნას. შედეგად სხეული აწვება საყრდენს ან ჭიმავს საკიდს სიმძიმის ძალის ტოლი ძალით.

• **წონა** არის ძალა, რომლითაც, დედამიწის მიზიდულობის გამო, სხეული მოქმედებს საყრდენზე ან საკიდზე. წონა აღინიშნება $\vec{P}$ ასოთი.

წონის ვექტორი მოდებულია საყრდენზე ან საკიდზე:

• საყრდენზე მოდებული წონის ვექტორი საყრდენი ზედაპირის მართობულადაა მიმართული. თუ ჰორიზონტალური საყრდენი ან ვერტიკალური საკიდი უძრავია ან დედამიწის მიმართ წრფივად და თანაბრად მოძრაობს, მაშინ სხეულის წონა რიცხობრივად სხეულზე მოქმედი სიმძიმის ძალის ტოლია.

$$P = mg.$$

როგორც ირკვევა, სხეულის წონა და მისი მასა სრულიად განსხვავებული სიდიდეებია: წონა არის ძალა, ვექტორული სიდიდე და მისი საზომი ერთეული არის ნიუტონი (ნ). მასა კი სკალარული სიდიდეა.

ყოველთვის ტოლია თუ არა სხეულის წონა და სიმძიმის ძალა? წონაც და სიმძიმის ძალაც სრულიად განსხვავებული ძალებია: პირველ რიგში, სიმძიმის ძალა მოდებულია სხეულზე, ხოლო წონა მოდებულია საყრდენზე ან საკიდზე. მეორე, სიმძიმის ძალის მნიშვნელობა, დედამიწის მოცემულ წერტილში, ყოველთვის განისაზღვრება ფორმულით $F = mg$, ხოლო წონა შეიძლება იყოს როგორც მეტი, ისე ნაკლები ამ მნიშვნელობაზე. თუ წონა მეტია mg -ს მნიშვნელობაზე, ამბობენ, რომ სხეული განიცდის ჭარბ დატვირთვას.

ზოგიერთ შემთხვევაში სხეულის წონა ნულის ტოლია: ამ დროს სხეულს არ გააჩნია საყრდენი ან საკიდი და ამბობენ, რომ ის უწონობის მდგომარეობაშია. მაგალითად, წყალში მხტომელი, იმ მომენტიდან, როცა ტრამპლინს მოსწყდება, წყალთან შეხების მომენტამდე; ასროლილი ქვა, ვიდრე მიწაზე დაეცემა (ჰაერის წინააღმდეგობას არ ვითვალისწინებთ), უწონობის მდგომარეობაშია.

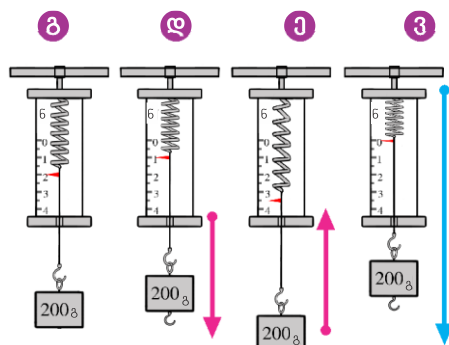
შეძენილი ცოდნის გამოყენება

კვლევის საშუალო-2. რა წონა აქვს ტვირთს?

სამუშაოსთვის საჭიროა: დინამომეტრი, საწონი (200 გ).

სამუშაოს მსვლელობა: 1. განსაზღვრეთ დინამომეტრზე დაკიდებული ტვირთის წონა უძრავ მდგომარეობაში. შემდეგ განსაზღვრეთ ტვირთის წონა, როცა ტვირთი დინამომეტრთან ერთად ვერტიკალურად ჯერ ზევით მოძრაობს, შემდეგ – ქვევით (გ). 2. განსაზღვრეთ ტვირთის წონა დინამომეტრთან ერთად ვერტიკალურად ქვევით ზრდადი სიჩქარით მოძრაობის დროს (დ). 3. განსაზღვრეთ ტვირთის წონა დინამომეტრთან ერთად ვერტიკალურად ზევით ზრდადი სიჩქარით მოძრაობის დროს (ე). 4. განსაზღვრეთ ტვირთის წონა დინამომეტრთან ერთად ქვევით მკვეთრი მოძრაობის დროს (ვ).

იმსჯელეთ შედეგებზე: 1. რის ტოლია ტვირთის წონა, რომელიც დაკიდებულია დინამომეტრზე და მასთან ერთად უძრავია ან ზევით-ქვევით თანაბრად მოძრაობს? 2. რა ცვლილებას განიცდის ტვირთის წონა, როდესაც დინამომეტრთან ერთად ზრდადი სიჩქარით მოძრაობს ზევით? რა ეწოდება ამ მდგომარეობას? 3. რა ცვლილებას განიცდის ტვირთის წონა, როდესაც დინამომეტრთან ერთად ქვევით ზრდადი სიჩქარით მოძრაობს? 4. რის ტოლია სხეულის წონა დინამომეტრთან ერთად ქვევით მკვეთრი მოძრაობის დროს?



რა შეიტყვეთ

----- ეს არის ძალა, რომლითაც სხეული, დედამიწის მიზიდულობის გამო, მოქმედებს საყრდენზე ან საკიდზე. წონის მოდების წერტილი არის ----- ან -----. თავისუფალი ვარდნის დროს სხეული ----- მდგომარეობაშია.

საკვანძო სიტყვები

საყრდენი
წონა
უწონობა
საკიდი

შეამოწმეთ თქვენი ცოდნა

1. რა განსხვავებაა სხეულის მასას, წონასა და სიმძიმის ძალას შორის? 2. რა შემთხვევაშია სხეულის წონა მასზე მოქმედი სიმძიმის ძალის ტოლი? 3. განვიცდით თუ არა უწონობის მდგომარეობა? პასუხი დაასაბუთეთ. 4. სქემატურად გამოსახეთ მაგიდაზე დადებულ წიგნზე მოქმედი სიმძიმის ძალა და წონა. 5. როგორი მოძრაობის დროს განიცდის სხეული ჭარბ დატვირთვას?

2.9. ხახუნის ძალა

ალბათ, დაკვირვებისხარტ, ზამთარში, თოვლიან და ყინვიან ამინდში, როგორ უჭირტ ავტომობილებს თუნდაც უმნიშვნელო აღმართზე მოძრაობა; თოვლიტ დაფარულ ტროტუარებზე წვალებიტ გადაადგილდებიან ქვეითად მოსიარულეებიც. ძნელია სიარული მარმარილოს ფილებიტ დაფარულ გზებზე სკვერში.

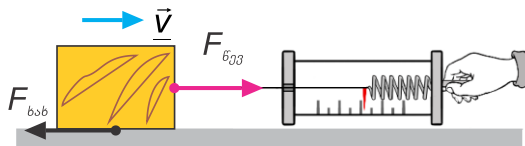
- რატომ არის ადამიანისთვის უფრო ადვილი მოძრაობა უსწორმასწორო გზაზე, ვიდრე თოვლიტ და ყინულიტ დაფარულ გზაზე?

კვლეპიტი სამუშაო-1. რატომ მოძრაობს სხეული თანაბრად?

სამუშაოსთვის საჭიროა: სწორი ზედაპირი, ძელაკი, დინამომეტრი, ძაფი.

სამუშაოს მსვლელობა: მიაბიტ ძელაკი დინამომეტრს და თანაბრად აამოძრავეტ ჰორიზონტალურ ზედაპირზე.

დინამომეტრი გვიჩვენებს ძელაკზე მოქმედ წევის ძალას ($F_{წევ.}$).

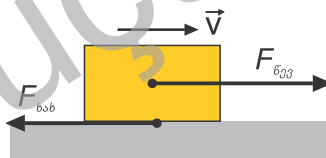


იმსჯელეტ შედეგებზე: 1. რატომ მოძრაობს ძელაკი თანაბრად, იმის მიუხედავად, რომ მასზე წევის ძალა მოქმედებს? 2. წევის ძალის ტოლი რომელი ძალა უწევს სხეულს წინააღმდეგობას?

ხახუნის ძალა. სხეული ჰორიზონტალურ ზედაპირზე წევის ძალის ($F_{წევ.}$) მოქმედებით წრფივად და თანაბრად მოძრაობს. ამ მოძრაობის დროს სხეულზე წევის ძალის ტოლი და საპირისპიროდ მიმართული სხვა ძალაც მოქმედებს. ამ ძალას ხახუნის ძალა ეწოდება.

ერთი სხეულის მეორე სხეულის ზედაპირზე მოძრაობის დროს აღიძვრება ხახუნის ძალა, რომელიც მოძრაობის მიმართულების საწინააღმდეგოდაა მიმართული. ხახუნის ძალის ასოიტი აღნიშვნაა $\vec{F}_{ბახ.}$, ის მოდებულია სხეულზე და მიმართულია სხეულთან შეხებაში მყოფი ზედაპირის პარალელურად, მოძრაობის საწინააღმდეგოდ. წევის ძალასა და ხახუნის ძალას შორის თანაფარდობა შეიძლება სხვადასხვა იყოს:

1. წევის ძალისა და ხახუნის ძალის მოდულები ტოლია: $F_{წევ.} = F_{ბახ.}$. ტოლქმედი ძალა წულის ტოლია: $F = F_{წევ.} - F_{ბახ.} = 0$. სხეული წრფივად და თანაბრად მოძრაობს.



II. წევის ძალა მეტია ხახუნის ძალაზე: $F_{წევ.} > F_{ხახ.}$. ტოლქმედი ძალა მიმართულია წევის ძალის მხარეს: $F = F_{წევ.} - F_{ხახ.} \neq 0$. სხეულის სიჩქარე იზრდება.

III. ხახუნის ძალა მეტია წევის ძალაზე: $F_{წევ.} < F_{ხახ.}$. ტოლქმედი ძალა მიმართულია ხახუნის ძალის მხარეს: $F = F_{ხახ.} - F_{წევ.} \neq 0$. სხეულის სიჩქარე მცირდება.

ხახუნის ძალა სამი სახისაა: გორვის ხახუნის ძალა, სრიალის ხახუნის ძალა და უძრაობის ხახუნის ძალა:

გორვის ხახუნის ძალა	ერთი სხეულის მეორე სხეულის ზედაპირზე გორვისას აღიძვრება	 მიმართულია მოძრაობის საპირისპიროდ
სრიალის ხახუნის ძალა	ერთი სხეულის მეორე სხეულის ზედაპირზე სრიალისას აღიძვრება	 მიმართულია მოძრაობის საპირისპიროდ
უძრაობის ხახუნის ძალა	უძრავი სხეულის ამოძრავების მცდელობისას აღიძვრება	 მიმართულია ზედაპირის პარალელურად წევის ძალის საპირისპიროდ
	ერთი და იმავე სხეულისთვის $F_{ხახ.უძრ.} < F_{ხახ.}$ და $F_{ხახ.} > F_{ხახ.გორვ.}$. თუ შეხებაში მყოფ ზედაპირებს შორის ბურთულებია მოთავსებული, ხახუნი მნიშვნელოვნად მცირდება.	

იცით თუ არა, რომ?

ბურთულა საკისარი და კონუსური საკისარი ფართოდ გამოიყენება ტექნიკაში შეხებაში მყოფ ზედაპირებს შორის ხახუნის შესამცირებლად.



შეხებაში მყოფ ზედაპირებს შორის ხახუნის შესამცირებლად იყენებენ საპოხს. საპოხი ავსებს ზედაპირებზე არსებულ თვალით უხილავ უთანაბრობებს, აგლუვებს და ამორებს ზედაპირებს.

რაზეა დამოკიდებული ხახუნის ძალა?

სრიალის ხახუნის ძალის მოდული დამოკიდებულია წნევის ძალაზე, რომლითაც სხეული აწევა ზედაპირს და შეხებაში მყოფი ზედაპირების სიგლუვის ხარისხზე:

$$F_{ხახ.} = \mu F_{წევ.}$$

სადაც $F_{წვევ.}$ წნევის ძალაა. თუ სხეული ჰორიზონტალურ ზედაპირზე სრიალებს, წნევის ძალა სიმძიმის ძალის ტოლია:

$$F_{წვევ.} = mg.$$

μ სრიალის ხახუნის კოეფიციენტი, რომელიც დამოკიდებულია შეხებაში მყოფი ზედაპირების მასალის გვარობასა და ზედაპირების სიგლუვის ხარისხზე. სრიალის ხახუნის კოეფიციენტი საზომი ერთეული არ აქვს. ზოგიერთი ნივთიერების ხახუნის კოეფიციენტი მოცემულია ცხრილში (იხ. დანართი, ცხრილი 2).

შექნილი ცოდნის გამოყენება

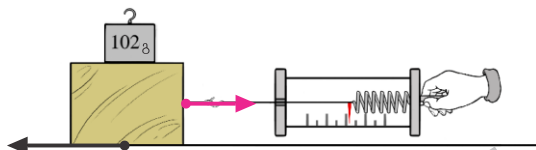
კვლევითი სამუშაო-2. განსაზღვროთ სრიალის ხახუნის კოეფიციენტი.

სამუშაოსთვის საჭიროა: დინამომეტრი, სასწორი, საწონების ნაკრები, ხის ძელაკი, საწონები (თითოეული 102 გ).

სამუშაოს მსვლელობა:

1. სასწორის საშუალებით განსაზღვრეთ ძელაკის მასა ($m_{ძელ.}$); მნიშვნელობა ჩაინერეთ სამუშაო რვეულში.
2. დინამომეტრზე მიბმული ძელაკი თანაბრად გადაადგილეთ ჰორიზონტალურ ზედაპირზე. ჩაინიშნეთ დინამომეტრის ჩვენება მოძრაობის დროს. დინამომეტრი გვიჩვენებს სრიალის ხახუნის ძალის სიდიდეს.
3. ძელაკზე დამატებით დადეთ ცნობილი მასის ტვირთი და ძელაკის თანაბარი მოძრაობის დროს დინამომეტრით გაზომეთ ხახუნის ძალა.
4. სამუშაო რვეულში ჩაინერეთ ძელაკისა და ტვირთის საერთო მასა ($m_{ძელ.} + m_{ტვ.}$) და დინამომეტრის ჩვენება.
5. სრიალის ხახუნის კოეფიციენტი გამოითვალეთ ფორმულით:

$$\mu = \frac{F_{ხახ.}}{mg}$$



იმსჯელეთ შედეგებზე: რატომ არ შეიცვალა სრიალის ხახუნის კოეფიციენტი ძელაკზე დამატებითი ტვირთის დადების შემდეგ?

რა შეიტყვეთ

ერთი სხეულის მოძრაობის დროს მეორის ზედაპირზე წარმოიშობა _____, რომელიც მოძრაობის საპირისპიროდ არის მიმართული. _____ მოდული დამოკიდებულია წნევის ძალაზე, რომელთაც სხეული აწევა ზედაპირს და შეხებაში მყოფი ზედაპირების სიგლუვის ხარისხზე. _____ დამოკიდებულია შეხებაში მყოფი ზედაპირების სიგლუვის ხარისხსა და ნივთიერებაზე, რომლისგანაც ისინია დამზადებული.

საკვანძო სიტყვები

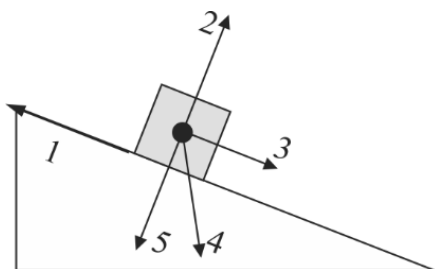
ხახუნის ძალა
სრიალის ხახუნის კოეფიციენტი
სრიალის ხახუნის ძალა

შეამოწმეთ თქვენი ცოდნა

- რომელი სხეულების ურთიერთქმედების გამო ხდება ავტომობილის დამუხრუჭება?
- რა სახის ხახუნის ძალები არსებობს?
- რაზეა დამოკიდებული სრიალის ხახუნის კოეფიციენტი?

სავარჯიშო – 7

- როგორია დრეკადი ზამბარის სიხისტე, თუ ის 25 ნ ძალის მოქმედებით 25 მმ-ით გაიჭიმა?
- დრეკადი ფირფიტის 40 მმ-ით მოხრისას აღძრული დრეკადობის ძალა 96 ნ-ის ტოლია. რამდენით უნდა მოვხაროთ ფირფიტა, რომ 132 ნ-ის ტოლი დრეკადობის ძალა აღძრას?
- ნახატზე მოცემულია სხეული, რომელიც დახრილ სიბრტყეზე მოსრიალებს. როგორ არის მიმართული წნევის ძალა და სრიალის ხახუნის ძალა?



- სხეული თანაბრად მოძრაობს მეორე სხეულის ჰორიზონტალურ ზედაპირზე. რომელი ფორმულით უნდა გამოვითვალოთ ამ შემთხვევაში სრიალის ხახუნის ძალა?

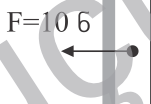
ა) $F_{\text{ხახ.}} = \mu F_{\text{სიმძ.}}$

ბ) $F_{\text{ხახ.}} = \mu F_{\text{წნევ.}}$

გ) $F_{\text{ხახ.}} = \mu P$

(სადაც μ ხახუნის კოეფიციენტი, $F_{\text{სიმძ.}}$ – სიმძიმის ძალაა, $F_{\text{წნევ.}}$ – წნევის ძალა, P – წონა)?

- სხეული თანაბრად მოძრაობს ვერტიკალურ სიბრტყეზე. მიწოდის ძალა, რომლითაც სხეული აწევა ვერტიკალურ ზედაპირს, 10 ნ-ის ტოლია. განსაზღვრეთ ხახუნის ძალა, თუ სრიალის ხახუნის კოეფიციენტი 0,1-ია.



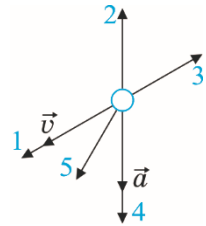
შემაჯავებელი ღვაწლები

1. ჰორიზონტალურ მოყინულ გზაზე მდგარი ბიჭი 300 გ მასის ქვას ისვრის წინ 25 მ/წმ სიჩქარით. ამ დროს თვითონ უკან მისრიალებს 0,25 მ/წმ სიჩქარით. განსაზღვრეთ ბიჭის მასა.

- ა) 50 კგ
- ბ) 55 კგ
- გ) 30 კგ
- დ) 25 კგ
- ე) 80 კგ

2. ნახატზე ნაჩვენებია ბურთულის სიჩქარისა და აჩქარების ვექტორების მიმართულებები. რომელ ვექტორს ემთხვევა ბურთულაზე მოქმედი ძალების ტოლქმედი ძალის ვექტორი?

- ა) 1
- ბ) 2
- გ) 3
- დ) 4



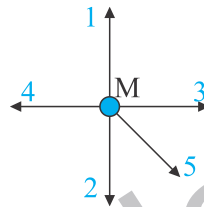
3. რა ძალით მიიზიდავს ერთმანეთს ორი მოსწავლე, თუ მათ შორის მანძილი 2 მ-ია, ხოლო მასები, შესაბამისად – 25 კგ და

30 კგ ($G = 6,72 \cdot 10^{-11} \frac{\text{ნ} \cdot \text{მ}^2}{\text{კგ}^2}$) ?

- ა) 12,6 მკნ
- ბ) 0,0126 მკნ
- გ) 0,126 მკნ
- დ) 1,26 მკნ
- ე) 126 მკნ

4. რომელ ვექტორს ემთხვევა **M** სხეულზე მოქმედი სიმძიმის ძალა?

- ა) 1
- ბ) 2
- გ) 3
- დ) 4
- ე) 5



დედამინა

5. ზამბარის 2 სმ-ით შეკუმშვის დროს მასში 72 ნ-ის ტოლი დრეკადობის ძალა აღიძვრება. რამდენით უნდა შეკუმშოთ თავისუფალ მდგომარეობაში მყოფი ზამბარა, რომ მასში 108 ნ-ის ტოლი დრეკადობის ძალა აღიძვრას?

- ა) 40 მმ
- ბ) 20 მმ
- გ) 54 მმ
- დ) 36 მმ
- ე) 30 მმ

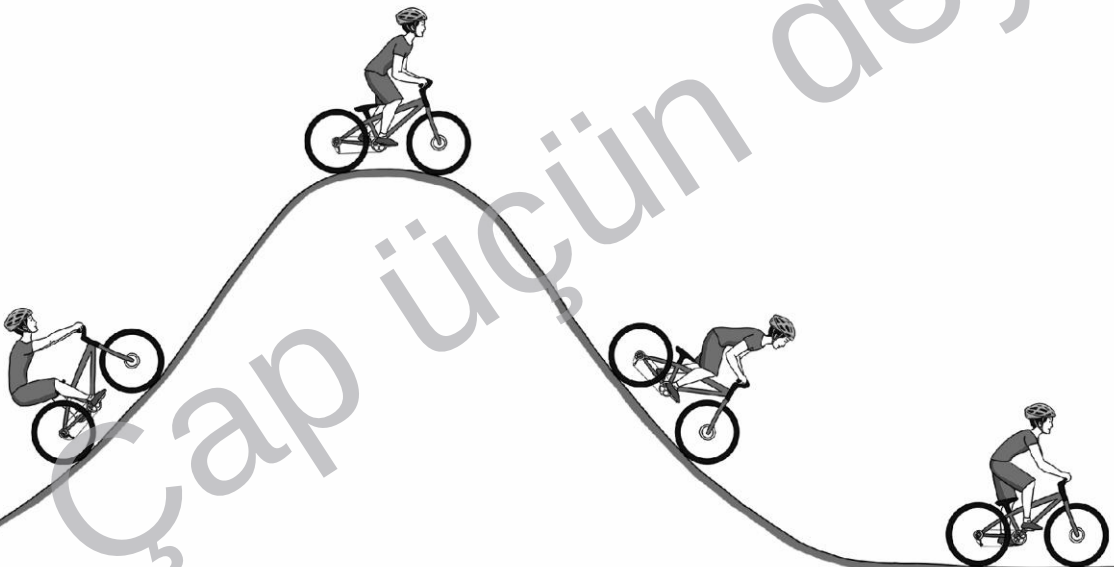
მექანიკური მუშაობა და ენერგია

3



გვ. 55–74

- 3.1. მექანიკური მუშაობა
- 3.2. სიმძლავრე
- 3.3. ენერგია. პოტენციური და
კინეტიკური ენერგია
- 3.4. რაზეა დამოკიდებული პოტენციური
ენერგია?
- 3.5. რაზეა დამოკიდებული კინეტიკური
ენერგია?
- 3.6. ენერგიის მუდმივობის კანონი
 - შემაჯამებელი დავალებები



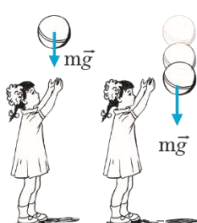
3.1. მექანიკური მუშაობა

მეშვიდე კლასის მოსწავლე ფარიდმა უფროს ძმას ჰკითხა: „რას აკეთებ?“ „კომპიუტერულ დიზაინზე ვმუშაობ“, – უპასუხა ძმამ. „ესე იგი ეგ მუშაობად ითვლება?“ – გაუკვირდა ფარიდს. შემდეგ ფარიდი დედას მიუბრუნდა: „დედა, შენ რას აკეთებ?“ – „შვილო, მე ოჯახში ვსაქმიანობ“.

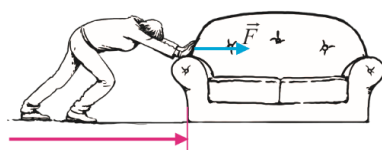
- რა მნიშვნელოვანი საერთო აქვს ამ საქმიანობებს?

ქვემოთ მოყვანილ მაგალითებში ლაპარაკია სხეულზე ძალის მოქმედებაზე და ამ ძალის მოქმედებით სხეულის გადაადგილებაზე, ანუ მექანიკური მუშაობის შესრულებაზე. მოცემულ განმარტებებში სიტყვები, რომლებიც ძალას გამოხატავენ, **ცისფრადაა** აღნიშნული, ხოლო სიტყვები, რომლებიც გამოხატავენ მოძრაობას ამ ძალის მოქმედებით – **წითლად**.

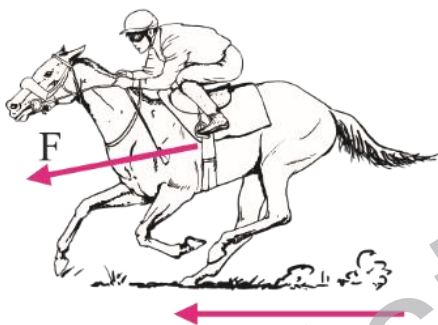
1. გარკვეული **ძალის** მოქმედებით ჩვენ ავაიმორავებთ ბურთს და ის ზევით **მიწვეს**, წამით ჩერდება და შემდეგ **სიმძიმის ძალის** მოქმედებით **ქვევით** ეშვება.



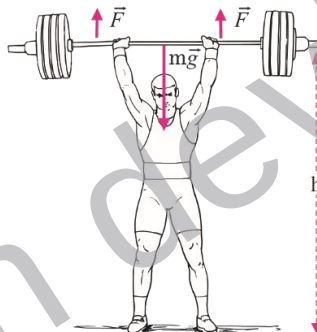
2. დივანს გარკვეული **ძალით** აწვებიან და **კედლის გასწვრივ** **მიასრიან**.



3. გაჭენებული ცხენი მიწიდან **ირეკლება** და **მხედარს** **ფინიშისკენ** **მიაქანებს**.



4. სპორტსმენი **ძალისხმევით** **სწევს** **შტანგას**.



ყველა მოყვანილ შემთხვევაში ლაპარაკია სხეულზე მოქმედ ძალაზე და ძალის მოქმედებით სხეულის გადაადგილებაზე. ეს ნიშნავს, რომ ყველა შემთხვევაში მექანიკური მუშაობა სრულდება.

- ძალა ასრულებს მუშაობას, როდესაც ამ ძალის მოქმედებით სხეული გარკვეულ მანძილზე გადაადგილდება.

• მექანიკური მუშაობა ფიზიკური სიდიდეა, რომელიც სხეულზე მოქმედი ძალების ტოლქმედი ძალის მოდულისა და ძალის მოქმედების მიმართულებით სხეულის მიერ გავლილი მანძილის ნამრავლის ტოლია:

$$A = F \cdot s$$

სადაც A მექანიკური მუშაობაა, F – სხეულზე მოქმედი ძალების ტოლქმედი ძალის მოდული, s კი – გავლილი მანძილი. მექანიკური მუშაობა სკალარული სიდიდეა. მის საზომ ერთეულად SI სისტემაში მიღებულია ჯოული (1 ჯ), ინგლისელი მეცნიერის ჯ. ჯოულის (1818 – 1889) პატივსაცემად.

• 1 ჯ არის მუშაობა, რომელსაც 1 ნ ძალა 1 მ მანძილზე სხეულის გადაადგილების დროს ასრულებს:

$$[A] = [F] [s] = 1 \text{ ნ} \cdot 1 \text{ მ} = 1 \text{ ნ მ} = 1 \text{ ჯ.}$$

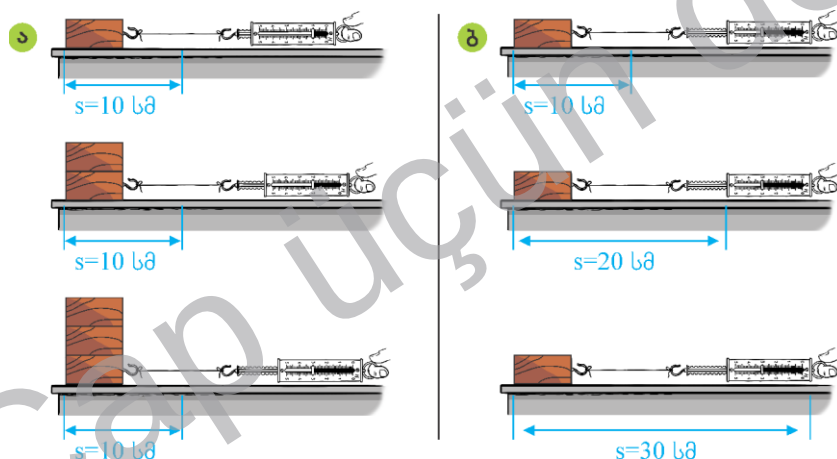
მექანიკური მუშაობა შეიძლება იყოს დადებითი, უარყოფითი ან ნულის ტოლი:

- თუ ტოლქმედი ძალის მიმართულება სხეულის მოძრაობის მიმართულებას ემთხვევა, მუშაობა დადებითია;
- თუ ტოლქმედი ძალის მიმართულება სხეულის მოძრაობის მიმართულების საწინააღმდეგოა, მუშაობა უარყოფითია;
- თუ ტოლქმედი ძალის მიმართულება სხეულის მოძრაობის მიმართულების მართობულია, მექანიკური მუშაობა ნულის ტოლია, ანუ მუშაობა არ სრულდება.

კვლეპითი სამუშაო-1. რაზე დამოკიდებული მექანიკური მუშაობა?

სამუშაოსთვის საჭიროა: დინამომეტრი, ძელაკი (3 ცალი), ძაფი, სახაზავი.

სამუშაოს მსვლელობა: 1. დინამომეტრის საშუალებით ერთსა და იმავე მანძილზე თანაბრად გადაადგილეთ ჯერ ერთი, მერე ერთმანეთზე დადებული ორი და შემდეგ ერთმანეთზე დადებული სამი ძელაკი (ა). 2. სამივე შემთხვევაში დინამომეტრის ჩვენება ჩაინერეთ სამუშაო რვეულში (ცხრილი 1) და გამოთვალეთ შესრულებული მუშაობა. 3. გაიმეორეთ ცდა, გადაადგილეთ ძელაკი თანაბრად სხვადასხვა მანძილზე (ბ). 4. გამოთვალეთ სხვადასხვა მანძილზე შესრულებული მუშაობა. შედეგი ჩანერეთ მე-2 ცხრილში.



ცხრილი 1.

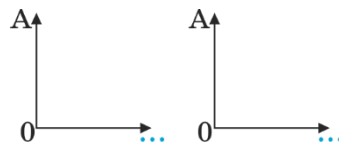
ძელაკების რაოდენობა	გავლელი მანძილი (მ)	ძალა (ნ)	შესრულებული მუშაობა (ჯ) $A = F \cdot s$
1	0,1	...	...
2	0,1	...	...
3	0,1	...	...

ცხრილი 2.

ძელაკების რაოდენობა	გავლელი მანძილი (მ)	ძალა (ნ)	შესრულებული მუშაობა (ჯ) $A = F \cdot s$
1	0,1	...	...
2	0,2	...	...
3	0,3	...	...

იმსჯელეთ შედეგებზე:

- რომელ სიდიდეებზეა დამოკიდებული შესრულებული მუშაობის სიდიდე?
- გრაფიკულად გამოსახეთ ეს დამოკიდებულება:



შეძენილი ცოდნის გამოყენება

კვლევის საშუალო-2. რა შემთხვევაში არ სრულდება მექანიკური მუშაობა?

შეისწავლეთ ნახატზე მოცემული მოქმედებები: 1. ბიჭი ცდილობს, გადაადგილოს კარადა, მაგრამ უშედეგოდ. 2. მუშამ ტვირთი ასწია. 3. ოსტატი კედელს აწვება, მაგრამ კედელი არ იმძრევა.



იმსჯელეთ შედეგებზე: რა შემთხვევაში არ სრულდება მექანიკური მუშაობა? რატომ? პასუხი დაასაბუთეთ.

რა შეიტყვეთ?

ძალა ----- ასრულებს მაშინ, როცა სხეული ამ ძალის მოქმედებით გარკვეულ მანძილს გაივლის. თუ სხეული ----- მოქმედებით არ გადაადგილდება, მექანიკური მუშაობა არ სრულდება. მექანიკური მუშაობის საზომი ერთეული SI სისტემაში არის -----.

საშუალო სიტყვა

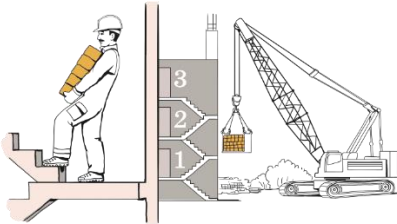
ჯოული
მანძილი
მექანიკური მუშაობა
ძალა

შეამოწმეთ თქვენი ცოდნა

1. ფარადის მასა 35 კგ-ია. რა მუშაობას ასრულებს იგი ერთი სართულით მაღლა ასვლის დროს, თუ სიმაღლე სართულებს შორის 3,5 მ-ია? 2. ძალა, რომელიც სხეულს 2 მ მანძილზე გადაადგილებს, 50 კჯ მუშაობას ასრულებს. განსაზღვრეთ ეს ძალა. 3. ავტომობილი ჰორიზონტალურ გზაზე მოძრაობს. რა მუშაობას ასრულებს მასზე მოქმედი სიმძიმის ძალა?

3.2. სიმძლავრე

- ერთნაირ მუშაობას ასრულებენ თუ არა მუშა და ამწე მესამე სართულზე 300 აგურის ატანის დროს? რით განსხვავდება მათ მიერ შესრულებული მუშაობა?



- ერთნაირ მუშაობას ასრულებენ თუ არა ცხენი და ტრაქტორი მინდვრის მოხვნის დროს? რით განსხვავდება მათ მიერ შესრულებული მუშაობა?



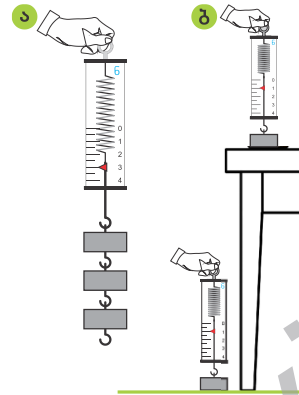
კვლევის საშუალო. რომელი მუშაობა სრულდება უფრო სწრაფად?

სამუშაოსთვის საჭიროა: 3 ტვირთი, თითოეული მასით 102 გ, დინამომეტრი, წამმზომი, სახაზავი.

სამუშაოს მსვლელობა: 1. დაკიდეთ სამივე ტვირთი დინამომეტრზე, ჩართეთ წამმზომი და ტვირთები იატაკიდან მაგიდის ზედაპირზე აიტანეთ (ა). წამმზომი გამორთეთ, როცა ტვირთები მაგიდის ზედაპირს მიაღწევს. განსაზღვრეთ მოძრაობაზე დახარჯული დრო.

2. ცდა გაიმეორეთ თითოეული ტვირთისთვის ცალცალკე, ჩაინიშნეთ წამმზომის ჩვენებები (ბ).

იმსჯელეთ შედეგებზე: 1. ერთნაირი მუშაობა სრულდება თუ არა ერთსა და იმავე სიმაღლეზე სამივე ტვირთის ერთად და ცალ-ცალკე აწევის შემთხვევაში? 2. განსხვავდება თუ არა დრო, რომელიც ამ მუშაობის შესრულებაზე დაიხარჯა?



მოცვანილი მაგალითები გვიჩვენებს, რომ ამწე უფრო სწრაფად ასრულებს იმავე სამუშაოს, ვიდრე მუშა, ისევე როგორც ტრაქტორია სწრაფი ცხენთან შედარებით. მუშაობის შესრულების სისწრაფეს განსაზღვრავს სიდიდე, რომელსაც **სიმძლავრე** ეწოდება.

- **სიმძლავრე ეწოდება სიდიდეს, რომელიც ტოლია შესრულებული მუშაობის შეფარდებისა იმ დროსთან, რომელიც მის შესრულებაზე დაიხარჯა:**

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

სადაც N სიმძლავრეა, A – მუშაობა, t კი – დრო, რომელიც მუშაობის შესრულებაზე დაიხარჯა. სიმძლავრე სკალარული სიდიდეა. სიმძლავრის საზომი ერთეული SI სისტემაში არის ვატი (ვტ), რომელსაც ასე ინგლისელი მეცნიერის ჯ. ვატის (1736 – 1819) პატივსაცემად უწოდეს.

$$[N] = [A]/[t] = 1 \frac{\text{ჯ}}{\text{წმ}} = 1 \text{ ვტ.}$$

ზოგჯერ ტექნიკაში სიმძლავრის საზომ ერთეულად გამოიყენება ცხენის ძალა (ცხ.ძ.):

$$1 \text{ ცხ.დ.} = 736 \text{ ვტ.}$$

არსებობს სიმძლავრის საზომი სხვა ერთეულებიც: მიკროვატი (1 მკვტ), მილივატი (1 მვტ), კილოვატი (1 კვტ), მეგავატი (1 მეგავტ):

$$1 \text{ მკვტ} = 10^{-6} \text{ ვტ}; 1 \text{ მვტ} = 10^{-3} \text{ ვტ}; 1 \text{ კვტ} = 10^3 \text{ ვტ}; 1 \text{ მეგავტ} = 10^6 \text{ ვტ.}$$

შექნილი ცოდნის გამოყენება

ამოხსენით ამოცანა: 1. ძალოსანს შტანგის ასანევად 4 წმ სჭირდება და ამ დროს ის 3800 ჯ მუშაობას ასრულებს. გამოთვალეთ მისი სიმძლავრე. 2. ტრაქტორი თივას, რომლის მასა 120 კგ-ია, 5 მ სიმაღლეზე 6 წმ-ში სწევს. გამოთვალეთ ტრაქტორის სიმძლავრე ($g = 10 \text{ მ/წმ}^2$).

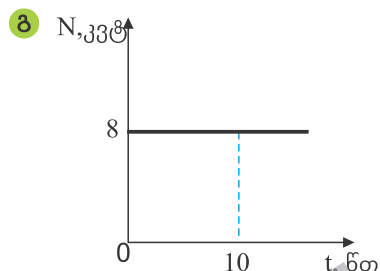
რა შეიტყვეთ

მუშაობის შესრულების სისწრაფეს განსაზღვრავს სიდიდე, რომელსაც ----- ეწოდება. სიმძლავრის საზომ ერთეულად SI სისტემაში მიღებულია -----, ზოგჯერ ტექნიკაში სიმძლავრის საზომ ერთეულად იყენებენ -----.

საკვანძო სიტყვები
ცხენის ძალა
სიმძლავრე
ვატი

შეამოწმეთ თქვენი ცოდნა

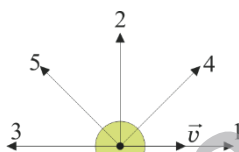
- როგორ გამოითვლება სიმძლავრე?
- გამოსახეთ ვატებით: 0,245 კვტ; 15 მეგავტ;
75 ცხ.დ.; 300 ცხ.დ.
- ნახატზე მოცემულია ძრავას სიმძლავრის დროზე დამოკიდებულების გრაფიკი (გ). რა მუშაობას ასრულებს ძრავა 10 წმ-ში?



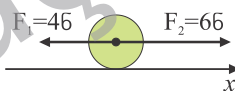
საპარჯიშო – 8.

- ნახატზე გამოსახულ სხეულზე ხუთი ძალა მოქმედებს. რომელი ძალების მუშაობაა:

ა) უარყოფითი; ბ) დადებითი; გ) ნულის ტოლი?



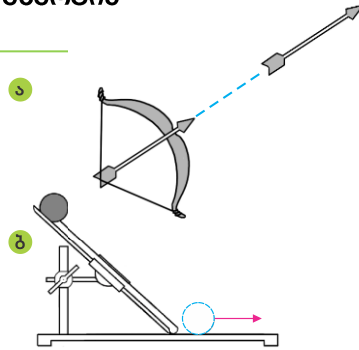
- სხეული 3 წ ძალის მოქმედებით 150 სმ-ზე გადაადგილდება. გამოთვალეთ ამ ძალის მუშაობა.
- სხეული 4 წ და 6 წ ძალების მოქმედებით x ღერძის გასწვრივ გადაადგილდება. რა მუშაობას შესრულებენ ეს ძალები სხეულის 10 მ მანძილზე გადაადგილებისას?



- 600 კგ მასის ტვირთის 20 მ სიმაღლეზე ასანევად ამწეს 30 წმ სჭირდება. გამოთვალეთ ამწის ძრავას სიმძლავრე ($g = 10 \frac{\text{მ}}{\text{წმ}^2}$).
- რომელი სიდიდის საზომი ერთეულია 6 მ/წმ?

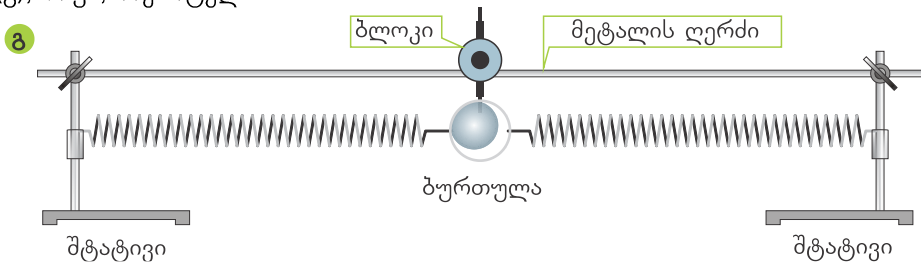
3.3. ენერგია. პოტენციური და კინეტიკური ენერგია

- რომელ შემთხვევაში სრულდება მექანიკური მუშაობა: მშვილდის მოზიდვის დროს, ისრის გასროლისას თუ მიზნისკენ ისრის მოძრაობის დროს (ა)?
- რომელი ძალის მიერ შესრულებული მუშაობის შედეგად მოძრაობს ისარი?
- როდის სრულდება მუშაობა: როდესაც ბურთი ლარის ზედა წერტილშია თუ როდესაც პორიზონტალურ სიბრტყეზე მიგორავს (ბ)?



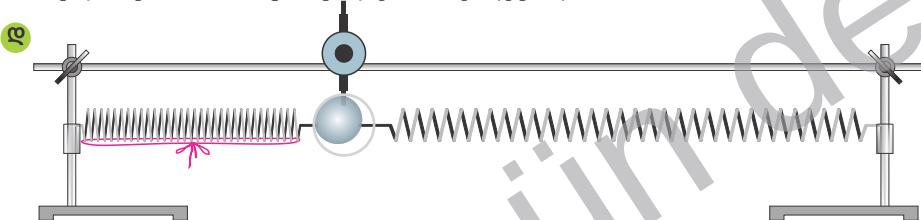
კვლევის საშუალო-1. როდის შეუძლია სხეულს მუშაობის შესრულება?

სამუშაოსთვის საჭიროა: პორიზონტალურად დამაგრებული ზამბარების სისტემა (გ), ძაფი, მაკრატელი.



სამუშაოს მსვლელობა:

1. გადაადგილეთ ბურთული ისე, რომ შეკუმშოთ მარჯვენა (ან მარცხენა) ზამბარა და გაუშვით ხელი.
2. იმსჯელეთ მეგობრებთან ერთად, რომელმა სხეულებმა და რომელმა ძალებმა შეასრულეს ამ დროს მუშაობა.
3. შეკუმშეთ ერთ-ერთი ზამბარა და შეკარით ძაფით. რატომ ასრულებს ბურთული მუშაობას ძაფის გადაჭრის შემდეგ (დ)?



იმსჯელეთ შედეგებზე:

1. შესრულდა თუ არა მექანიკური მუშაობა ზამბარის შეკუმშვის დროს? რატომ?
2. რომელი ძალის მოქმედებით სრულდება მუშაობა ბურთულის თავისუფალი მოძრაობის დროს?
3. რომელი სხეული ან სხეულები ასრულებენ მუშაობას ბურთულის მარჯვნივ ან მარცხნივ გადაადგილების დროს? სრულდება თუ არა მუშაობა, როდესაც ზამბარა ძაფითაა შეკრული?
თუ სხეული ძალის მოქმედებით მოძრაობს, სრულდება მექანიკური მუშაობა. განხილულ მაგალითებში მუშაობის შესრულების შედეგად სხეული (მოზიდული

მშვილდი, შეკუმშული ზამბარა) დეფორმაციას განიცდის. დეფორმირებული სხეული, მაგ. ზამბარა, მასზე ზემოქმედების შეწყვეტის შემდეგ სანყის ფორმას აღიდგენს და ამავე დროს მოძრაობაში მოჰყავს ტვირთი (მშვილდიდან გასროლილი ისარი), ანუ დრეკადი ზამბარა ასრულებს მუშაობას.

ამგვარად, დეფორმირებულ სხეულს შეუძლია მუშაობის შესრულება:

- ფიზიკურ სიდიდეს, რომელიც გამოხატავს სხეულის მიერ მუშაობის შესრულების უნარს, **ენერგია** ეწოდება. შეკუმშულ და ძაფით შეკრულ ზამბარას და გაჭიმულ ზამბარას (დ) არ შეუძლიათ სანყისი ფორმის აღდგენა, ანუ ისინი დეფორმირებულ მდგომარეობაში რჩებიან. ზამბარის დეფორმაციის დროს მის ცალკეულ ნაწილებს შორის ურთიერთქმედება იზრდება.

- ენერგიას, რომლის მიზეზია სხეულების ან ერთი სხეულის შემადგენელი ნაწილების ურთიერთმდებარეობა, **პოტენციური ენერგია** ეწოდება (ლათინურად *potentia* უნარს, სიმძლავრეს ნიშნავს).

შეკუმშული ზამბარა ძაფის გადაჭრის შემდეგ და გაჭიმული ზამბარა გათავისუფლების შემდეგ მუშაობას ასრულებენ. მათში დაგროვილი პოტენციური ენერგია ბურთულას გადაეცემა. შედეგად ბურთულა ზრდადი სიჩქარით იწყებს მოძრაობას გაჭიმული ზამბარის მოქმედების მიმართულებით. ზამბარების პოტენციური ენერგია ბურთულის მოძრაობის ენერგიაში გადადის.

- ენერგიას, რომელიც სხეულს აქვს მოძრაობის შედეგად, **კინეტიკური ენერგია** ეწოდება (*kinetikos* ლათინურად ნიშნავს მამოძრავებელს). ენერგია სკალარული ფიზიკური სიდიდეა, აღინიშნება E ასოთი და ერთეულთა SI სისტემაში მისი საზომი ერთეულია ჯოული:

$$[E] = 1 \text{ ჯ.}$$

შექნილი ცოდნის გამოყენება

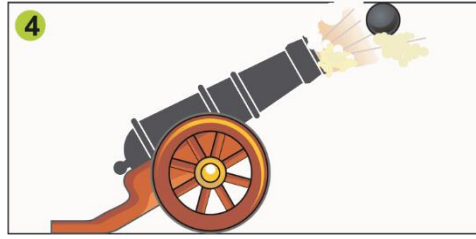
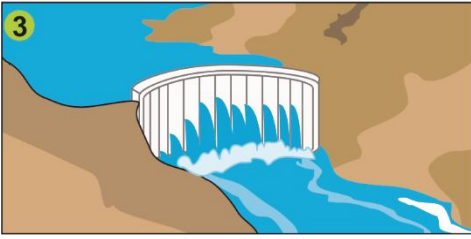
კვლევის საფეხი-2. რომელი ენერგია აქვთ?

ყურადღებით დააკვირდით ნახატებს და განსაზღვრეთ:

1. რომელი ენერგია აქვს მთის მწვერვალზე დაგროვილ თოვლს (1)? რომელი ენერგია აქვს ზვავს (2)?



2. რომელი ენერგია აქვს კაშხალზე დაგროვილ წყალს (3)?
3. რომელი ენერგია აქვს წყალს, რომელიც გახსნილი კაშხლიდან მოედინება?
4. რომელ ენერგიას შეიძენს ქვემეხიდან გასროლილი ჭურვი (4)?



იმსჯელეთ შედეგებზე. პასუხები დაასაბუთეთ და ჩაინერეთ სამუშაო რვეულში.

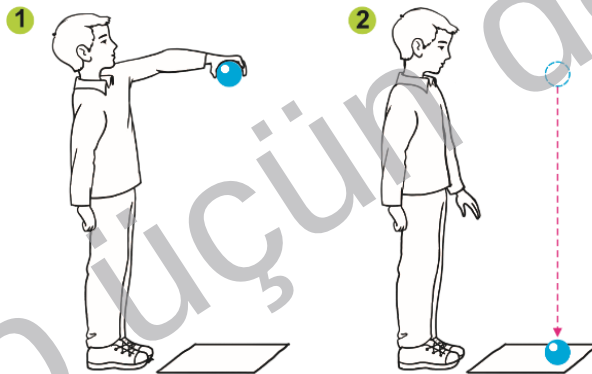
რა შეიტყვეთ

სხეულის უნარს, შეასრულოს მუშაობა, ----- ეწოდება. ენერგიას, რომელიც განპირობებულია სხეულების ან ერთი სხეული ცალკეული ნაწილების ურთიერთმდებარეობით, ----- ენერგია ეწოდება. ენერგიას, რომელიც სხეულს აქვს მოძრაობის გამო, ----- ეწოდება. ენერგიის საზომი ერთეული SI სისტემაში არის -----.

საკვანძო სიტყვები
პოტენციური ენერგია
კინეტიკური ენერგია
ჯოული
ენერგია

შეამოწმეთ თქვენი ცოდნა

1. თუ მეტალის ბურთულას ავწევთ და დედამიწის ზედაპირიდან გარკვეულ სიმაღლეზე გავაჩერებთ (1):
 - ა) შესრულდა თუ არა მექანიკური მუშაობა?
 - ბ) რომელი ენერგია აქვს ამ დროს ბურთულას?
2. თუ მეტალის ბურთულა თავისუფლად ვარდება გარკვეული სიმაღლიდან (2):
 - ა) რომელი ძალა ასრულებს მუშაობას?
 - ბ) რომელი ენერგია აქვს ბურთულას დედამიწაზე დაცემის მომენტში?



3.4. რაზეა დამოკიდებული პოტენციური ენერგია?

ნახატზე წარმოდგენილია ორი ერთნაირი დრეკადი ზამბარა. ერთი ზამბარა შეკუმშულია x სიგრძით, მეორე გაჭიმულია x სიგრძით.

- რომელ ზამბარას აქვს მეტი პოტენციური ენერგია?

მაგიდის ზედაპირზე სამი აგურია. მათგან ორი ერთმანეთზე დევს.

- რომელ აგურს აქვს მეტი პოტენციური ენერგია იატაკის მიმართ: ვერტიკალურად დადებულ ერთ აგურს თუ ერთმანეთზე დადებულ ორ აგურს? რატომ?

კვლევის მიზანი. რაზეა დამოკიდებული, დედამიწის ზედაპირიდან გარკვეულ სიმაღლეზე აწეული სხეულის ენერგია?

სამუშაოსთვის საჭიროა: საწონები (0,5 კგ და 1 კგ), დინამომეტრი, სახაზავი.

სამუშაოს მსვლელობა: 1. გაზომეთ სიმაღლე h იატაკიდან მაგიდის ზედაპირამდე და მიღებული შედეგი ჩაიწერეთ სამუშაო რვეულში.

- დაკიდეთ 0,5 კგ-იანი საწონი დინამომეტრზე და თანაბრად ასწიეთ იატაკიდან მაგიდის ზედაპირამდე. დინამომეტრის ჩვენების მიხედვით განსაზღვრეთ და ჩაიწერეთ სამუშაო რვეულში საწონზე მოქმედი F ძალის მნიშვნელობა.
- ფორმულით $A = Fh$ გამოთვალეთ და ჩაიწერეთ სამუშაო რვეულში იატაკიდან მაგიდის ზედაპირამდე საწონის ასანევად შესრულებული მუშაობის სიდიდე.
- გაიმეორეთ ცდა 1 კგ მასის საწონისთვის. განსაზღვრეთ და ჩაიწერეთ რვეულში საწონზე მოქმედი ძალისა და შესრულებული მუშაობის სიდიდე.

სხეული	მასა, გ	სიმაღლე, მ	მოქმედი ძალა, ნ	შესრულებული მუშაობა, ჯ
საწონი	0,5	0,9	—	...
საწონი	1	0,9	—	...

იმსჯელეთ შედეგებზე:

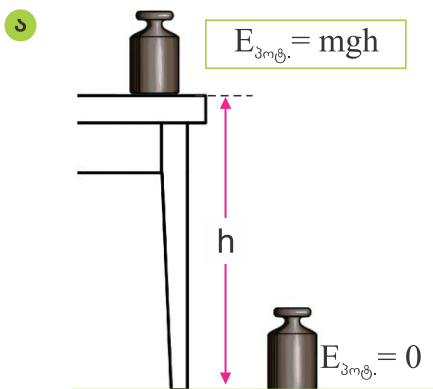
- რომელ ენერგიას იძენენ საწონები მაგიდის ზედაპირზე ატანის დროს?
- როდის აქვთ საწონებს მეტი პოტენციური ენერგია იატაკის მიმართ: იატაკზე თუ მაგიდის ზედაპირზე? რატომ?
- რომელ საწონს აქვს მეტი პოტენციური ენერგია? რატომ?
- რაზეა დამოკიდებული გარკვეულ სიმაღლეზე აწეული სხეულის პოტენციური ენერგია?

სიდიდეები, რომლებზეც არის დამოკიდებული პოტენციური ენერგია. მუშაობა, რომელსაც სიმძიმის ძალა ასრულებს სხეულის დედამიწის ზედაპირიდან ნებისმიერ h სიმაღლეზე აწევის დროს, ტოლია:

$$A = F \cdot h = mgh$$

ამ მუშაობის შედეგად დედამიწასთან სხეულის ურთიერთქმედების პოტენციური ენერგია ($E_{\text{პოტ.}}$) იზრდება. დედამიწის მიმართ სხეულის პოტენციური ენერგია მაგიდის ზედაპირზე mgh სიდიდით მეტია, ვიდრე ამავე სხეულის პოტენციური ენერგია იატაკზე (ა):

$$E_{\text{პოტ.}} = mgh.$$

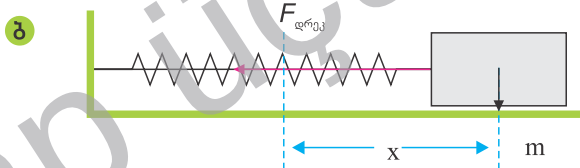


ფორმულიდან ჩანს, რომ სხეულის პოტენციური ენერგია დამოკიდებულია მის მასაზე, სიმაღლეზე დედამიწის ზედაპირის მიმართ და თავისუფალი ვარდნის აჩქარებაზე. რაც მეტია სხეულის მასა ერთსა და იმავე სიმაღლეზე, მით მეტია მისი პოტენციური ენერგია. დედამიწის ზედაპირიდან სხეულის აწევის დროს მისი პოტენციური ენერგია იზრდება, ხოლო დანევის დროს მცირდება.

შეკუმშული ან გაჭიმული ზამბარის პოტენციური ენერგია მისი შემადგენელი ნაწილაკების ურთიერთქმედების ენერგიაა. ამ შემთხვევაში ნაწილაკების ურთიერთქმედების ძალა ზამბარის დრეკადობის ძალაა ($F_{\text{დრეკ.}} = kx$).

• გაჭიმული დრეკადი ზამბარის პოტენციური ენერგია მისი სიხისტისა (k) და წაგრძელების კვადრატის ნამრავლის ნახევრის ტოლია (ბ):

$$E_{\text{პოტ.}} = \frac{kx^2}{2}.$$

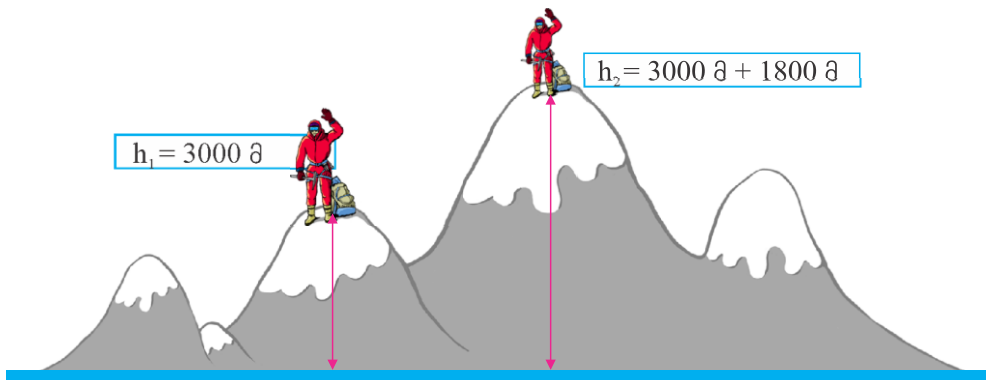


შეძენილი ცოდნის გამოყენება

ამოცანა. ალპინისტის მასა 90 კგ-ია. იგი დედამიწის ზედაპირიდან 3000 მ სიმაღლეზე ავიდა, დაისვენა და კიდევ 1800 მ-ით მაღლა ავიდა. განსაზღვრეთ ალპინისტის პოტენციური ენერგია დედამიწის ზედაპირის მიმართ ამ ორ სიმაღლეზე ($g = 10 \text{ ნ/კგ}$). რომელ სიმაღლეზე აქვს ალპინისტს მეტი პოტენციური ენერგია?

$$E_{\text{პ1}} = \boxed{} \cdot \boxed{} \cdot \boxed{} \text{ კგ} \cdot \frac{\text{ნ}}{\text{კგ}} \cdot M = \boxed{} \text{ C.}$$

$$E_{\text{პ2}} = \boxed{} \cdot \boxed{} \cdot \boxed{} \text{ კგ} \cdot \frac{\text{ნ}}{\text{კგ}} \cdot M = \boxed{} \text{ C.}$$



რა შეიტყვეთ

სხეულის ----- დედამიწის ზედაპირის მიმართ დამოკიდებულია სხეულის მასაზე, დედამიწის ზედაპირიდან ----- და თავისუფალი ვარდნის აჩქარებაზე. დრეკადი ზამბარის პოტენციური ენერგია დამოკიდებულია მის ----- და ----- კვადრატზე.

საკვანძო სიტყვები
ნაგრძელება
პოტენციური ენერგია
სიმაღლე
სიხისტე

შეამოწმეთ თქვენი ცოდნა

- ნახატზე წარმოდგენილია ჩანჩქერები ანხელი და კატეხი. განსაზღვრეთ ვარდნამდე 1 კგ წყლის პოტენციური ენერგიების სხვაობა.
- მდინარის რომელ ნაწილში აქვს წყალს მეტი პოტენციური ენერგია: სათავეში თუ შესართავთან? რატომ?

ჩანჩქერი
ანხელი
979 მ

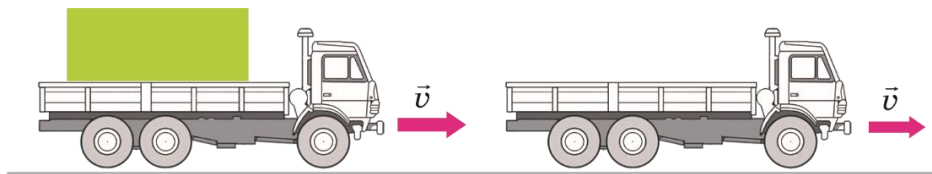


ჩანჩქერი
კატეხი
25 მ



3.5. რაზეა დამოკიდებული კინეტიკური ენერგია?

დატვირთული და დაუტვირთავი ავტომობილები ერთნაირი სიჩქარით მოძრაობენ. მკვეთრი დამუხრუჭების შემდეგ გაჩერებისთვის მათ სხვადასხვა დრო დასჭირდათ.

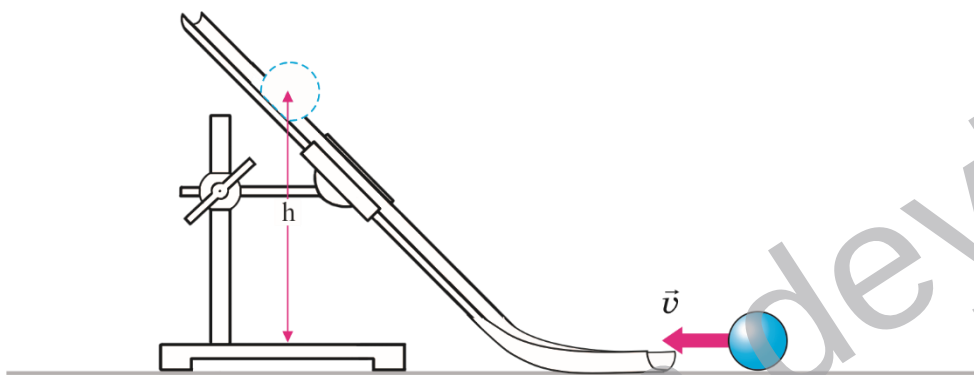


- რატომ ჩერდება დატვირთული ავტომობილი დაუტვირთავთან შედარებით უფრო გვიან?

კვლევის მიზანი. რაზე დამოკიდებული მოძრავი სხეულის ენერგია?

სამუშაოსთვის საჭიროა: ღარი, შტატივი, ერთნაირი ზომის ფოლადისა და ალუმინის ბურთულები, ფანქარი.

სამუშაოს მსვლელობა: 1. დაამაგრეთ ღარი შტატივზე, როგორც ნახატზეა ნაჩვენები. 2. უბიძგეთ ფოლადის ბურთულას ღარის ჰორიზონტალური ნაწილის მხრიდან და ფანქრით აღნიშნეთ სიმაღლე, რომელსაც ბურთულა მიაღწევს. 3. გაიმეორეთ ცდა, მიაწიქეთ ბურთულას უფრო მეტი სანწყისი სიჩქარე და აღნიშნეთ სიმაღლე, რომელსაც ბურთულა მიაღწევს. 4. ჩაატარეთ იგივე ცდა ალუმინის ბურთულისთვის.



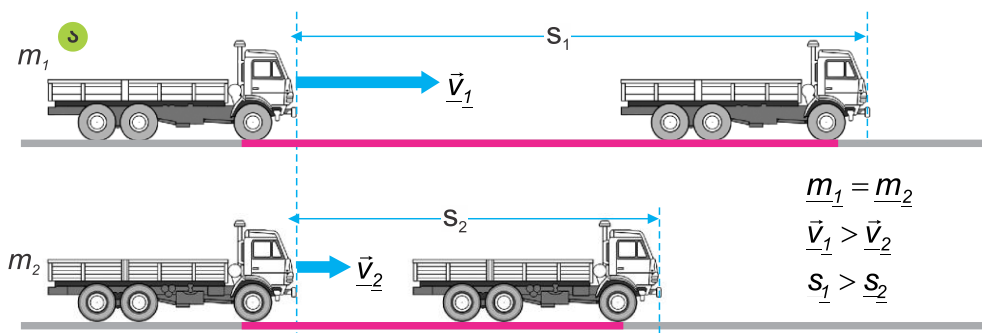
იმსჯელეთ შედეგებზე:

1. როგორ შეიცვალა ბურთულის „ანევის“ სიმაღლე მეტი სანწყისი სიჩქარის შემთხვევაში?
2. როდის შეასრულებს ბურთულა მეტ მუშაობას – მეტი თუ ნაკლები სანწყისი სიჩქარის შემთხვევაში?
3. ფოლადისა და ალუმინის ბურთულებიდან, რომლებსაც განსხვავებული მასა აქვთ, რომელი შეასრულებს მეტ მუშაობას ერთნაირ სიმაღლეზე ასვლის მომენტამდე, თუ მათი სანწყისი სიჩქარეები ტოლია? რატომ?

დასახლებულ პუნქტში მოძრავი ავტომობილის სიჩქარე შეზღუდულია, რადგან მას არ შეუძლია, დამუხრუჭების შემდეგ მკვეთრად გაჩერდეს. ამას ორი მიზეზი აქვს:

1. ორი ერთნაირი მასის ავტომობილიდან მეტი სიჩქარით მოძრავი ავტომობილის გაჩერება უფრო ძნელია, ვიდრე ნაკლები სიჩქარით მოძრავი ავტომობილისა. ტოლი მასის ავტომობილებიდან მეტი სიჩქარით მოძრავ ავტომობილს მეტი ენერგია აქვს (ა): მის გასაჩერებლად ხახუნის ძალა ასრულებს მუშაობას $A = F_{\text{ხახ.}} \cdot s$, რომელიც მოძრავი ავტომობილის კინეტიკური ენერგიის ($E_{\text{კინ.}}$) ტოლია.

ე. ი. სხეულის (მაგ., ავტომობილის ან ბურთულის) კინეტიკური ენერგია დამოკიდებულია მის სიჩქარეზე.

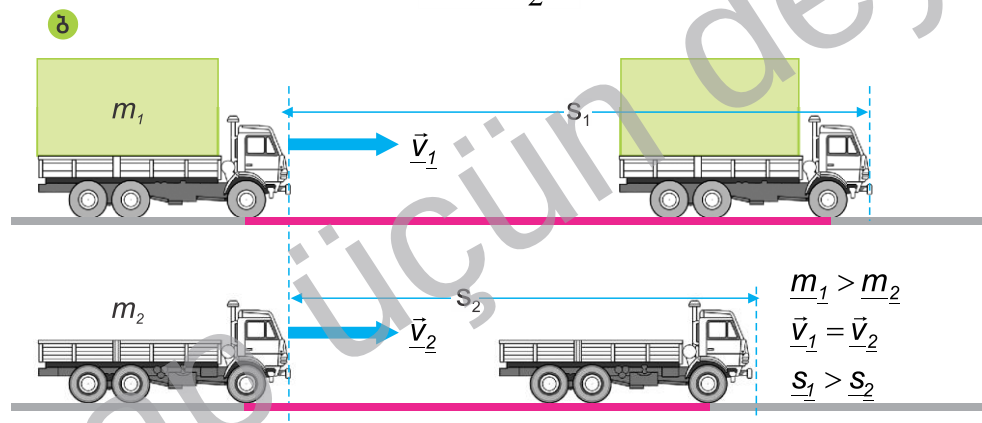


2. ერთნაირი სიჩქარით მოძრავი ავტომობილებიდან მეტი მასის (დატვირთული) ავტომობილის გაჩერება უფრო ძნელია, ვიდრე ნაკლები მასის (დაუტვირთავი) ავტომობილის გაჩერება. ერთნაირი სიჩქარით მოძრავი ავტომობილებიდან მეტი მასის (დატვირთულ) ავტომობილს მეტი ენერგია აქვს, ვიდრე ნაკლები მასის (დაუტვირთავ) ავტომობილს (ბ).

ეს ნიშნავს, რომ დიდი მასის ავტომობილის კინეტიკური ენერგია მეტია, ვიდრე მცირე მასის ავტომობილისა, ანუ კინეტიკური ენერგია დამოკიდებულია მასაზე.

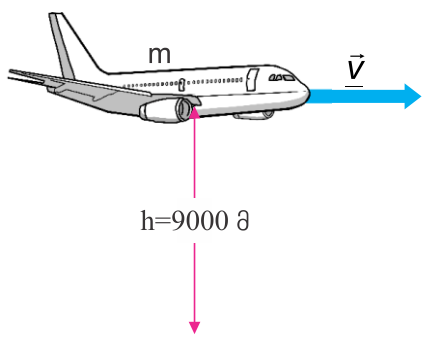
• სხეულის კინეტიკური ენერგია სხეულის მასისა და მისი სიჩქარის კვადრატის ნამრავლის ნახევრის ტოლია:

$$E_{\text{კინ.}} = \frac{mv^2}{2}.$$



შექნილი ცოდნის გამოყენება

ამოცანა. სამგზავრო თვითმფრინავი, რომლის მასაა 100 ტ, 9000 მ სიმაღლეზე 250 მ/წმ სიჩქარით მიფრინავს. ჩანერეთ მონაცემები შესაბამის უჯრებში და განსაზღვრეთ თვითმფრინავის კინეტიკური და პოტენციური ენერგიები დედამიწის ზედაპირის მიმართ ($g = 10 \text{ მ/წმ}^2$).



$$E_{\text{კინ}} = \frac{\boxed{} \cdot \boxed{}}{\boxed{}} \text{ კგ} \cdot \frac{\text{მ}^2}{\text{წმ}^2} = \frac{\boxed{}}{\boxed{}} \text{ კგ} \cdot \frac{\text{მ}^2}{\text{წმ}^2} = \boxed{} \text{ მგჯ.}$$

$$E_{\text{კინ}} = \boxed{} \cdot \boxed{} \cdot \boxed{} \text{ კგ} \cdot \frac{\text{მ}}{\text{წმ}^2} \cdot \text{მ} = \boxed{} \text{ მგჯ.}$$

რა შეიტყვეთ

მოძრაობის დროს სხეულს აქვს -----. სხეულის კინეტიკური ენერგია სხეულის ----- და მისი სიჩქარის კვადრატის ნამრავლის ნახევრის ტოლია.

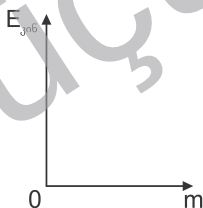
საკვანძო სიტყვები
მასა
კინეტიკური ენერგია

შეამოწმეთ თქვენი ცოდნა

კინეტიკური ენერგია მოცემულია ფორმულით:

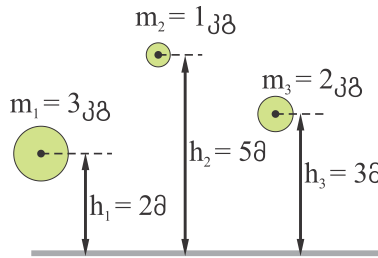
$$E_{\text{კინ}} = \frac{9}{2} m$$

ააგეთ კინეტიკური ენერგიის მასაზე დამოკიდებულების გრაფიკი.

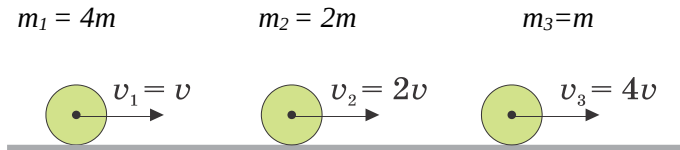


სავარჯიშო – 9

1. შეადარეთ ნახატზე წარმოდგენილი სხეულების პოტენციური ენერგიები.

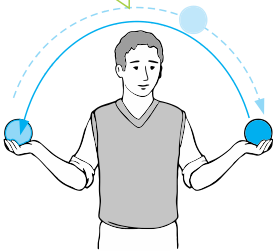


2. გამოთვალეთ ზამბარის სიხისტე, თუ ის გაჭიმულია 4 სმ-ით და მისი ენერგიაა 4 ჯ.
3. როგორია სხეულის მასა, თუ მისი პოტენციური ენერგია 20 მ სიმაღლეზე 300 ჯ-ია ($g = 10 \text{ მ/წმ}^2$)?
4. შეადარეთ ბურთულების კინეტიკური ენერგიები, თუ მათი მასებია:



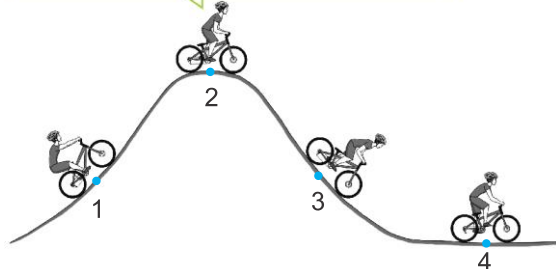
3.6. ენერგიის მუდმივობის კანონი

ბიჭი ერთი ხელით აგდებულ ბურთს მეორე ხელით იჭერს.



- მექანიკური ენერგიის რა გარდაქმნები ხდება ბურთის მოძრაობის დროს?

ველომობილელები შეჯიბრის დროს სხვადასხვა სიმაღლეს გადალახავენ.



- ველომობილელების მექანიკური ენერგიის რა გარდაქმნები ხდება მოძრაობის დროს?
- რომელი მექანიკური ენერგია აქვს ველომობილეს მოძრაობის 1 და 3 წერტილებში?

კვლეპითი სამუშაო-1. იცვლება თუ არა მექანიკური ენერგია?

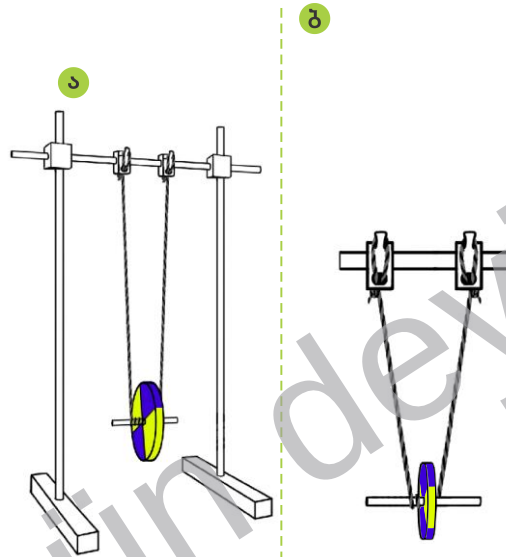
სამუშაოსთვის საჭიროა: ღერძზე ძაფებით დაკიდებული დისკო (მაქს-ველის ქანქარა), შტატივი.

სამუშაოს მსვლელობა:

1. დაკიდეთ დისკო შტატივზე, როგორც ეს ნაჩვენებია ნახატზე (ა).
2. დაახვიეთ ძაფები დისკოს ღერძზე და გაუშვით ხელი. გაარკვიეთ, მექანიკური ენერგიის რა ცვლილებები მოხდება ამ დროს (ბ).

იმსჯელეთ შედეგებზე:

1. რა ენერგია აქვს დისკოს უმაღლეს წერტილში?
2. ენერგიის რა გარდაქმნები მოხდება, თუ დისკოს მივცემთ თავისუფლად მოძრაობის საშუალებას?
3. როგორ იცვლება დისკოს მექანიკური ენერგია მისი ზევით-ქვევით მოძრაობის დროს?



მოდრავ სხეულს ერთდროულად შეიძლება ჰქონდეს როგორც პოტენციური, ისე კინეტიკური ენერგია. ასეთ შემთხვევაში სხეულს აქვს ენერგია, რომელსაც სრული მექანიკური ენერგია ეწოდება. სხეულის სრული მექანიკური ენერგია მისი პოტენციური და კინეტიკური ენერგიების ჯამია:

$$E = E_{\text{პოტ.}} + E_{\text{კინ.}}$$

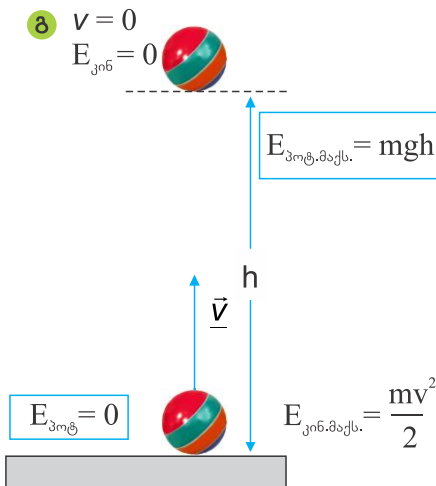
კვლევით სამუშაოში თქვენ დააკვირდით პოტენციური ენერგიის გარდაქმნას კინეტიკურ ენერგიად და, პირიქით, კინეტიკური ენერგიის გარდაქმნას პოტენციურად.

იცვლება თუ არა მოძრავი სხეულის სრული მექანიკური ენერგია?

დავუშვათ, m მასის ბურთი v სიჩქარით აისროლეს დედამიწის ზედაპირიდან ვერტიკალურად ზევით. ასროლის მომენტში დედამიწის ზედაპირთან ახლოს ბურთს მაქსიმალური კინეტიკური ენერგია აქვს, ხოლო პოტენციური ენერგია ნულის ტოლია. დედამიწის ზედაპირიდან ვერტიკალურად ზევით ასროლილი ბურთის სრული მექანიკური ენერგია ასროლის მომენტში მისი კინეტიკური ენერგიის მაქსიმალური მნიშვნელობის ტოლია:

$$E = E_{\text{კინ.მაქს.}} = \frac{mv^2}{2}$$

ზევით მოძრაობის დროს ბურთის სიჩქარე მცირდება, ხოლო სიმაღლე დედამიწის ზედაპირიდან იზრდება. მაქსიმალურ h სიმაღლეზე ბურთი წამით ჩერდება ($v = 0$). თუ ჰაერის წინააღმდეგობას არ გავითვალისწინებთ, მაქსიმალურ სიმაღლეზე ბურთის საწყისი კინეტიკური ენერგია მთლიანად ბურთის პოტენციურ ენერგიად გარდაიქმნება (გ).



ბურთის სრული მექანიკური ენერგია მაქსიმალურ სიმაღლეზე მისი პოტენციური ენერგიის ტოლია:

$$E = E_{\text{პოტ.მაქს.}} = mgh.$$

წამიერი გაჩერების შემდეგ ბურთი ვარდნას იწყებს. ვარდნის დროს მისი სიჩქარე და კინეტიკური ენერგია იზრდება, პოტენციური ენერგია კი მცირდება. დედამიწის ზედაპირთან ($h = 0$) ბურთის სიჩქარე და კინეტიკური ენერგია მაქსიმალურია, ხოლო პოტენციური ენერგია ნულის ტოლია.

ამრიგად, ბურთის მაქსიმალური პოტენციური ენერგია h სიმაღლეზე ბურთის დედამიწაზე დაცემის მომენტში კინეტიკურ ენერგიად გარდაიქმნება და ბურთის სრული მექანიკური ენერგია მაქსიმალური კინეტიკური ენერგიის ტოლი გახდება.

დედამიწასთან დრეკადი დაჯახების შემდეგ ბურთი ვერტიკალურად ზევით აირეკლება და მექანიკური ენერგიის გარდაქმნის პროცესი გამეორდება. თუ არ გავითვალისწინებთ დანაკარგებს ხახუნის დაძლევაზე, სრული მექანიკური ენერგია უცვლელია:

$$E = \text{const}; E = E_{\text{კინ.მაქს.}} = E_{\text{პოტ.მაქს.}} = \text{const};$$

$$E = \frac{mv^2}{2} = mgh = \text{const}$$

ამრიგად, ხახუნის არარსებობის შემთხვევაში მოძრავი სხეულის სრული მექანიკური ენერგია არ იცვლება, ის ერთი სახის ენერგიიდან მეორე სახის ენერგიად გარდაიქმნება.

ამ კანონს ფიზიკაში სრული მექანიკური ენერგიის მუდმივობის კანონი ეწოდება.

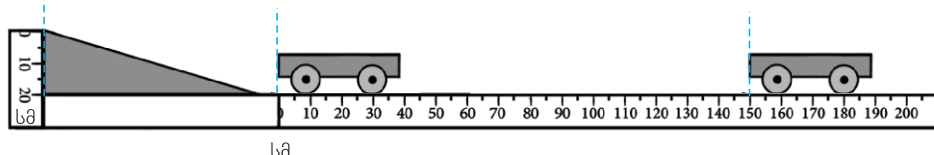
შექნილი ცოდნის გამოყენება

კვლევითი სამუშაო-2. შეიცვალა თუ არა ენერგია?

სამუშაოსთვის საჭიროა: ურიკა, ტრიბომეტრი, დახრილი სიბრტყე, სახაზავი, წამომზომი, სასწორი, საწონები.

სამუშაოს მსვლელობა:

1. სასწორის საშუალებით აწონეთ ურიკა, შედეგი ჩაინერეთ სამუშაო რეგულში. მოათავსეთ ურიკა დახრილ სიბრტყეზე, 20 სმ სიმაღლეზე.
2. გაუშვით ურიკას ხელი და წამომზომით განსაზღვრეთ დრო, რომელიც დასჭირდება ურიკას ტრიბომეტრის ჰორიზონტალურ ზედაპირზე 150 სმ მანძილის გასავლელად. გავლილი მანძილისა და დახარჯული დროის მიხედვით გამოთვალეთ ურიკის სიჩქარე.



იმსჯელეთ შედეგებზე:

1. რის ტოლია ურიკის სრული მექანიკური ენერგია დახრილ სიბრტყეზე 20 სმ სიმაღლეზე?
2. რის ტოლია ურიკის სრული მექანიკური ენერგია ტრიბომეტრის ზედაპირზე მისი მოძრაობის დროს?
3. რა დასკვნების გაკეთება შეიძლება ამ ექსპერიმენტიდან?

რა შეიტყვეთ

კინეტიკური და პოტენციური ენერგიის ჯამს ეწოდება -----. ხახუნის არარსებობის დროს მოძრავი სხეულის ----- ეს არის ----- კანონი.

საკვანძო სიტყვები

ენერგიის მუდმივობა
სრული მექანიკური ენერგია
ენერგია უცვლელია

შეამოწმეთ თქვენი ცოდნა

1. სხეული, რომლის მასაა 100 გ, 6 მ სიმაღლეზე 10 მ/წმ სიჩქარით მოძრაობს. განსაზღვრეთ სხეულის სრული მექანიკური ენერგია.
2. რა დასკვნის გაკეთება შეიძლება ენერგიის მუდმივობის კანონიდან?

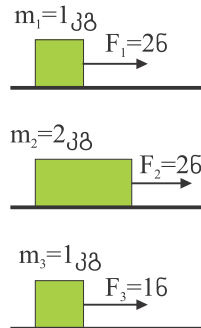
შემაჯავებელი ღვაწლები

1. სხეული 25 ნ ძალის მოქმედებით 18 სმ მანძილზე გადაადგილდება. განსაზღვრეთ ამ ძალის მიერ შესრულებული მუშაობა.

- ა) 72 ჯ. ბ) 0,45 ჯ. გ) 450 ჯ. დ) 4,5 ჯ ე) 7,2 ჯ.

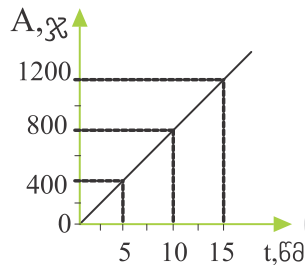
2. ნახატზე წარმოდგენილი სხეულები ერთნაირ გადაადგილებებს ასრულებენ. შეადარეთ მითითებული ძალების მიერ შესრულებული მუშაობა:

- ა) $A_1 = A_2 > A_3$ ბ) $A_1 = A_2 < A_3$ გ) $A_2 > A_1 > A_3$ დ) $A_1 > A_2 = A_3$ ე) $A_1 < A_2 = A_3$



3. ნახატზე მოცემულია ძრავას მიერ შესრულებული მუშაობის დროზე დამოკიდებულების გრაფიკი. გამოთვალეთ ძრავას სიმძლავრე.

- ა) 2000 ვტ. ბ) 8000 ვტ. გ) 1200 ვტ. დ) 1800 ვტ. ე) 80 ვტ.



4. როგორია სხეულის მასა, თუ მას 80 მ სიმაღლეზე 400 ჯ პოტენციური ენერგია აქვს ($g = 10 \text{ მ/წმ}^2$)?

- ა) 2 კგ. ბ) 20 კგ. გ) 5 კგ. დ) 0,5 კგ. ე) 50 კგ.

5. სხეული, რომლის მასაა 1,5 კგ, თავისუფლად ვარდება 100 მ სიმაღლიდან. როგორია მისი კინეტიკური ენერგია დედამინაზე დაცემის მომენტში? ($g = 10 \text{ მ/წმ}^2$)?

- ა) 15 ჯ. ბ) 100 ჯ. გ) 1500 ჯ. დ) 150 ჯ. ე) 1,5 ჯ.

სწავლა

4

გვ. 75–102

- 4.1. მყარი სხეულის წნევა
 - 4.2. აირების წნევა
 - 4.3. სითხის წნევა
 - 4.4. წნევის გადაცემა სითხეებსა და აირებში
 - 4.5. ზიარჭურჭელი
 - 4.6. ჰიდრავლიკური მანქანა
 - 4.7. ატმოსფერული წნევა
 - 4.8. ატმოსფერული წნევის გაზომვა
 - 4.9. არქიმედეს კანონი
 - 4.10. სხეულების ცურვის პირობები: გემების ცურვა, ჰაერნაოსნობა
- შემაჯამებელი დავალებები



4.1. მყარი სხეულის წნევა

თქვენ იცით, რომ ტრაქტორი თავისუფლად მოძრაობს ქვიშიან და გრუნტის სველ გზაზე, ხოლო მსუბუქი ავტომობილისთვის ამის გაკეთება თითქმის შეუძლებელია; ფურცელს დაფაზე საკანცელაროო ჩიკარტით ამაგრებენ; თხილამურების გარეშე ადამიანი თოვლში ეფლობა, თხილამურებით კი თავისუფლად გადაადგილდება.



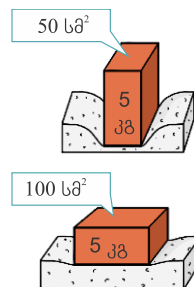
- რატომ შეუძლია ტრაქტორს თავისუფლად გადაადგილება ქვიშიან და გრუნტის გზაზე, ხოლო მსუბუქ ავტომობილს არა?
- რატომ არ ეფლობა თოვლში თხილამურებზე მდგომი ადამიანი?

კვლევითი სამუშაო-1. რა დამოკიდებულებაა სხეულის მიერ შექმნილ წნევასა და შეხების ზედაპირის ფართობს შორის?

სამუშაოსთვის საჭიროა: 1. ღრუბელი, აგური.

სამუშაოს მსვლელობა: 1. მოათავსეთ აგური ღრუბელზე ვერტიკალურ მდგომარეობაში. დააკვირდით ღრუბელში აგურის ჩაძირვის სიღრმეს. 2. მოათავსეთ აგური ღრუბელზე ჰორიზონტალურად, დიდი ფართობის ზედაპირით. დააკვირდით მისი ჩაძირვის სიღრმეს.

იმსჯელეთ შედეგებზე: 1. რომელ შემთხვევაში ჩაიძირა აგური უფრო მეტად? 2. იცვლება თუ არა აგურის მხრიდან ღრუბელზე მოქმედი ძალა? 3. როგორ არის დამოკიდებული ღრუბელზე მოქმედი ძალა აგურის ზედაპირის ფართობზე?



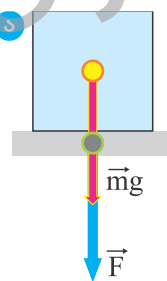
თქვენ იცით, რომ სხეულები, მათზე მოქმედი სიმძიმის ძალის გამო, თავისი წონით საყრდენზე მოქმედებენ. ეს მოქმედება, რომელსაც პირობითად წნევის ძალა ეწოდება, ყოველთვის ზედაპირის პერპენდიკულარულადაა მიმართული. მყარი სხეულის დამახასიათებელი თვისებაა მასზე მოქმედი წნევის ძალის გადაცემა მიმართულების შეუცვლელად (ა). კვლევებით დადგინდა, რომ წნევის ძალის მოქმედების შედეგი დამოკიდებულია ამ ძალის სიდიდეზე, მის მიმართულებასა და მოდების წერტილზე, ასევე ზედაპირის ფართობზე, რომელზეც ის მართებულად მოქმედებს.

• წნევა ეწოდება ფიზიკურ სიდიდეს, რომელიც ტოლია ზედაპირის პერპენდიკულარულად მოქმედი წნევის ძალის შეფარდებასა იმ ზედაპირის ფართობთან, რომელზეც მოქმედებს.

წნევა აღინიშნება პატარა p ასოთი. თუ წნევის ძალას აღვნიშნავთ F -ით, ზედაპირის ფართობს კი S -ით, მაშინ წნევა შეგვიძლია გამოვთვალოთ ფორმულით:

$$p = \frac{F}{S}.$$

როგორც ფორმულიდან ჩანს, წნევა ზედაპირის ფართობის უკუპროპორციულია, ანუ თუ წნევის ძალა არ იცვლება, რამდენჯერაც გაიზრდება ზედაპირის ფართობი, იმდენჯერ შემცირდება წნევა.



ერთეულთა SI სისტემაში წნევის საზომ ერთეულად მიღებულია ნიუტონი შეფარებული კვადრატულ მეტრთან, ანუ პასკალი (პა), რომელიც ერთეულს ფრანგი მეცნიერის ბლეს პასკალის პატივსაცემად ეწოდა:

$$[p] = \frac{[F]}{[S]} = 1 \frac{\text{ნ}}{\text{მ}^2} = 1 \text{ პა.}$$

გამოიყენება წნევის საზომი სხვა ერთეულებიც:

1 კპა = 1000 პა; 1 პა = 0,001 კპა; 1 ჰპა = 100 პა; 1 პა = 0,01 ჰპა.

შექნილი ცოდნის გამოყენება

კვლევის მიზანი-2. წნევის დამოკიდებულება წნევის ძალაზე.

სამუშაოსთვის საჭიროა: 1. ღრუბელი, 2-3 ტვირთი, თითოეული წონით 1 ნ.

სამუშაოს მსვლელობა: 1. მოათავსეთ ღრუბელზე 1 ნ წონის ტვირთი. აღნიშნეთ ღრუბელში ტვირთის ჩაძირვის სიღრმე. 2. ამ ტვირთს სათითაოდ დამატეთ დარჩენილი ტვირთები და აღნიშნეთ, როგორ იცვლება ღრუბელში ჩაძირვის სიღრმე.

იმსჯელეთ შედეგებზე: წნევის ძალის ზრდასთან ერთად როგორ იცვლება ღრუბელზე მოქმედი წნევა?

რა შეიტყვეთ

----- ეწოდება ფიზიკურ სიდიდეს, რომელიც ტოლია ზედაპირის მართობულად მოქმედი ----- შეფარდებისა -----.

----- ერთეულთა SI სისტემაში არის ნიუტონი შეფარებული კვადრატულ მეტრთან.

საკვანძო სიტყვები

წნევა

წნევის ძალა

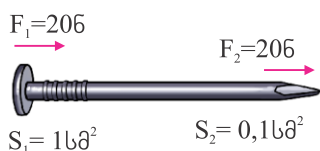
ზედაპირის ფართობი

წნევის საზომი ერთეული

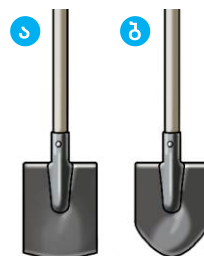
შეამოწმეთ თქვენი ცოდნა

1. გამოთვალეთ წნევა, რომელიც მოქმედებს ლურსმნის თითოეულ ბოლოზე.

$$F_1=20 \text{ ნ} \quad F_2=20 \text{ ნ} \quad S_1=1 \text{ სმ}^2 \quad S_2=0,1 \text{ სმ}^2$$



4. ორი ადამიანი სხვადასხვა ფორმის ნიჩბებით თხრის მიწას. რომელს უფრო უადვილდება ამ სამუშაოს შესრულება? რატომ?



2. ჩატარებული 1 კვლევითი სამუშაოს მიხედვით გამოთვალეთ წნევა, რომელსაც აგური აწარმოებს ზედაპირზე, როდესაც ის ვერტიკალურ და ჰორიზონტალურ მდგომარეობაშია.

3. როგორ გამოითვლება წნევის ძალა?

4.2. აირების წნევა

აღამიანი თავისი წონით ქმნის იატაკზე წნევას; წიგნი ქმნის წნევას მაგიდაზე. ასევე აირი, რომელიც მოთავსებულია ჭურჭელში, ქმნის წნევას ჭურჭლის კედლებზე.

- როგორ წარმოქმნის აირი წნევას ჭურჭლის კედლებზე, რომელშიც არის მოთავსებული ან სხვა სხეულებზე, რომლებიც მასთან კონტაქტშია?
- რა როლს ასრულებს სიმძიმის ძალა აირის წნევის წარმოქმნაში?
- შესაძლებელია თუ არა აირის წნევის გაზომვა?

კვლევითი სამუშაო-1. აირის წნევის

დამოკიდებულება სიმძიმის ძალაზე.

მითითებული მონაცემების მიხედვით, გამოთვალეთ კამერის რომელიმე S ზედაპირზე მოქმედი წნევის ძალა და მიღებული მნიშვნელობა შეადარეთ სიმძიმის ძალის მნიშვნელობას.

იმსჯელეთ შედეგებზე. ტოლია თუ არა წნევის ძალა და სიმძიმის ძალა?

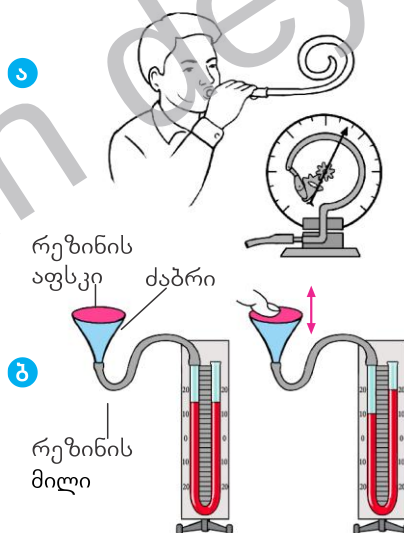
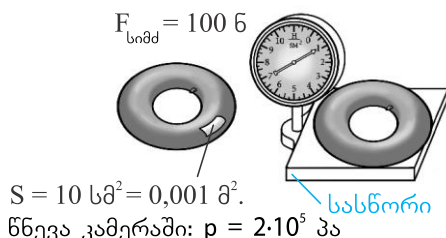
ვიცით, რომ აირი, მყარი სხეულისა და სითხისაგან განსხვავებით, მთლიანად ავსებს მოცულობას, რომელშიც არის მოთავსებული. ამასთან, აირი წნევას ჭურჭლის მთელ შიდა ზედაპირზე წარმოქმნის. როგორც ჩანს, აირის წნევის წარმოქმნა სხვა მიზეზებითაა განპირობებული, ვიდრე მყარი სხეულისა და სითხის შემთხვევაში.

ჭურჭელში მოთავსებული აირის მოლეკულები ქაოსური მოძრაობის გამო ერთმანეთს და ჭურჭლის კედლებს ეჯახებიან. იმის გამო, რომ აირში მოლეკულების დიდი რაოდენობაა, დიდია დაჯახებათა რიცხვიც. აირის მოლეკულების მოქმედება ჭურჭლის კედლებზე ქმნის აირის წნევას.

- წნევა, რომლითაც აირი მოქმედებს ჭურჭლის კედლებზე, აირის მოლეკულების ჭურჭლის კედლებთან შეჯახების შედეგად წარმოიქმნება.

აირებისა და სითხეების წნევა შეიძლება გავზომოთ ხელსაწყოთა საშუალებით, რომელსაც მანომეტრი ეწოდება. მეტალის მანომეტრის მოქმედების პრინციპი „სათამაშო ენის“ მოქმედების პრინციპის მსგავსია. „სათამაშო ენა“ გაბერვის დროს ჰაერის წნევის მოქმედებით სწორდება. მანომეტრის ძირითადი ნაწილი, „სათამაშო ენის“ მსგავსად, წარმოადგენს დრეკადი მეტალის მორკალულ მილს, რომლის ერთი ბოლო დარჩილულია, მეორე, ღია ბოლოს კი აერთებენ ჭურჭელთან, რომელშიც საჭიროა წნევის გაზომვა.

წნევის ზრდასთან ერთად მილი იწყებს გასწორებას, ხოლო მის დარჩილულ ბოლოზე მიმაგრებული ისარი – შემობრუნებას (ა). წნევის გასაზომად გამოიყენება სითხიანი მანომეტრიც. ეს მანომეტრი U-ს ფორმის მინის ნერილი მილია. მილში წყალი ან რომელიმე



სხვა სითხეა. აირის წნევის გასაზომად მანომეტრის მილის ერთ მუხლს რეზინის მილით უერთებენ ჭურჭელს, რომელშიც უნდა გაიზომოს წნევა, მაგ., ძაბრს, რომელსაც გადაკრული აქვს რეზინის აფსკი. მანომეტრის მეორე მუხლი ღია რჩება. რეზინის აფსკზე თითის დაჭერის დროს მანომეტრის მუხლებში წარმოიქმნება სითხის დონეთა შორის სხვაობა. U-ს ფორმის მილის მარცხენა მუხლში სითხის დონე დაიწევს, მარჯვენა მუხლში – აიწევს. წნევის მომატებით დონეთა შორის სხვაობა იზრდება (ბ).

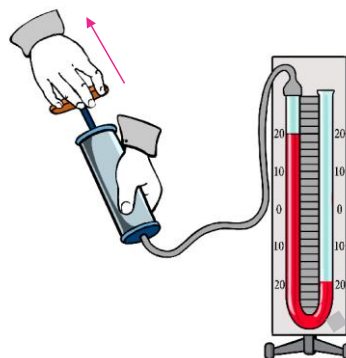
შექნილი ცოდნის გამოყენება

კვლევის მიზანი: როგორ არის დამოკიდებული აირის წნევა მის მოცულობაზე?

სამუშაოსთვის საჭიროა: სითხიანი მანომეტრი, შპრიცი (20 მლ).

სამუშაოს მსვლელობა: 1. ამოსწიეთ ცარიელი შპრიცის დგუში და ამ მდგომარეობაში მიაერთეთ მანომეტრის მილი. 2. დაანექით შპრიცის დგუშს და თანდათან შეამცირეთ შპრიცში ჰაერის მოცულობა; ყურადღება მიაქციეთ მანომეტრის მუხლებში სითხის დონეთა ცვლილებას. 3. დგუშის საწყის მდგომარეობაში დაბრუნების დროს ჰაერის მოცულობა შპრიცში იზრდება. დააკვირდით, რა ცვლილებები ხდება ამ დროს მანომეტრში.

იმსჯელეთ შედეგებზე: 1. შპრიცში ჰაერის მოცულობის შემცირების დროს მანომეტრის რომელ მუხლში იკლებს სითხის დონე? რატომ? 2. როგორ იცვლება წნევა აირის მოცულობის შემცირების დროს? 3. როგორ იცვლება სითხის დონეები მანომეტრში შპრიცში ჰაერის მოცულობის გაზრდის დროს? რატომ? 4. როგორ იცვლება აირის წნევა მისი მოცულობის გაზრდის დროს?



რა შეიტყვეთ

ჭურჭლის კედლებზე აირის მოლეკულების დაჯახება ქმნის -----. აირისა და სითხის წნევა შეიძლება გაიზომოს ხელსაწყოს საშუალებით, რომელსაც ----- ეწოდება. გარდა ამისა, აირის წნევის გაზომვა შესაძლებელია -----, რომელიც წარმოადგენს U-ს ფორმის მილის მიღს.

საკვანძო სიტყვები
სითხიანი მანომეტრი
აირის წნევა
მეტალის მანომეტრი

შეამოწმეთ თქვენი ცოდნა

1. რატომ არ შეიძლება ავტომობილის საბურავების ნორმაზე მეტად გაბერვა?
2. რატომ ინახება შეკუმშული აირი სპეციალურ ბალონებში?
3. რა შემთხვევაში წარმოქმნის აირი მეტ წნევას: ცხელ თუ ცივ მდგომარეობაში?
4. რა მოხდება, თუ მაგიდის ჩოგბურთის დეფორმირებულ ბურთს თბილ წყალში მოვათავსებთ?
5. როგორი დამოკიდებულებაა აირის წნევასა და მის მოცულობას შორის?

4.3. სითხეების წნევა

მყვინთავეები, რომლებიც დიდ სიღრმეებზე მუშაობენ, სპეციალურ ფორმას – სკაფანდრს – იყენებენ.

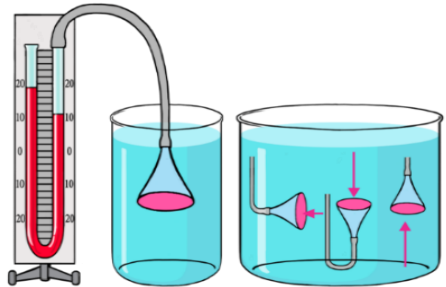


- რატომ იცვამენ დიდ სიღრმეებზე მომუშავე მყვინთავეები სკაფანდრს?
- როგორ იცვლება წნევა წყალში ჩაყვინთვის სიღრმის ზრდასთან ერთად?
- რაზეა დამოკიდებული წნევა წყლის სიღრმეში?

კვლევისათვის სამუშაო-1. რაზეა დამოკიდებული სითხის წნევა?

სამუშაოსთვის საჭიროა: სითხიანი მანომეტრი, რეზინისაფსკიანი ძაბრი, სითხიანი ჭურჭელი, მარილი (100-150 გ), სუფრის კოვზი, რეზინის მილი.

სამუშაოს მსვლელობა: 1. რეზინის მილით შეაერთეთ ძაბრი და მანომეტრი. რეზინისაფსკიანი ძაბრი სხვადასხვა სიღრმეზე ჩაუშვით წყალში. ჩაინერეთ სამუშაო რვეულში მანომეტრის მუხლში სითხის დონის მნიშვნელობები. 2. შეცვალეთ ძაბრის მდგომარეობა წყალში ერთსა და იმავე სიღრმეზე. დააკვირდით ამ დროს მანომეტრის ჩვენებას. 3. ამოიღეთ ძაბრი წყლიდან და გაათანაბრეთ სითხის სვეტის სიმაღლეები მანომეტრში (ამისთვის მოხსენით ძაბრს რეზინის მილი და ისევ მიუერთეთ). 4. დაუმატეთ წყალს ჭურჭელში რამდენიმე სუფრის კოვზი მარილი, მოურიეთ და გაიმეორეთ ცდა.



მისჯელეთ შედეგებზე: 1. როგორ შეიცვალა სითხის დონეები მანომეტრის მუხლებში ძაბრის ჩაძირვის სიღრმის ზრდასთან ერთად? 2. იცვლება თუ არა მანომეტრის ჩვენება ძაბრის მდგომარეობის ცვლილების დროს ერთსა და იმავე სიღრმეზე? 3. როგორ შეიცვალა სითხის დონეთა სხვაობა მანომეტრის მუხლებში მარილიანი წყლით ცდის ჩატარების დროს?

სითხე ცალკეული ფენებისგან შედგება, რომლებსაც ერთმანეთის მიმართ გადაადგილება შეუძლია. სითხის ყოველი ფენა თავისი წონით ქვედა ფენებს აწვევს. ამიტომ რაც მეტია ჭურჭელში სითხის სვეტის სიმაღლე, მით მეტი იქნება სითხის წნევა.

• ერთსა და იმავე სიღრმეზე სითხის წნევა ერთნაირია ყველა მიმართულებით. სიღრმის ზრდასთან ერთად სითხის წნევა იზრდება.

• სითხის წნევა დამოკიდებულია სითხის სვეტის სიმაღლესა და სითხის სიმკვრივეზე:

$$p = \rho gh.$$

სადაც p წნევაა, h – სითხის სვეტის სიმაღლე, ρ – სითხის სიმკვრივე, ხოლო g – თავისუფალი ვარდნის აჩქარება.

თუ წარმოვიდგენთ პრიზმის ფორმის სითხის სვეტს და დავიცავთ ქვემოთ მოყვანილი ნაბიჯების თანამიმდევრობას, შევძლებთ მივიღოთ სითხის წნევის გამოსათვლელი ფორმულა:

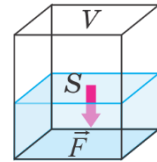
ნაბიჯი – 1: პრიზმის ფორმის სითხის სვეტის წნევა გამოითვლება ფორმულით: $p = \frac{F}{S}$,

სადაც F სიძიმის ძალაა, რომელიც პრიზმის ფორმის წყლის სვეტზე მოქმედებს, S კი პრიზმის ფუძის ფართობია.

ნაბიჯი - 2: სიმძიმის ძალა გამოითვლება ფორმულით $F_{\text{სიმძ.}} = mg$, სადაც m სითხის მასაა.

ნაბიჯი - 3: სითხის სვეტის მასა გამოითვლება ფორმულით $m = \rho V$, სადაც ρ სითხის სიმკვრივეა, V - მისი მოცულობა.

ნაბიჯი - 4: სითხის სვეტის მოცულობა გამოითვლება ფორმულით $V = Sh$, სადაც S პრიზმის ფუძის ფართობია, h - სითხის სვეტის სიმაღლე.

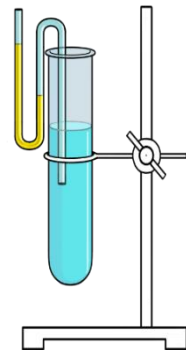


შექვნილი ცოდნის გამოყენება

კვლევის მიზანი-2. სითხიანი მანომეტრის გამოყენება.

სამუშაოსთვის საჭიროა: სინჯარა, სითხეები, რომელთა სიმკვრივე ცნობილია (წყალი, მზესუმზირას ზეთი), სითხიანი მანომეტრი, შტატივი, სახაზავი.

სამუშაოს მსვლელობა: 1. დაამაგრეთ სინჯარა შტატივზე, ჩაასხით წყალი (ნახევარზე მეტი). 2. ჩაუშვით მანომეტრის მუხლზე მიერთებული რეზინის მილი სინჯარაში. 3. სახაზავით გაზომეთ მანომეტრის მუხლებში წყლის დონეთა სხვაობა. 4. შეცვალეთ წყალი სინჯარაში სხვა სითხით, გაიმეორეთ ცდა. მიღებული შედეგები ჩანერეთ ცხრილში.



სითხე	სიღრმე (სმ)	სითხის დონეთა სხვაობა მანომეტრის მუხლებში (სმ)
წყალი		
მზესუმზირას ზეთი		

იმსჯელეთ შედეგებზე: 1. როგორ იცვლება წნევა სიღრმის მატებასთან ერთად? 2. როგორ არის სითხის წნევა დამოკიდებული მის სიმკვრივეზე, თუ სითხის სვეტის სიმაღლე ერთნაირია?

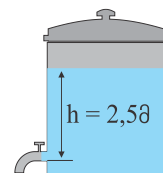
რა შეიტყვეთ

----- დამოკიდებულია სითხის სვეტის სიმაღლეზე და სითხის ----- რაც უფრო მაღალია ----- ჭურჭელში, მით მეტია სითხის წნევა.

საკვანძო სიტყვები
სიმკვრივე
სითხის წნევა
სითხის სვეტი

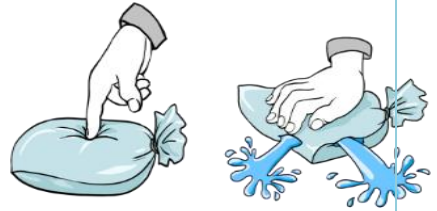
შეამოწმეთ თქვენი ცოდნა

- რაზეა დამოკიდებული სითხის წნევა?
- ერთ ჭიქაში წყალია, მეორეში - გლიცერინი. სითხის სვეტის სიმაღლე ორივე ჭიქაში 6 სმ-ია. გამოთვალეთ წნევათა სხვაობა, რომელსაც სითხეები ქმნიან ჭიქის ფსკერზე
($\rho_{\text{წყლის}} = 1000 \text{ კგ/მ}^3$, $\rho_{\text{გლიც.}} = 1260 \text{ კგ/მ}^3$, $g = 10 \text{ მ/წმ}^2$).
- როგორი წნევაა კასპიის ზღვაში 1 კმ სიღრმეზე (ატმოსფერული წნევა არ გაითვალისწინოთ)? ($\rho_{\text{ზღვის}} = 1030 \text{ კგ/მ}^3$, $g = 10 \text{ ნ/კგ}$)
- რა წნევით დაიწყებს გამოდინებას წყალი ბაკის ღია ონკანიდან? ($g = 10 \text{ ნ/კგ}$)



4.4. წნევის გადაცემა სითხეებსა და აირებში

თუ ჰაერით გაბერილ ქაღალდის პაკეტს ხელს დავარტყამთ, ის გასკდება. სითხეების შემთხვევაშიც ასეა: თუ სითხით სავსე თავმოკრულ პოლიეთილენის პაკეტს თითოთ შევეხებით, ის ფორმას შეიცვლის, ხოლო თუ ხელით დავანვებით, გასკდება.



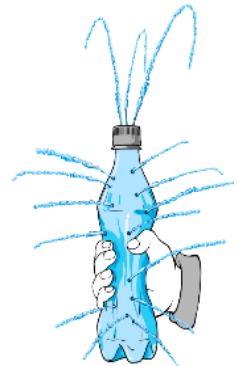
- რატომ არ სკდება პაკეტი იქ, სადაც ვანვებით, არამედ სრულიად სხვა ადგილას?

კვლევისათვის სამუშაო-1. რა მიმართულებით გადაეცემა წნევა სითხეში?

კვლევისთვის საჭიროა: პლასტმასის ბოთლი, წყლით სავსე აკვარიუმი, მსხვილი ნემსი.

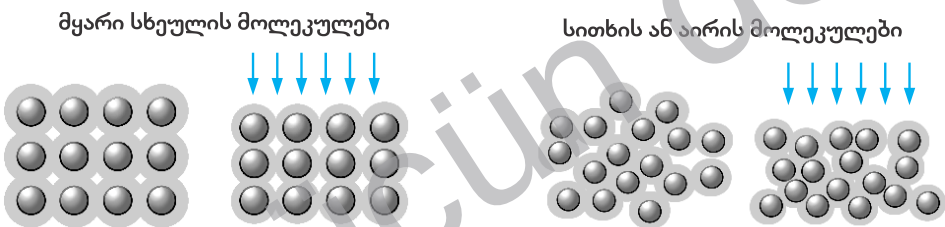
სამუშაოს მსვლელობა: 1. ნემსის საშუალებით ყველა მხრიდან გახვრიტეთ ბოთლი. 2. ბოთლი ჩაძირეთ წყლიან აკვარიუმში, აავსეთ, დაახურეთ თავსახური და ამოიღეთ. 3. ფრთხილად მოუჭირეთ ბოთლს ხელი.

იმსჯელეთ შედეგებზე: ხელის მოჭერისას რატომ გამოედინება წყალი ბოთლის ყველა ნახვრეტიდან?



მყარი სხეულის ზედაპირზე შექმნილი წნევა სხეულის შემადგენელ ნაწილაკებს ერთი მიმართულებით – ძალის მოქმედების მიმართულებით გადაადგილებს. ზედა ფენის ნაწილაკები ქვევით გადაადგილდება, რაც შემდეგი ფენის ნაწილაკების გადაადგილების მიზეზი ხდება. მყარი სხეულის ნაწილაკების გვერდითი გადაადგილება ძალიან მცირეა, ამიტომ გვერდითი მიმართულებებით წნევა არ გადაეცემა.

ჭურჭელში მოთავსებულ სითხეზე (ან აირზე) მოქმედი გარე ძალა მოლეკულებს ყველა მიმართულებით გადაადგილებს. შედეგად იზრდება სითხის (ან აირის) სიმკვრივე და მისი წნევა ჭურჭლის კედლებზე.



ჭურჭელში მოთავსებულ სითხეზე (ან აირზე) მოქმედი წნევა ყველა მიმართულებით გადაეცემა. დახშულ ჭურჭელში მოთავსებული სითხეები და აირები მათზე მოქმედ გარე წნევას უცვლელად გადასცემენ ყველა მიმართულებით. ეს არის **პასკალის კანონი** სითხეებისა და აირებისთვის.



ბლეზ პასკალი

(1623 – 1662)

ფრანგი მეცნიერი, რომელმაც აღმოაჩინა სითხეებისა და აირების მნიშვნელოვანი თვისებები.

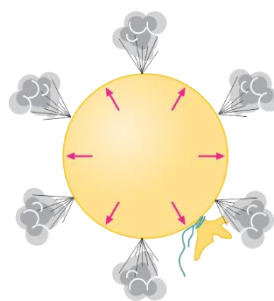
შეძენილი ცოდნის გამოყენება

კვლევითი სამუშაო-2. პასკალის კანონი აირებისთვის.

სამუშაოსთვის საჭიროა: რეზინის ბუშტი, ნებოვანი ლენტის, მსხვილი ნემსი.

სამუშაოს მსვლელობა: 1. გაბერეთ ბუშტი და ძაფით მოუკარით თავი. 5-6 ადგილზე დააკარით ნებოვანი ლენტის ნაჭრები. 2. ნემსით გახვრიტეთ ლენტის მიწებების ადგილები (ამით თავიდან აიცილებთ ბუშტის გასკდომას). მოუჭირეთ ბუშტს ხელი. მიიტანეთ ბუშტი სახესთან და შეადარეთ ნახვრეტებიდან გამომავალი ჰაერის ნაკადები.

იმსჯელეთ შედეგებზე: 1. რატომ გამოდის ჰაერი ბუშტის ყველა ნახვრეტიდან? 2. რა დასკვნის გაკეთება შეიძლება ჰაერის ნაკადებზე დაკვირვებიდან პასკალის კანონის მართებულობის შესახებ აირებისათვის?



რა შეიტყვეთ

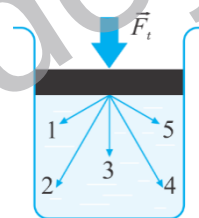
სითხის (ან აირის) სიმკვრივის მატებასთან ერთად იზრდება მისი ----- . დახმულ ჭურჭელში მოთავსებული სითხეები (ან აირები) მათზე მოქმედ გარე წნევას ყველა ----- უცვლელად გადასცემენ. ეს არის ----- სითხეებისა და აირებისთვის.

საკვანძო სიტყვები

პასკალის კანონი
მიმართულება
წნევა

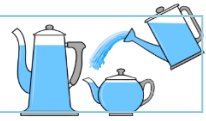
შეამოწმეთ თქვენი ცოდნა

1. როგორ გადაეცემა წნევა სითხეებსა და აირებში?
2. ჩამოაყალიბეთ პასკალის კანონი სითხეებისა და აირებისთვის.
3. რატომ ვრცელდება ღრმანცლოვანი ჭურვის აფეთქების მომაკვდინებელი მოქმედება წყალში დიდ მანძილზე?
4. რომელი მიმართულებით გადაეცემა ჭურჭელში მოთავსებულ აირზე დგუშის მოქმედებით გამოწვეული წნევა?



4.5. ზიარჭურჭელი

წყლის დონე ჩაიდანში და ჩაიდნის ცხვირში ერთნაირია. ჭარბი წყალი გადმოიღვრება როგორც ჩაიდნის პირიდან, ისე ცხვირიდან.

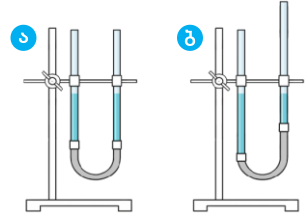


- რატომ არის წყლის დონე ერთნაირი ჩაიდანში და ჩაიდნის ცხვირში?

კვლევითი სამუშაო: რატომ არ შეიცვალა დონეები?

სამუშაოსთვის საჭიროა: მინის ორი ლიბოლოებიანი მილი; რეზინის მილი, წყალი, მტატივი.

სამუშაოს მსვლელობა: 1. მინის მილები დააკავშირეთ რეზინის მილით. მინის ერთი მილი მტატივზე დაამაგრეთ და დააკვირდით მოვლენებს მისი წყლით შევსების პროცესში (ა). 2. მეორე მინის მილი სხვადასხვა მიმართულებით (მარჯვნივ, მარცხნივ, ზევით, ქვევით) გადაადგილეთ ისე, რომ წყალი არ გადმოიღვაროს. ყურადღება მიაქციეთ წყლის დონეს ორივე მილში (ბ). 3. დააკვირდით, როგორ შეიცვლება წყლის დონე მილებში, თუ ერთ-ერთ მილში წყალს დავამატებთ. 4. დახატეთ სამუშაო რეგულში ცდის შესაბამისი გამოსახულებები.



იმსჯელეთ შედეგებზე: 1. იცვლება თუ არა წყლის დონე ორივე მილში ერთ-ერთი მილის მდგომარეობის შეცვლის (მარჯვნივ, მარცხნივ, ზევით, ქვევით გადაადგილების) დროს? რატომ? 2. როგორ შეიცვალა წყლის დონეები ერთ-ერთ მილში წყლის დამატების შემდეგ?

- ერთმანეთთან დაკავშირებულ ღია ჭურჭლებს **ზიარჭურჭელი** ეწოდება.

თუ ზიარჭურჭლის სხვადასხვა ფორმისა და განიკვეთის მუხლებში ერთგვაროვანი სითხეა, ნებისმიერი ჰორიზონტალური დონის არჩევისას აღმოჩნდება, რომ ამ დონეზე თითოეულ მუხლში წნევა ერთნაირია (გ).

$$p_1 = p_2 \rightarrow \rho g h_1 = \rho g h_2 \rightarrow h_1 = h_2$$

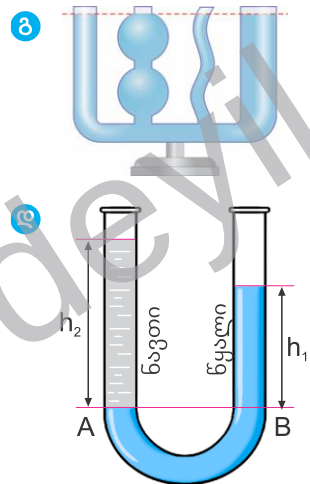
- ზიარჭურჭელში ერთგვაროვანი სითხის თავისუფალი ზედაპირი ერთ დონეზე დგება. ეს ზიარჭურჭლის კანონია.

თუ ზიარჭურჭლის მუხლებში სხვადასხვა სითხეს ჩავასხამთ, რომლებიც ერთმანეთს არ ერევა, მაგ. წყალსა და ნავთს, მათი სვეტების სიმაღლე გამყოფი საზღვრის ზევით სხვადასხვა იქნება. მეტი სიმკვრივის სითხის დონე ნაკლები სიმკვრივის სითხის დონესთან შედარებით დაბალი იქნება (დ):

$$p_1 = p_2 \Rightarrow \rho_1 g h_1 = \rho_2 g h_2 \Rightarrow \frac{h_2}{h_1} = \frac{\rho_1}{\rho_2}$$

სადაც h_1 და ρ_1 ერთ-ერთ მუხლში სითხის სვეტის სიმაღლე და მისი სიმკვრივეა, ხოლო h_2 და ρ_2 სითხის სვეტის სიმაღლე და მისი სიმკვრივეა ზიარჭურჭლის მეორე მუხლში.

- ზიარჭურჭელში ჩასხმული სხვადასხვა სითხის სვეტების სიმაღლე მათი სიმკვრივების უკუპროპორციულია.



შეძენილი ცოდნის გამოყენება

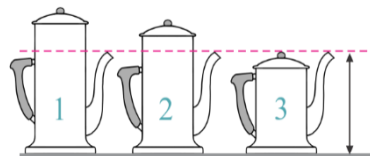
ამოხსენით ტესტები: 1. რომელ ნახატებზეა სწორად ნაჩვენები სპირტის დონეები სხვადასხვა ფორმის ზიარჭურჭელში?



2. ნახატზე წარმოდგენილ ჩაიდნებს ფუძის ერთ-ნაირი ფართობი აქვთ. რომელ ჩაიდანს აქვს მეტი მოცულობა?

ა) $V_1 > V_2 > V_3$; ბ) $V_1 > V_2 = V_3$; გ) $V_1 = V_2 = V_3$;

დ) $V_1 = V_2 > V_3$; ე) $V_1 = V_2 < V_3$.



რა შეიტყვეთ

ერთმანეთთან დაკავშირებულ რამდენიმე ღია ჭურჭელს ---- ეწოდება. ასეთ ჭურჭელში ერთგვაროვანი სითხის ----- ნებისმიერ დონეზე ერთნაირია. ზიარჭურჭელში სხვადასხვა ----- მათი სიმკვრივების უკუპროპორციულია.

საკვანძო სიტყვები

სითხის სვეტის სიმაღლე
ზიარჭურჭელი
წნევა

შეამოწმეთ თქვენი ცოდნა

1. რატომ აქვს ერთგვაროვან სითხეს სხვადასხვა ფორმის ზიარჭურჭელში ერთნაირი სიმაღლე?
2. სამართლიანია თუ არა ზიარჭურჭლის კანონი უწონობის მდგომარეობაში? პასუხი დაასაბუთეთ.
3. რატომ აქვს სხვადასხვა სიმაღლე ზიარჭურჭელში ჩასხმულ სხვადასხვა სითხეს?

4.6. ჰიდრავლიკური მანქანა

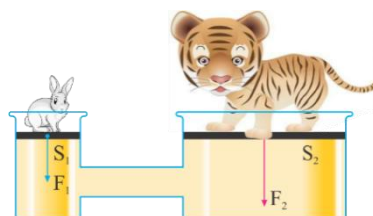
ზეთის სახდელ ქარხნებში ზეთის გამოსაწურად, აგრეთვე თივის, მუყაოსა და ფანერის დასაწნებად გამოიყენება სპეციალური მოწყობილობა, რომელსაც **ჰიდრავლიკური მანქანა** ეწოდება.

• როგორ ასრულებს ჰიდრავლიკური მანქანა ამ სამუშაოს?

ჰიდრავლიკური მანქანა შედგება ორი, სხვადასხვა დიამეტრის, ერთმანეთთან დაკავშირებული ცილინდრისგან. ცილინდრებში ჩასხმულია ზეთი და აქვთ დგუშები. პასკალის კანონი იძლევა საშუალებას, ავხსნათ ჰიდრავლიკური მანქანის მუშაობის პრინციპი. პასკალის კანონის მიხედვით, ჰიდრავლიკური მანქანის ორივე დგუშის ქვემოთ ზეთის წნევა ერთნაირია: $p_1 = p_2$.

წნევის ტოლობიდან მივიღებთ:

$$\frac{F_1}{S_1} = \frac{F_2}{S_2} \quad \text{ან} \quad \frac{F_2}{F_1} = \frac{S_2}{S_1}.$$



სადაც S_1 – პატარა დგუმის ზედაპირის ფართობია, S_2 – დიდი დგუმის ზედაპირის ფართობი, F_1 – პატარა დგუმზე მოქმედი ძალის მოდული, F_2 კი – დიდ დგუმზე მოქმედი ძალის მოდული.

• ჰიდრავლიკური მანქანის დგუმებზე ზეთი მოქმედებს ძალებით, რომლებიც დგუმების ზედაპირის ფართობების პროპორციულია.

ამგვარად, ჰიდრავლიკური მანქანით შეგვიძლია მივიღოთ ძალაში მოგება $\frac{S_2}{S_1}$ -ჯერ:

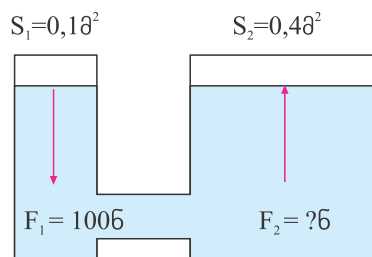
$$F_2 = F_1 \frac{S_2}{S_1}.$$

კვლევის საშუალო. როგორია ძალაში მოგება?

ნახატზე აღნიშნულია ჰიდრავლიკური მანქანის დგუმების ზედაპირის ფართობები და ძალა, რომელიც პატარა დგუმზე მოქმედებს. როგორია ძალაში მოგება ამ მანქანით?

მოცემულია: $S_1 = 0,1 \text{ მ}^2$; $S_2 = 0,48 \text{ მ}^2$; $F_1 = 100 \text{ ნ}$; $F_2 = ?$

$$F_2 = \boxed{} \cdot \frac{\boxed{}}{\boxed{}} \text{ ნ} = \boxed{} \text{ ნ}$$

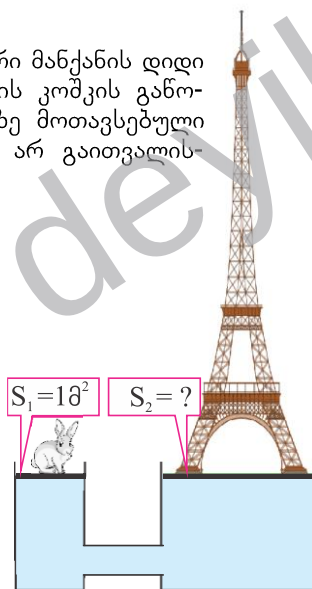


ამგვარად, ჰიდრავლიკური მანქანის დახმარებით შეგვიძლია პატარა ძალით დიდი ძალა გავანთხათ. ჰიდრავლიკურ მანქანებს, რომლებიც სხეულების დასაწინებად გამოიყენება, ჰიდრავლიკური წნეხები ეწოდება. ეს წნეხები მაშინ გამოიყენება, როდესაც ძალიან დიდი ძალებია საჭირო.

შეძენილი ცოდნის გამოყენება

ამოხსენით ამოცანა. როგორი უნდა იყოს ჰიდრავლიკური მანქანის დიდი დგუმის ზედაპირის ფართობი, რომ შევძლოთ ეიფელის კოშკის განწინასწორება, რომლის მასა 10000 ტ-აა, პატარა დგუმზე მოთავსებული 5 კგ მასის კურდღლით (დგუმების მასა და ხახუნი არ გაითვალისწინოთ, $g = 10 \text{ მ/წმ}^2$)?

მოცემულია	გადაყვანა	ფორმულა	ამოხსნა
$S_1 = 18 \text{ მ}^2$ $m_{\text{კურდღ.}} = 5 \text{ კგ}$ $m_{\text{კოშკის}} = 10000 \text{ ტ}$ $g = 10 \text{ მ/წმ}^2$ $S = ?$	... კგ	$\frac{F_2}{F_1} = \frac{S_2}{S_1}$ $F_1 = m_{\text{კურდღ.}} \cdot g$ $F_2 = m_{\text{კოშკის}} \cdot g$ $S_2 = \dots$	$S_2 = \dots \text{ მ}^2$
პასუხი:			



რა შეიტყვეთ

სხეულების დასაწნეხად გამოიყენება მოწყობილობა, რომელსაც ----- ეწოდება. ჰიდრავლიკური მანქანით ----- $\frac{F_2}{S_1}$ -ჯერ შეიძლება. ჰიდრავლიკურ მანქანებს, რომლებიც სხეულის დასაწნეხად გამოიყენება, ----- ეწოდება.

საკვანძო სიტყვები

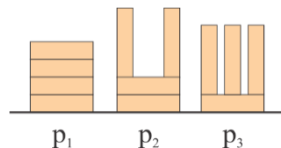
ჰიდრავლიკური მანქანა
ჰიდრავლიკური წნეხი
ძალაში მოგება

შეამოწმეთ თქვენი ცოდნა

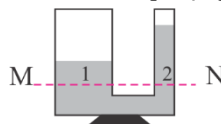
1. რომელ კანონზეა დაფუძნებული ჰიდრავლიკური მანქანის მოქმედების პრინციპი?
2. შეიძლება თუ არა ჰიდრავლიკურ მანქანაში სითხე ჰაერით შევცვალოთ? პასუხი დაასაბუთეთ.
3. რაზე დამოკიდებული ძალაში მოგება ჰიდრავლიკურ მანქანაში?

საკვანძო – 10.

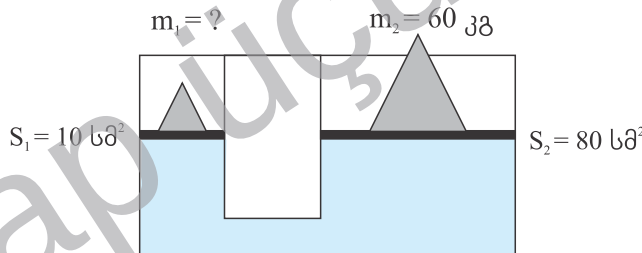
1. გამოსახეთ SI სისტემის წნეხის საზომი ერთეული ძირითადი საზომი ერთეულებით.
2. წყლის სვეტის წნევა ჭურჭლის ფსკერზე არის 44 კპა. იმავე წნევას ჭურჭლის ფსკერზე ქმნის ნავთი. როგორია წყლისა და ნავთის სვეტების სიმაღლე ($\rho_{\text{წყლის}} = 1000 \text{ კგ/მ}^3$, $\rho_{\text{ნავთის}} = 800 \text{ კგ/მ}^3$, $g = 10 \text{ ნ/კგ}$)?
3. როგორია წნევების შეფარდება, რომლითაც ნახატზე წარმოდგენილი აგურები მოქმედებენ მაგიდაზე?



4. ნახატზე წარმოდგენილია ზიარჭურჭელი. ერთ მუხლში ნავთია, მეორეში – მარილიანი წყალი. როგორია მუხლებში სითხის დონეები და როგორი თანაფარდობაა მათ წნევებს შორის MN ჰორიზონტალზე?

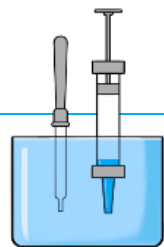


5. ნახატზე წარმოდგენილია ჰიდრავლიკური მანქანა, რომლის დგუშები წონასწორობაშია. ნახატზე აღნიშნული მონაცემების მიხედვით განსაზღვრეთ პატარა დგუშზე მოთავსებული სხეულის მასა.



4.7. ატმოსფერული წნევა

თუ პიპეტის ღია მხარეს წყალში ჩავუშვებთ და რეზინის თავსაცმს არ შევცვლით, წყალი პიპეტში არ შევა. თუ წყალში ცარიელ შპრიცს ჩავუშვებთ, რომლის დგუმი მაქსიმალურად არის ამოწეული, შპრიცში ძალიან მცირე რაოდენობის წყალი შევა.

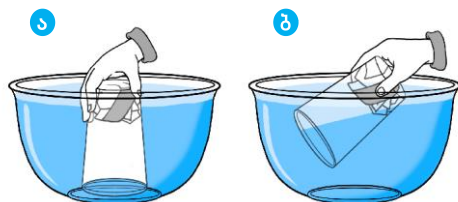


- რატომ არ ივსება წყალში ჩაშვებული პიპეტი და შპრიცი? თუ წყალში ჩაშვებული პიპეტის რეზინის თავსაცმს ხელს მოვუჭერთ და გავუშვებთ ან წყალში ჩაშვებული შპრიცის დგუმს ამოვწევთ, ისინი წყლით შეივსება.
- რატომ იწყებს წყალი პიპეტისა და შპრიცის შევსებას?

კვლევის საშუალო-1. დასველდა თუ არა ქალაქი ჭიქაში?

სამუშაოსთვის საჭიროა: ქალაქის ხელსახოცი, მინის ჭიქა, წყლიანი აკვარიუმი, ნებოვანი ლენტის.

სამუშაოს მსვლელობა: 1. ქალაქის ხელსახოცი ნებოვანი ლენტის საშუალებით ისე დაამაგრეთ ჭიქის ფსკერზე, რომ ჭიქის გადაბრუნების დროს არ გადმოვარდეს. 2. გადაბრუნებული ჭიქა ვეტიკალურად ჩაუშვით წყლიან აკვარიუმში (ა). 3. ჭიქა წყლიდან ამოიღეთ ისე, რომ არ შეუცვალოთ მდგომარეობა და ნახეთ, დასველდა თუ არა ფსკერზე მიმაგრებული ხელსახოცი.



ჩაინერეთ დაკვირვების შედეგები. 4. გადაბრუნებული ჭიქა დახარეთ და მთლიანად ჩაუშვით წყალში (ბ). რამდენიმე წამის შემდეგ ამოიღეთ ჭიქა და ნახეთ, დასველდა თუ არა ფსკერზე მიმაგრებული ხელსახოცი.

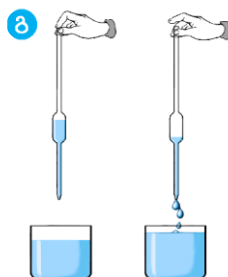
იმსჯელეთ შედეგებზე: 1. შეივსება თუ არა გადაბრუნებული ჭიქა წყალში ვეტიკალურად ჩაშვების შემდეგ? რატომ? 2. რატომ გამოდის ჰაერის ბუშტები ჭიქიდან წყალში ჭიქის დახრილ მდგომარეობაში ჩაშვების დროს? შეივსებოდა თუ არა ჭიქა წყლით, ჭიქიდან ჰაერის ბუშტები რომ არ გამოსულიყო? რატომ?

ჰაერის გარსს, რომელიც დედამიწას აკრავს, ატმოსფერო ეწოდება (ბერძნ. *atmos* – ორთქლი, *sphair* – სფერო, ბურთი). წნევას, რომელსაც ჰაერის გარსი ქმნის, ატმოსფერული წნევა ეწოდება. როგორც დედამიწის ზედაპირზე არსებულ ყველა სხეულზე, ატმოსფეროზეც მოქმედებს სიმძიმის ძალა. ამ ძალის მოქმედების შედეგად ატმოსფეროს ზედა ფენები აწევს ქვედა ფენებს. ჰაერის ფენა, რომელიც უშუალოდ აკრავს დედამიწას, ყველაზე მეტად არის შეკუმშული და წნევას, რომელსაც განიცდის, ყველა მიმართულებით გადასცემს.

შედეგად ჰაერის წნევა საკმაოდ დიდი ძალით მოქმედებს დედამიწაზე არსებულ ყველა სხეულზე, მათ შორის ჩვენზეც.

ბევრი მოვლენა, რომელსაც ცხოვრებაში ვხვდებით, ატმოსფერული წნევის არსებობით აიხსნება. მაგ., სითხე არ შედის წყალში ჩაშვებული პიპეტის თავისუფალი წვერიდან, თუ რეზინის თავსაცმს არ დავიხმარებთ. ეს იმით აიხსნება, რომ ჰაერის წნევა პიპეტში ატმოსფერული წნევის ტოლია.

რეზინის თავსაცმზე ხელის მოჭერის შემდეგ პიპეტიდან ჰაერის ნაწილი გამოიღვწება, ამიტომ ხელის გაშვების პროცესში პიპეტში წნევა უკვე ატმოსფერულზე ნაკლები იქნება და აკვარიუმში წყლის ზედაპირზე მოქმედი ატმოსფერული წნევა წყალს პიპეტში შესვლას „აიძულებს“. ლივერის მოქმედების პრინციპი, რომელიც ლაბორატორიებში სხვადასხვა სითხის სინჯის ასაღებად გამოიყენება (გ), აგრეთვე იმ მოვლენების მიზეზი, რომლებიც წყალში ჭიქის ჩაძირვის დროს ხდება, დაკავშირებულია ატმოსფერული წნევის არსებობასთან. დაფიქრდით ამის შესახებ დამოუკიდებლად.



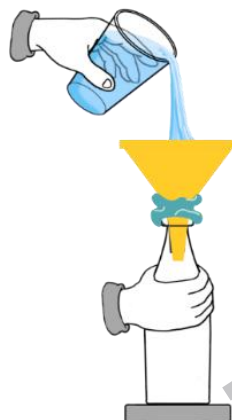
შექვნილი ცოდნის გამოყენება

კვლევითი სამუშაო-2. რა არის ცარიელ ბოთლში?!

კვლევისთვის საჭიროა: 1. ბოთლი, ძაბრი, წყლიანი ჭიქა, პლასტილინი.

სამუშაოს მსვლელობა: 1. ჩადგით ძაბრი ბოთლში და მათ შორის ღრეჩო პლასტილინით ამოავსეთ. 2. ძაბრში ჩაასხით წყალი. ნახეთ, რა ხდება. დაკვირვების შედეგი შეიტანეთ სამუშაო რეგულში. 3. მოაცალეთ პლასტილინი ბოთლსა და ძაბრს შორის არსებულ ღრეჩოს და გაიმეორეთ ცდა. დააკვირდით, ივსება თუ არა ბოთლი წყლით. დაკვირვების შედეგი ჩაინერეთ რეგულში.

იმსჯელეთ შედეგებზე: 1. როცა წყალს ძაბრის საშუალებით ვასხამთ, ივსება თუ არა ბოთლი, თუ ძაბრი პლასტილინით არის ბოთლზე მიმაგრებული? რატომ? 2. რა ხდება, როცა წყალს ძაბრის საშუალებით ვასხამთ და ძაბრსა და ბოთლს შორის ღრეჩო თავისუფალია პლასტილინისგან? ახსენით მოვლენა.



რა შეიტყვეთ

ჰაერს დედამიწის ირგვლივ ----- ჰქვია. ჰაერით გამოწვეულ წნევას ----- ეწოდება. როგორც დედამიწაზე არსებულ სხეულებზე, ატმოსფეროზეც მოქმედებს -----.

საკვანძო სიტყვები
სიმძიმის ძალა
ატმოსფერო
ატმოსფერული წნევა

შეამოწმეთ თქვენი ცოდნა

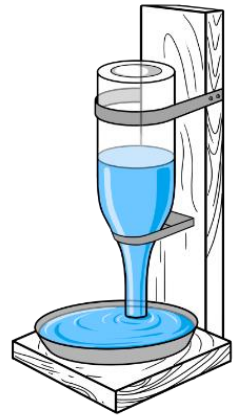
1. რა აკავებს ატმოსფეროს დედამიწის ირგვლივ?
2. ჰაერის წნევა დედამიწაზე არსებულ სხეულებზე, მათ შორის ჩვენზე, საკმარისად დიდია. რატომ ვერ შევიგრძნობთ ამ წნევას?
3. თუ ლივერის მიღს, რომლის ერთი ბოლო წყალში იყო ჩაშვებული, ხოლო მეორე ბოლოს თითით დავახშობთ და წყლიდან ამოვიღებთ, მილიდან წყალი არ ჩამოიღვრება (იხ. ნახ. გ). რატომ?

პროექტი. ავტომატური სარწყული

პროექტისთვის საჭიროა: ბოთლი, ბრტყელი ჯამი, წყალი, ნებოვანი ლენტის, ფიცარი (2 ცალი), ლურსმანი (2 ცალი), ჩაქუჩი.

1. ლურსმნებით მიაჭედეთ ფიცრები ერთმანეთს, როგორც ნახატზეა ნაჩვენები.
2. ბრტყელი ჯამი გაავსეთ წყლით და დადგით ფიცარზე.
3. გადააბრუნეთ წყლით სავსე ბოთლი და მისი ყელი ჩაუშვით წყლიან ჯამში. მიაყრდენით ბოთლი ვერტიკალურ ფიცარს და მიამაგრეთ მასზე ნებოვანი ლენტით. ასე ამზადებენ ავტომატურ სარწყულს შინაური ფრინველისთვის.

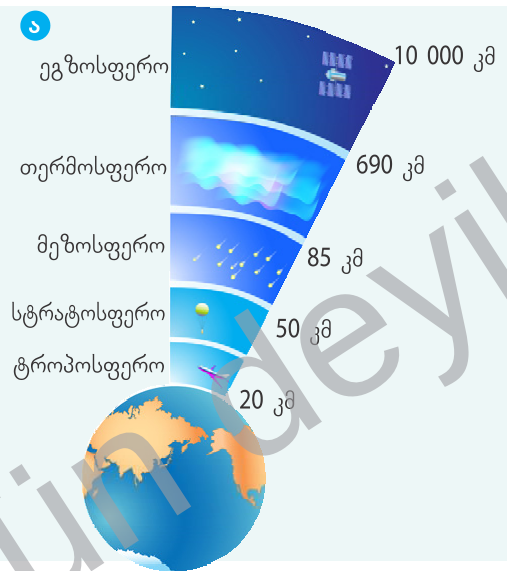
შემდეგი გაკვეთილისთვის დაწერეთ მოკლე ესე თქვენ მიერ დამზადებული „ავტომატური სარწყულის“ მუშაობის პრინციპის შესახებ.



4.8. ატმოსფერული წნევის გაზომვა

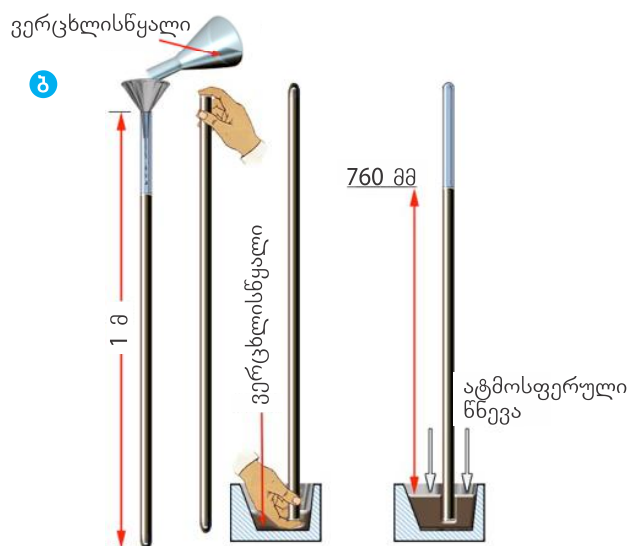
დედამიწის ატმოსფერო პირობითად ფენებადაა დაყოფილი (ა). ჩატარებული გამოთვლებით, დედამიწის ატმოსფეროს სისქე დაახლოებით 0 – 10000 კმ დიაპაზონშია, ხოლო მასა, სავარაუდოდ, $5,2 \cdot 10^{15}$ ტონის ტოლია.

- შეიძლება თუ არა ატმოსფერული წნევის ზუსტი მნიშვნელობის გამოთვლა $p = \rho gh$, ფორმულით, თუ გავითვალისწინებთ ატმოსფეროს სხვადასხვა ფენაში ჰაერის შემადგენლობის მახასიათებლებისა და სიმკვრივის მნიშვნელობის განსხვავებას?
- შეიძლება თუ არა დედამიწის ზედაპირზე მოქმედი ატმოსფერული წნევის გაზომვა?



პირველად ატმოსფერული წნევა არაპირდაპირი გზით გაზომა იტალიელმა მეცნიერმა ევანჯელისტა ტორიჩელიმ მე-17 საუკუნეში. მან ვერცხლისწყლით გაავსო 1 მ სიგრძის მინის მილი, რომელსაც ერთი ბოლო დარჩილული (დახურული) ჰქონდა. თითქმის დაფარა მილის ღია ბოლო, მილი გადააბრუნა და ვერცხლისწყლით სავსე ჯამში ჩაუშვა. შემდეგ ვერცხლისწყალში ჩაძირული მილის ბოლოს თითქმის მოაშორა. ვერცხლისწყლის მცირე ნაწილი ჯამში ჩაიღვარა, დიდი ნაწილი მილში დარჩა. მილში დარჩენილი ვერცხლისწყლის სვეტის სიმაღლე 760 მმ-ის ტოლი აღმოჩნდა (ბ).

ტორიჩელის ცდა



ცდა შემდეგნაირად აიხსნება: განიერ ჭურჭელში ვერცხლისწყლის ზედაპირზე მოქმედებ ატმოსფერულ წნევას აწონასწორებს მინის მილში დარჩენილი ვერცხლისწყლის სვეტის წნევა. ჭურჭელში არსებულ ვერცხლისწყალსა და მილში დარჩენილ ვერცხლისწყალს შორის მყარდება წონასწორობა, ე.ი. ატმოსფერული წნევა ვერცხლისწყლის სვეტის წნევის ტოლია ($p_{ატმ} = p_{ვწყ.}$). გამოდის, რომ ატმოსფერული წნევა მინის მილში დარჩენილი 760 მმ სიმაღლის ვერცხლისწყლის სვეტის წნევის ტოლია, რაც დაახლოებით 10^5 პა-ა:

$$p = \rho_{ვწყ.} \cdot gh = 13600 \frac{\text{კგ}}{\text{მ}^3} \cdot 9,8 \frac{\text{ნ}}{\text{კგ}} \cdot 0,76 \text{ მ} = 101300 \frac{\text{ნ}}{\text{მ}^2} = 101300 \text{ პა} \approx 10^5 \text{ პა} = 100 \text{ კპა.}$$

აქედან შეგვიძლია გამოვთვალოთ, რომ 1 მმ სიმაღლის ვერცხლისწყლის სვეტის წნევა 130 პა-ის ტოლია. დაკვირვებებით დადგინდა, რომ ვერცხლისწყლის სვეტის სიმაღლე მუდმივი არ არის; ეს ნიშნავს, რომ ატმოსფერული წნევა ცვალებადია. ამინდის შესაბამისად ის შეიძლება გაიზარდოს ან შემცირდეს. თუ მინის მილს ვერტიკალურ სკალაზე მივამაგრებთ, მივიღებთ უმარტივეს ვერცხლისწყლიან ბარომეტრს (ბერძნულად *baros* – სიმძიმე), რომლითაც შესაძლებელია ატმოსფერული წნევის გაზომვა (გ). ასევე მრავალრიცხოვანი დაკვირვებით ცნობილია, რომ ვერცხლისწყლიანი ბარომეტრის ჩვენება ზღვის დონეზე 0°C ტემპერატურის დროს არის 760 მმ ვწყ. სვ.

• წნევას, რომელსაც ქმნის 760 მმ სიმაღლის ვერცხლისწყლის სვეტი 0°C ტემპერატურის დროს, **ნორმალური ატმოსფერული წნევა** ეწოდება.

როგორ არის დამოკიდებული ატმოსფერული წნევა სიმაღლეზე? ბარომეტრის საშუალებით ჩატარებული გამოკვლევებით გაირკვა, რომ ზღვის დონიდან (სადაც $h = 0$, $p = 760$ მმ ვწყ. სვ.) საშუალოდ ყოველ 12 მ სიმაღლეზე ასვლისას ატმოსფერული წნევა 1 მმ ვწყ. სვ.-ით მცირდება და პირიქით, ზღვის დონის მიმართ სიმაღლის ყოველი 12 მ-ით შემცირება იწვევს წნევის ზრდას 1 მმ ვწყ. სვ.-ით.

2 ვერცხლის-წყლიანი ბარომეტრი (სქემა)



კვლევის საშუალო-1. ატმოსფერული წნევის

დამოკიდებულება სიმაღლეზე.

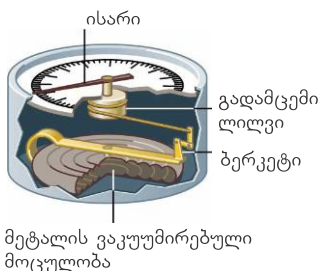
ვერცხლისწყლიანი ბარომეტრით ატმოსფერულ წნევას ზომავენ სხვადასხვა სიმაღლესა და სიღრმეზე. მიიღება წარმოდგენილი დიაგრამა.

რა სიმაღლესა და სიღრმეს შეესაბამება დიაგრამაზე ნაჩვენები წნევები?

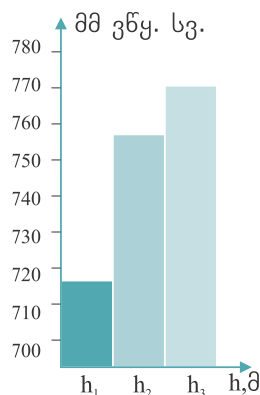
პრაქტიკაში წნევის გასაზომად ხშირად გამოიყენება მეტალის ბარომეტრი, რომელსაც ბარომეტრ-ანეროიდი ეწოდება (დ). ანეროიდი (ბერძნულად α (an) – უარყოფა და α era – ჰაერი) „უჰაეროს“ ნიშნავს. მისი ძირითადი ნაწილია მეტალის გოფრირებული ყუთი, საიდანაც ჰაერია ამოტუმბული. გარედან მასზე ატმოსფერული წნევის მოქმედება იწვევს მის დეფორმირებას, რაც ბერკეტისა და გადამცემი ლილვის საშუალებით ხელსაწყოს ისარს გადაეცემა. ისარი მარჯვნივ ან მარცხნივ გადაადგილდება და შესაბამის წნევას გვიჩვენებს.

ნახატზე (ე) წარმოდგენილი ბარომეტრ-ანეროიდის ზედა სკალა პასკალებშია დაგრაფირებული, ქვედა სკალა – მმ ვწყ. სვ.-ში.

დ



ე



შეძენილი ცოდნის გამოყენება

შეასრულეთ ტესტური დავალებები.

1. როგორია ატმოსფერული წნევა მთის მწვერვალზე, რომლის სიმაღლე 4800 მ-ია?

- ა) 760 მმ ვწყ. სვ.; ბ) 360 მმ ვწყ. სვ.; გ) 1060 მმ ვწყ. სვ.;
 დ) 730 მმ ვწყ. სვ.; ე) 280 მმ ვწყ. სვ.

2. გებულის რაიონში მდებარე ჩანჩქერ „შვიდი მზეთუნახავის“ ვარდნის სიმაღლეზე ბარომეტრის ჩვენება 748 მმ ვწყ. სვ.-ია., ხოლო დაცემის ადგილზე – 758 მმ. ვწყ. სვ. განსაზღვრეთ ჩანჩქერის სიმაღლე.

- ა) 120 მ; ბ) 100 მ; გ) 150,6 მ; დ) 74,8 მ; ე) 75,8 მ.

რა შეიტყვეთ

წნევა 760 მმ ვწყ. სვ. 0°C ტემპერატურის დროს -----. სითხიან ხელსაწყოს, რომელიც ატმოსფერულ წნევას ზომავს, ----- ჰქვია. მეტალის ბარომეტრ- ----- გამოიყენება ატმოსფერული წნევის გასაზომად.

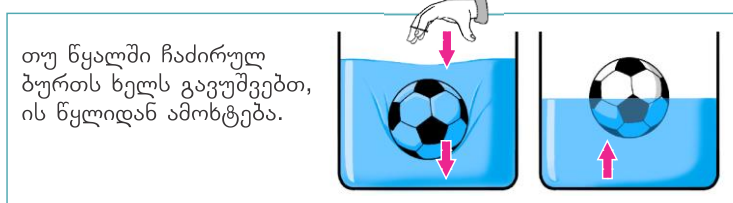
საკვანძო სიტყვები

ანეროიდი
 ნორმალური ატმოსფერული წნევა
 ვერცხლისწყლიანი ბარომეტრი

შეამოწმეთ თქვენი ცოდნა

1. რატომ არის ატმოსფერული წნევა მთიან ადგილას უფრო დაბალი, ვიდრე დაბლობში?
2. რატომ შეუძლია რეაქტიულ თვითმფრინავს ატმოსფეროს ზედა ფენებში უფრო დიდი სიჩქარით ფრენა?
3. რატომ იყენებენ ალპინისტები მაღალ მწვერვალებზე ასვლისას სუნთქვის გასაადვილებლად ჟანგბადის ნილბებს?

4.9. არქიმედეს კალა



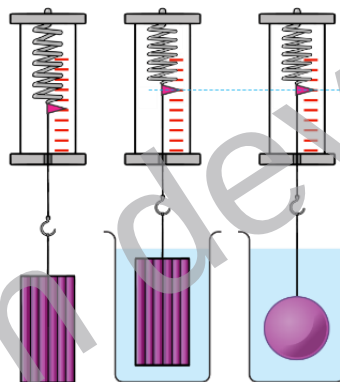
- რა გამოდგენის ბურთს წელიდან?

კვლევის საშუალო-1. როგორ იცვლება წყალში ჩაძირული სხეულის წონა?

სამუშაოსთვის საჭიროა: დინამომეტრი, წელიანი ჭურჭელი, პლასტილინი.

სამუშაოს მსვლელობა: 1. დაკიდეთ პლასტილინის ნაჭერი დინამომეტრზე და განსაზღვრეთ მისი წონა. შედეგი ჩაინერეთ სამუშაო რეულში. 2. განსაზღვრეთ პლასტილინის წონა, როდესაც ის მთლიანად ჩაძირულია წყალში, ოღონდ არ ეხება ფსკერს. შედეგი ჩაინერეთ სამუშაო რეულში. 3. ამოიღეთ პლასტილინი წელიდან და მიეცით მას სფეროს ფორმა. დაკიდეთ დინამომეტრზე, ისევ მთლიანად ჩაუშვით წყალში და განსაზღვრეთ მისი წონა. შედეგები ჩაინერეთ სამუშაო რეულში.

იმსჯელეთ შედეგებზე: 1. როგორია პლასტილინის ნაჭრისა და მისგან დამზადებული სფეროს წონა ჰაერში? 2. როგორია პლასტილინის ნაჭრისა და მისგან დამზადებული სფეროს წონა წყალში? რამდენით შემცირდა მათი წონა წყალში? რატომ? გამოთქვით ჰიპოთეზები. 3. როგორ შეიცვალა წყლის დონე მასში პლასტილინის ჩაშვების შემდეგ? რასთან არის დაკავშირებული ეს ცვლილება? გამოთქვით ჰიპოთეზები.



სითხეში ჩაძირულ სხეულზე სითხე ამომგდები ძალით მოქმედებს. სხეულზე მოქმედი ამომგდები ძალა სიმძიმის ძალის საწინააღმდეგოდაა მიმართული. ამის გამო სხეულის წონა მცირდება.

• სითხეში (ან აირში) ჩაძირულ სხეულზე მოქმედებს ამომგდები ძალა, რომელიც სხეულის მიერ გამოდევნილი სითხის (ან აირის) წონის ტოლია.

ამ კანონს, რომელიც ძველმა ბერძენმა მეცნიერმა არქიმედემ აღმოაჩინა, მის პატივსაცემად **არქიმედეს კანონი** ეწოდება. ამომგდებ ძალას, რომელიც სითხეში (ან აირში) ჩაძირულ სხეულზე მოქმედებს, **არქიმედეს ძალა** ეწოდება.

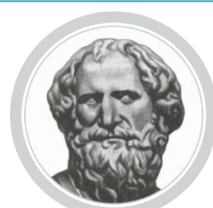
• **არქიმედეს ძალის მოდული სითხის (ან აირის) სიმკვრივის, თავისუფალი ვარდნის აჩქარებისა და სხეულის სითხეში (ან აირში) ჩაძირული ნაწილის მოცულობის ნამრავლის ტოლია:**

$$F_a = \rho_{\text{სითხის}} g V_{\text{ჩ}} \text{ ან } F_a = m_{\text{სითხის}} g = P_{\text{სითხის}} \cdot$$

სადაც F_a სითხეში ჩაძირულ სხეულზე მოქმედი არქიმედეს ძალაა, $\rho_{\text{სითხის}}$ – სითხის სიმკვრივე, $V_{\text{ჩ}}$ – სხეულის სითხეში ჩაძირული ნაწილის მოცულობა, $m_{\text{სითხის}}$ – გამოდევნილი სითხის მასა, $P_{\text{სითხის}}$ კი – გამოდევნილი სითხის წონა. ამგვარად, **სითხეში (ან აირში) ჩაძირული სხეულის წონა მცირდება მასზე მოქმედი არქიმედეს ძალის ტოლი სიდიდით:**

$$P = P_0 - F_a$$

სადაც P სხეულის წონაა სითხეში, P_0 – სხეულის წონა ვაკუუმში (ჰაერში), F_a – არქიმედეს ძალაა.



არქიმედე
(ძვ. წ. 287 – 212 წწ.).
ძველი ბერძენი (სიცი-
ლია, ქალაქი სირაკუზი)
სწავლული და ინჟინე-
რი. იგი მრავალი მარ-
ტივი მექანიზმის ავტო-
რია.

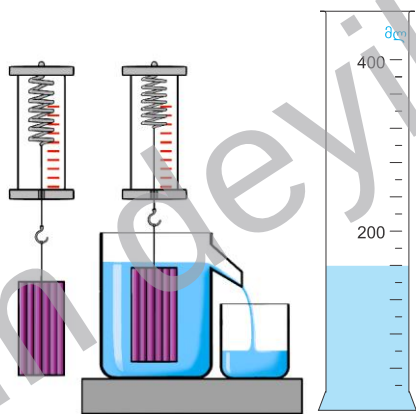
შექნილი ცოდნის გამოყენება

კვლევის საშუალო-2. შევამოწმოთ არქიმედეს კანონი.

სამუშაოსთვის საჭიროა: დინამომეტრი, მენზურა, პლასტილინი, ძაფი, ჭურჭელი სითხის გადმოსასვლელი მილით, პლასტმასის ჭიქა, რომელსაც ძაფი აქვს შემოკ-
რული.

სამუშაოს მსვლელობა:

1. პლასტილინი დაკიდეთ დინამომეტრზე და განსაზღვრეთ მისი წონა. განსაზღვრეთ პლასტილინის მოცულობა, რისთვისაც ჩაძირეთ მენზურაში ჩასხმულ წყალში. შედეგები ჩანერეთ ცხრილში. 2. ჩაასხით ჭურჭელში წყალი სითხის გადმოსასვლელ მილამდე. გადმოსასვლელ მილს მიუდგით პლასტმასის ჭიქა. 3. ჩაძირეთ წყლიან ჭურჭელში დინამომეტრზე დაკიდებული პლასტილინი და განსაზღვრეთ მისი წონა წყალში. შედეგი ჩანერეთ ცხრილში. 4. პლასტილინის მიერ გამოდევნილი წყლის წონის გასაგებად დინამომეტრის საშუალებით აწონეთ პლასტმასის ჭიქაში გადმოღვრილი წყალი. შედეგი ჩანერეთ ცხრილში. 5. გამოთვალეთ არქიმედეს ძალა და შედეგი შეადარეთ პლასტილინით გამოდევნილი წყლის წონას.



პლასტილინის წონა ჰაერში	პლასტილინის მოცულობა	პლასტილინის წონა წყალში	გამოდევნილი წყლის წონა	არქიმედეს ძალა
$P_0 =$	$V_{\text{სხ.}} =$	$P =$	$P_{\text{წყ.}} =$	$F_a = \rho_{\text{წყ.}} g V_{\text{სხ.}} =$

იმსჯელო შედეგებზე: რა შედეგი მიიღეთ პლასტილინის მიერ გამოდევნილი წყლის წონისა და არქიმედეს ძალის შედარებისას?

რა შეიტყვეთ

სითხეში (ან აირში) ჩაძირულ სხეულზე მოქმედებს -----, რომელიც სხეულის ჩაძირული ნაწილის ----- მიერ გამოდევნილი სითხის (ან აირის) წონის ტოლია. სითხეში (ან აირში) ჩაძირული სხეულის ----- მცირდება მასზე მოქმედი არქიმედეს ძალის ტოლი სიდიდით.

საკვანძო სიტყვები

წონა
არქიმედეს ძალა
მოცულობა

შეამოწმეთ თქვენი ცოდნა

იპოვეთ შესაბამისობა.

I. არქიმედეს ძალა დამოკიდებულია:

II. არქიმედეს ძალა არ არის დამოკიდებული:

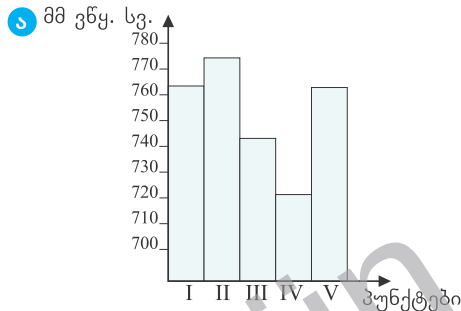
- ა. სხეულის ფორმაზე
- ბ. სხეულის სიმკვრივეზე
- გ. სითხის სიმკვრივეზე
- დ. სხეულის ჩაძირვის სიღრმეზე
- ე. სხეულის ჩაძირული ნაწილის მოცულობაზე

- ა) I – ა, დ
II – ბ, გ, ე
- ბ) I – ა, ბ, დ
II – გ, ე
- გ) I – ბ, ე
II – ა, ბ, დ
- დ) I – ბ, დ
II – ა, გ, ე
- ე) I – ბ, გ, დ
II – ა, ე

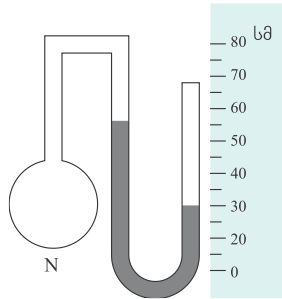
საკვანძო – 11

1. არქეოლოგები სხვადასხვა ადგილებზე საძიებო სამუშაოების ჩატარების დროს ატმოსფერულ წნევასაც ზომავდნენ, რის შედეგადაც ნახატზე წარმოდგენილი დიაგრამა მიიღეს.

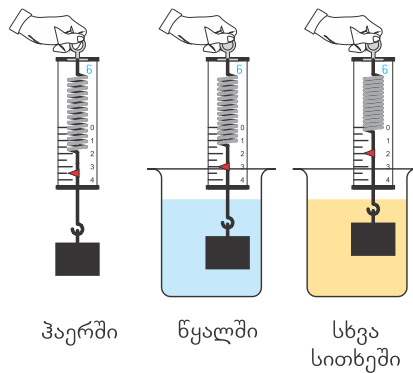
- ა) რომელი ადგილია ზღვის დონეზე მაღლა და რამდენით?
- ბ) რომელი ადგილია ზღვის დონეზე დაბლა და რამდენით?



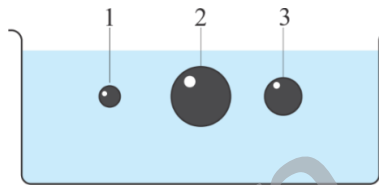
2. ნახატზე წარმოდგენილი ვერცხლისწყლიანი მანომეტრი აჩვენებს აირის წნევას N ჭურჭელში. რამდენით განსხვავდება ჭურჭელში არსებული აირის წნევა ატმოსფერული წნევისგან?



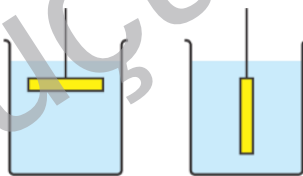
3. ნახატზე აღნიშნული მონაცემების მიხედვით განსაზღვრეთ:
- სხეულზე მოქმედი არქიმედეს ძალა წყალში და სხვა სითხეში;
 - წყლისა და სხვა სითხის სიმკვრივე.



4. წყალში ჩაძირული ფოლადის ბურთულებიდან რომელზე მოქმედებს ყველაზე მეტი არქიმედეს ძალა?



5. როგორ შეიცვლება მეტალის ძელაკზე მოქმედი არქიმედეს ძალა, თუ ძელაკს ჰორიზონტალური მდგომარეობიდან ვერტიკალურ მდგომარეობაში გადავიყვანთ?



4.10. სხეულთა ცურვის პირობები: გემების ცურვა, ჰაერნაოსნობა



ფოლადის ლურსმანი წყალში სწრაფად იძირება.



დედამიწის ჩრდილო და სამხრეთ პოლუსებთან ოკეანის წყლებში უზარმაზარი აისბერგები დაცურავს, რომელთა მასა ათასობით ტონაა.



ადამიანები აეროსტატში ჰაერის გაცხელებით ადვილად ადიან ცაში და სხვადასხვა მანძილზე დაფრინავენ.

- რატომ არ იძირებიან მეტალისგან დამზადებული უზარმაზარი ხომალდები, რომლებიც ზღვებსა და ოკეანეებში დაცურავენ?

- რატომ არ იძირება აისბერგი ოკეანის წყლებში?

- რატომ დაფრინავს აეროსტატი?
- რატომ შეუძლია ზოგიერთ სხეულს წყალში ცურვა და ჰაერში ფრენა?

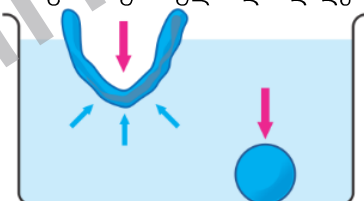
კვლევის სამუშაო-1. როგორ იცვლება სხეულის წონა სითხეში?

სამუშაოსთვის საჭიროა: წელიანი ჭურჭელი, პლასტილინის ნაჭერი (2 ცალი).

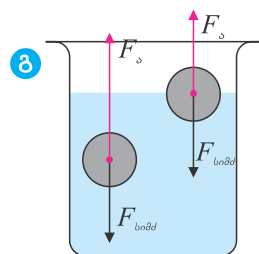
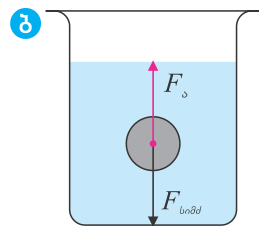
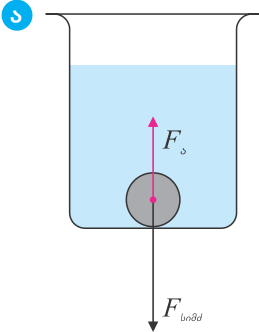
სამუშაოს მსვლელობა: 1. დაამზადეთ პლასტილინისგან ბურთულა და დადეთ წყლის ზედაპირზე. დააკვირდით მოვლენას.

2. დაამზადეთ პლასტილინის მეორე ნაჭრისგან პატარა ნავი და დადეთ წყლის ზედაპირზე. რა მოხდა ამ შემთხვევაში?

იმსჯელეთ შედეგებზე: 1. რატომ იძირება პლასტილინის ბურთულა წყალში, პლასტილინის ნავი კი წყლის ზედაპირზე ცურავს? 2. რა ძალები მოქმედებს პლასტილინის ბურთულასა და ნავზე? გამოთქვით ჰიპოთეზები.



სითხეში ჩაძირულ სხეულზე მოქმედი ძალები.



სითხის სიმკვრივეზე:

$$\rho_{\text{სხ.}} < \rho_{\text{სითხის}}, \text{ მაშინ } \rho_{\text{სითხის}} V_{\text{ჩ.}} = \rho_{\text{სხ.}} V.$$

ეს არის სითხის ზედაპირზე სხეულის ცურვის პირობა. მაგ., წყლის ზედაპირზე მცურავი აისბერგი, ვერცხლისწყლის ზედაპირზე მცურავი ფოლადის სხეული და ა. შ.

ზღვებსა და ოკეანეებში მცურავ გემებს სხვადასხვა სიმკვრივის მასალისგან ამზადებენ. გემები არ იძირება მძიმე ტვირთის გადაზიდვის დროსაც, იმიტომ რომ გემის ჩაძირული ნაწილის მიერ გამოდევნილი წყლის წონა დატვირთული გემის წონის ტოლია ჰაერში.

წყალში სხეულზე ორი ძალა მოქმედებს: სიმძიმის ძალა ($F_{\text{სიმძ.}}$) და არქიმედეს ძალა ($F_{\text{ა.}}$). იმის მიხედვით, თუ როგორია ამ ძალებს შორის თანაფარდობა, სხეული ცურავს ან იძირება:

1. თუ სხეულზე მოქმედი სიმძიმის ძალა მეტია არქიმედეს ძალაზე, სხეული იძირება (ა):

$$F_{\text{სიმძ.}} > F_{\text{ა.}}$$

ანუ, თუ სხეულის საშუალო სიმკვრივე მეტია სითხის სიმკვრივეზე, სხეული იძირება:

$$m_{\text{სხ.}} g > \rho_{\text{სითხის}} g V_{\text{სხ.}}, \rho_{\text{სხ.}} > \rho_{\text{სითხის.}}$$

2. თუ სხეულზე მოქმედი სიმძიმის ძალა არქიმედეს ძალის ტოლია, სხეული წონასწორობაშია სითხის შიგნით (ბ):

$$F_{\text{სიმძ.}} = F_{\text{ა.}}$$

ანუ, თუ სხეულის საშუალო სიმკვრივე სითხის სიმკვრივის ტოლია, სხეულს ამ სითხის ნებისმიერ სიღრმეზე შეუძლია ცურვა.

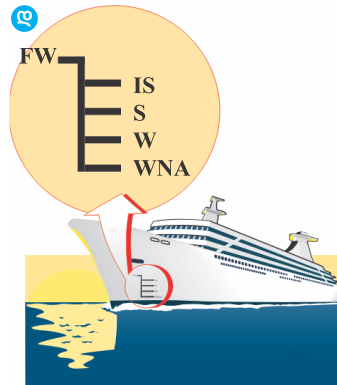
$$m_{\text{სხ.}} g = \rho_{\text{სითხის}} g V_{\text{სხ.}}, \rho_{\text{სხ.}} = \rho_{\text{სითხის.}}$$

3. თუ სხეულზე მოქმედი სიმძიმის ძალა ნაკლებია არქიმედეს ძალაზე ($F_{\text{სიმძ.}} < F_{\text{ა.}}$), ამ ძალების ტოლქმედი ზევით იქნება მიმართული და სხეული სითხის ზედაპირისკენ დაიწყებს მოძრაობას. ვიდრე სხეული სითხის თავისუფალ ზედაპირს არ მიაღწევს, მასზე მოქმედი ამომგდები ძალა არ შეიცვლება. შემდგომი მოძრაობისას ამომგდები ძალა შემცირებას დაიწყებს და როცა მოდულით სიმძიმის ძალას გაუტოლდება, სხეული შეწყვეტს ვერტიკალურ მოძრაობას და სითხის ზედაპირზე დაიწყებს ცურვას. ამ დროს სხეული ნაწილობრივ იქნება სითხეში ჩაძირული. სხეულის სითხეში ჩაძირული ნაწილის მოცულობა $V_{\text{ჩ.}}$ ისეთია, რომ მის მიერ გამოდევნილი სითხის წონა სხეულზე მოქმედი სიმძიმის ძალის ტოლია:

$$\rho_{\text{სითხის}} g V_{\text{ჩ.}} = mg$$

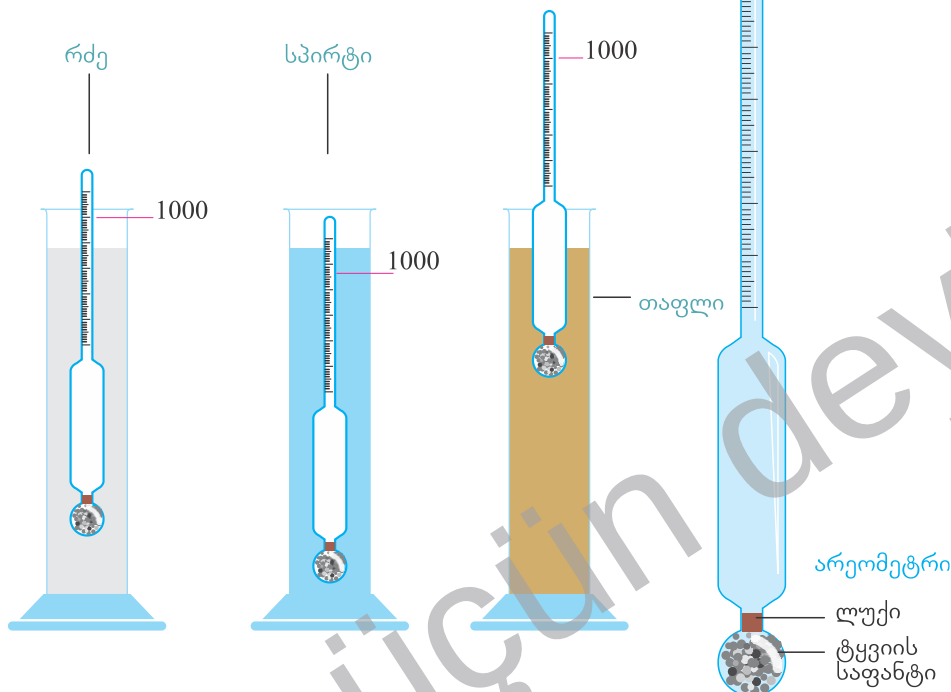
ანუ, თუ სხეულის საშუალო სიმკვრივე ნაკლებია

გემის წყალში ჩაძირულ ნაწილს გემის წყალწყვა ეწოდება. ეს ნაწილი გემის კორპუსზე ფერადი ხაზითაა (როგორც წესი, წითელი) აღნიშნული და წყალხაზი ჰქვია. ზღვებში წყლის სიმკვრივე სხვადასხვაა, ამიტომ გემის კორპუსზე რამდენიმე წყალხაზია აღნიშნული (დ).



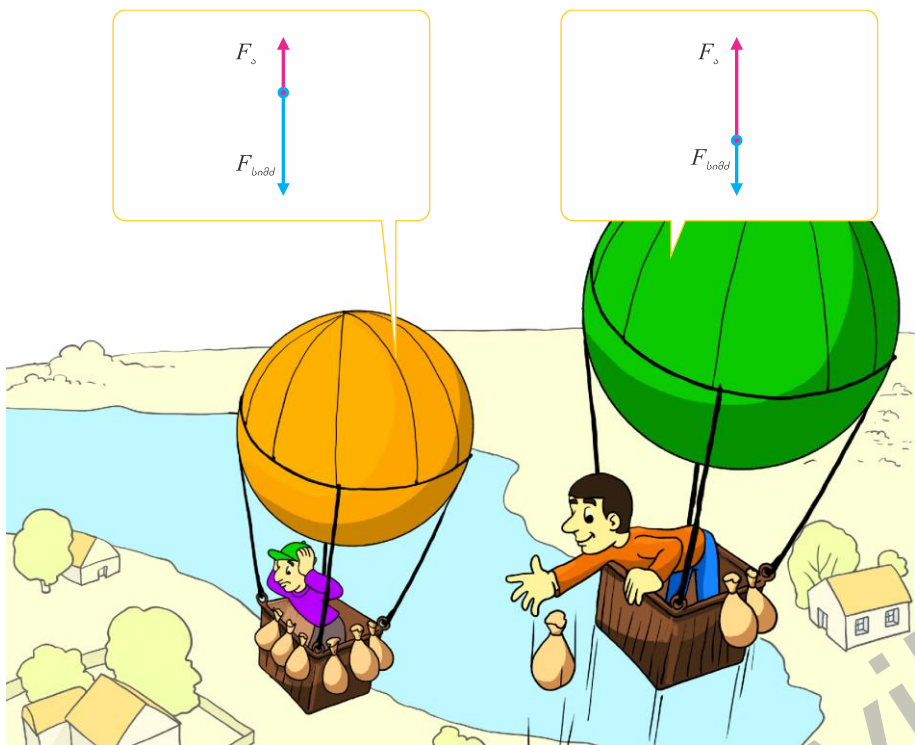
FW მტკნარი წყალი
IS ინდოეთის ოკეანეში, ზაფხულში
S ზღვის წყალი, ზაფხულში
W ზღვის წყალი, ზამთარში
WNA ჩრდ. ყინულოვანი ოკეანე, ზამთარში

იცით თუ არა, რომ? სითხის სიმკვრივის განსაზღვრად გამოიყენება ხელსაწყო, რომელსაც **არეომეტრი** ჰქვია (იხ. „ქიმია“, მე-7 კლასი). არეომეტრის მოქმედების პრინციპი არქიმედეს კანონზეა დამყარებული. არეომეტრი წარმოადგენს ორივე მხრიდან დარჩილულ მინის მილს.



არეომეტრის ერთი ბოლო წარმოადგენს ბურთულას, რომელიც გავსებულია საფანტით ან ვერცხლისწყლით. არეომეტრის ზედა ნაწილი შედარებით წვრილი მილია, რომელიც დაგრადუირებულია რომელიმე სითხის, როგორც წესი, წყლის, სიმკვრივის მიმართ. არეომეტრს ათავსებენ სითხეში, რომლის სიმკვრივის განსაზღვრაც არის საჭირო, ისე, რომ ის სითხეში ტივტივებდეს. გამოსაკვლევი სითხის სიმკვრივეს საზღვრავენ სკალის დანაყოფების მიხედვით.

საჰაერო ბურთის ფრენისთვისაც („ცურვისთვის“) აუცილებელია, რომ არქიმედეს ძალა სიმძიმის ძალაზე მეტი იყოს. საჰაერო ბურთის ფრენის სიმაღლის ზრდასთან ერთად არქიმედეს ძალა მცირდება, რადგან მცირდება ჰაერის სიმკვრივე. წარსულში, როდესაც უნდოდათ, რომ საჰაერო ბურთი უფრო მაღლა ასულიყო, გონდოლიდან ბალასტს – სპეციალურ ტვირთს – აგდებდნენ. ამით მცირდებოდა საჰაერო ბურთზე მოქმედი სიმძიმის ძალა.



შექნილი ცოდნის გამოყენება

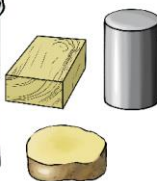
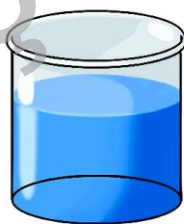
კვლევითი სამუშაო-2. შევამოწმოთ სხეულთა ცურვის პირობების მართებულობა.

სამუშაოსთვის საჭიროა: ხის ძელაკი, ალუმინის ცილინდრი, კარტოფილის ნაჭერი, ორი ცალი ლაბორატორიული ჭიქა: ერთი ნახევრად შევსებული სუფთა წყლით, მეორე – მარილიანი წყლით.

სამუშაოს მსვლელობა: 1. დააკვირდით როგორ „იქცევიან“ ეს სხეულები სუფთა წყალში, შემდეგ – მარილიან წყალში. 2. შეადარეთ ამ დაკვირვების შედეგები.

წყალი

მარილიანი წყალი



იმსჯელეთ შედეგებზე:

1. რომელი სხეული ჩაიძირა, დაიწყო ტივტივი ან გაჩერდა წონასწორობის მდგომარეობაში სუფთა წყლის გარკვეულ სიღრმეზე (იხ. ბ)? რატომ?
2. რომელი სხეული ჩაიძირა, დაიწყო ტივტივი ან გაჩერდა წონასწორობის მდგომარეობაში მარილიანი წყლის გარკვეულ სიღრმეზე (იხ. ბ)? რატომ?

რა შეიტყვეთ

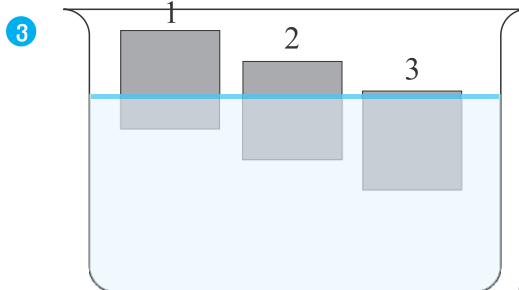
თუ სხეულზე მოქმედი სიმძიმის ძალა მეტია არქიმედეს ძალაზე, სხეული -----. თუ სხეულზე მოქმედი სიმძიმის ძალა ნაკლებია არქიმედეს ძალაზე, სხეული -----. თუ სხეულზე მოქმედი სიმძიმის ძალა არქიმედეს ძალის ტოლია, სხეული რჩება წონასწორობის მდგომარეობაში -----.

საკვანძო სიტუაცია

ცურავს სითხის ზედაპირზე
სითხის შიგნით
იძირება სითხეში

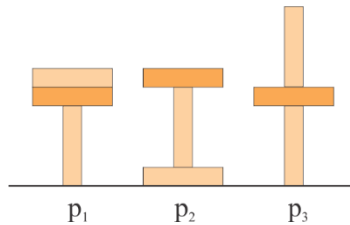
შეამოწმეთ თქვენი ცოდნა

1. რატომ არ იძირება მეტალისგან დამზადებული, მძიმედ დატვირთული გემები წყალში?
2. რა შემთხვევაშია შესაძლებელი ჰაერში „ცურვა“?
3. წარმოდგენილი სხეულებიდან, რომლის სიმკვრივეა მეტი?



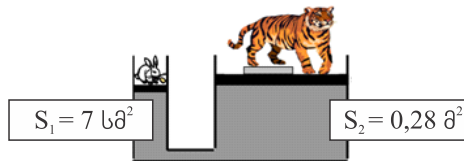
შემაჯავებელი ღვაწლები

1. ნახატზე წარმოდგენილია მაგიდაზე სამი აგურის დალაგების შესაძლო ვარიანტები. როგორი თანაფარდობაა აგურების მხრიდან მაგიდაზე წარმოებულ წნევებს შორის?



- ა) $p_1 = p_3 > p_2$
- ბ) $p_1 = p_3 = p_2$
- გ) $p_1 > p_3 > p_2$
- დ) $p_1 = p_3 < p_2$
- ე) $p_2 < p_1 > p_3$

2. კურდღელი, რომლის მასა 0,7 კგ-ია, ჰიდრავლიკურ მანქანაზე ვეფხვს აწონას-წორებს ($g = 10$ ნ/კგ, დგუშების მასა და ხახუნი არ გაითვალისწინოთ). როგორია ვეფხვის მასა?



- ა) 280 კგ
- ბ) 400 კგ
- გ) 40 კგ
- დ) 196 კგ
- ე) 490 კგ

3. წყლის სვეტი ჭურჭლის ფსკერზე 20 კპა წნევას ქმნის. როგორი იქნება იმავე სიმაღლის ვერცხლისწყლის სვეტის წნევა ფსკერზე ($\rho_{წყ.} = 1000$ კგ/მ³, $\rho_{ვწყ.} = 13000$ კგ/მ³, $g = 10$ ნ/კგ)?

- ა) 2600 კპა; ბ) 260 კპა; გ) 26 კპა; დ) 65 კპა; ე) 650 კპა.

4. ზღვის დონიდან რა სიმაღლეზე უნდა ავიდეთ, რომ ჰაერის წნევა 45 მმ ვწყ. სვ.-ით შემცირდეს?

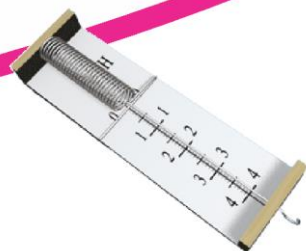
- ა) 12 მ. ბ) 450 მ. გ) 4500 მ. დ) 5400 მ. ე) 540 მ.

5. რკინის ბურთი, რომლის მოცულობა 1 მ³-ია, ჩაშვებულია წყალში. რამდენით შემცირდება ბურთის წონა წყალში ($\rho_{წყ.} = 1000$ კგ/მ³, $\rho_{რკინის} = 7800$ კგ/მ³, $g = 10$ ნ/კგ)?

- ა) 7,8 კნ; ბ) 100 კნ; გ) 780 კნ; დ) 10 კნ; ე) 78 კნ.

მარტივი მექანიზმები. სხეულთა წონასწორობა

5



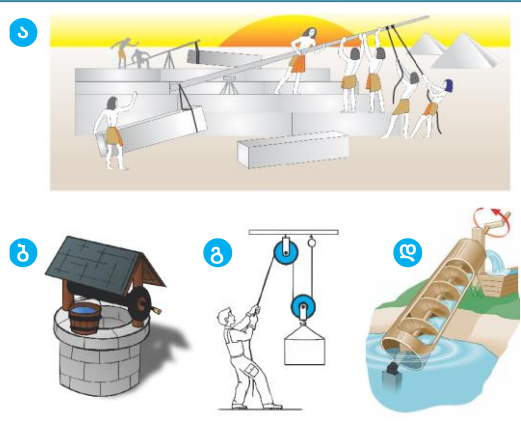
გვ. 103–118

- 5.1. მარტივი მექანიზმები. ბერკეტი
- 5.2. ჭოჭონაქები
- 5.3. დახრილი სიბრტყე
- 5.4. მექანიკის „ოქროს წესი“.
დახრილი სიბრტყის მარგი
ქმედების კოეფიციენტი (მეკ)
- 5.5. სხეულთა წონასწორობა
 - შემაჯამებელი დავალებები



5.1. მარტივი მექანიზმები. პირველი

მიიღე სამუშაოს შესასრულებლად ადამიანები ყოველთვის ამზადებდნენ მარტივ მექანიზმებს, ცდილობდნენ მიეღწიათ ძალაში მოგებისთვის, ნაკლები ძალისხმევით შეესრულებინათ რთული სამუშაო. ასეთ მექანიზმებს განეკუთვნება: ბერკეტი (ა), ჭის ჯალამბარი (ბ), ჭოჭონაქი (გ), არქიმედეს ხრახნი (დ), ჰიდრავლიკური მანქანა და სხვ. ეს მოწყობილობები, რომლებსაც მარტივი მექანიზმები ეწოდება, ზოგჯერ ძალაში რამდენჯერმე მოგების საშუალებას იძლევა.



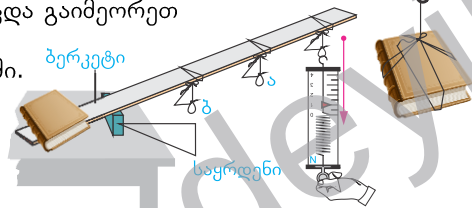
- კიდევ რომელი მარტივი მექანიზმები გამოიყენება ყოფა-ცხოვრებაში?
- როგორ მიიღწევა ძალაში მოგება მარტივ მექანიზმებში? გამოთქვით პიპოთეზები.

კვლევითი სამუშაო-1. რატომ არის ტვირთის აწევა უფრო ადვილი ბერკეტის დახმარებით?

სამუშაოსთვის საჭიროა: სახაზავი (1 მ), წიგნი, ძელაკი, დინამომეტრი, ძაფი.

სამუშაოს მსვლელობა: 1. განსაზღვრეთ წიგნის წონა. შედეგი ჩანერეთ სამუშაო რეულში. 2. სახაზავისა და ძელაკის საშუალებით გააკეთეთ ბერკეტი. მოათავსეთ წიგნი ბერკეტზე, საყრდენთან ახლოს. დინამომეტრის საშუალებით, რომელიც ბერკეტის საყრდენიდან ყველაზე დაშორებულ წერტილშია მოდებული, განსაზღვრეთ ძალა, რომელიც საჭიროა წიგნის ასაწევად. 3. ცდა გაიმეორეთ კიდევ ორჯერ – როდესაც დინამომეტრი მოდებულია ბერკეტის ა და ბ წერტილებში.

იმსჯელეთ შედეგებზე: 1. რომელ შემთხვევაში გახდა საჭირო უფრო დიდი ძალის გამოყენება წიგნის ასაწევად? 2. ბერკეტის რომელ წერტილზე მოქმედების დროს ასწიეთ წიგნი უფრო ნაკლები ძალით? რატომ? გამოთქვით პიპოთეზები.

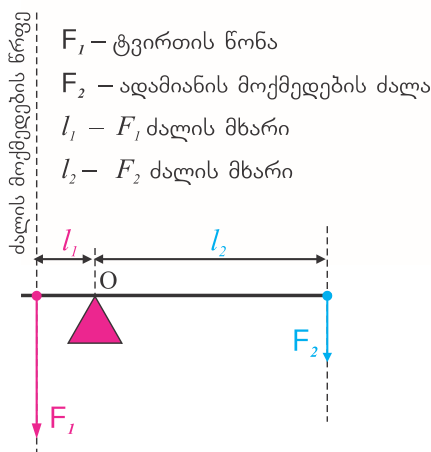
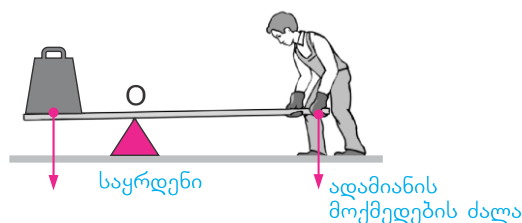
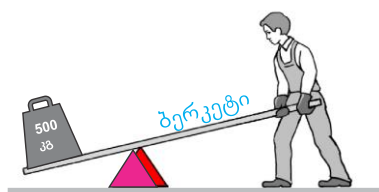


• მარტივი მექანიზმი არის მარტივი მოწყობილობა, რომელიც ცვლის ძალის მოქმედების მიმართულებას და იძლევა ძალაში მოგების საშუალებას. მარტივი მექანიზმები პირობითად ორ ჯგუფად იყოფა:

- 1) ბერკეტის ტიპის მარტივი მექანიზმები: ბერკეტი, ჭოჭონაქი, ჭის ჯალამბარი;
- 2) დახრილი სიბრტყის ტიპის მარტივი მექანიზმები: დახრილი სიბრტყე, ხრახნი, სოლი.

• ბერკეტი არის მყარი სხეული, რომელსაც შეუძლია უძრავი საყრდენის გარშემო შემობრუნება.

• მანძილს საყრდენ წერტილსა და ძალის მოქმედების წრფეს შორის **ძალის მხარი** ეწოდება. ძალის მხარი აღინიშნება l ასოთი. ბერკეტის განონასწორება შესაძლებელია ძალის მხარის რეგულირებით (გაზრდით ან შემცირებით).



- ბერკეტის წონასწორობისთვის ბერკეტზე მოქმედი ძალების მოდულები ამ ძალების მხრების უკუპროპორციული უნდა იყოს (ბერკეტის წონას არ ვითვალისწინებთ). ეს არის ბერკეტის წონასწორობის პირობა:

$$\frac{F_2}{F_1} = \frac{l_1}{l_2} \text{ ან } F_1 l_1 = F_2 l_2.$$

- ბერკეტი იძლევა ძალაში მოგებას იმდენჯერ, რამდენჯერაც ადამიანის მოქმედების ძალის მხარი მეტია ტვირთის მოქმედების ძალის მხარზე. ძალის ნამრავლს მის მხარზე ეწოდება ძალის მომენტი და აღინიშნება M ასოთი:

$$M = F \cdot l.$$

ძალის მომენტის საზომი ერთეული SI სისტემაში არის ნიუტონ-მეტრი (1 ნ მ):

$$[M] = [F] \cdot [l] = 1 \text{ ნ} \cdot \text{მ}.$$

ბერკეტის წონასწორობის პირობა ძალის მომენტების საშუალებით ჩაიწერება შემდეგნაირად: $M_1 = M_2$.

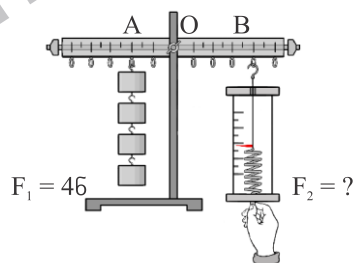
შექნილი ცოდნის გამოყენება

კვლეპითი სამუშაო-2. შევამოწმოთ ბერკეტის წონასწორობის პირობის მართებულობა.

სამუშაოსთვის საჭიროა: ბერკეტი, რომელსაც საყრდენი წერტილი ცენტრში აქვს, შტატივი, საწონების ნაკრები, დინამომეტრი, სახაზავი.

სამუშაოს მსვლელობა: 1. დაამაგრეთ ბერკეტი შტატივზე. დაკიდეთ მის მარცხენა მხარზე 4 ნ წონის ტვირთი (A წერტილში). 2. ბერკეტის მარჯვენა მხრის B წერტილში მოდებული დინამომეტრის საშუალებით განსაზღვრეთ ძალა, რომელიც საჭიროა ბერკეტის ჰორიზონტალურ მდგომარეობაში მოსაყვანად. 3. სახაზავით გაზომეთ ძალების შესაბამისი მხრები და ფორმულით გამოითვალეთ F_2 ძალა, რომელსაც ბერკეტი წონასწორობაში მოჰყავს. შედეგი შეადარეთ დინამომეტრის ჩვენებას.

იმსჯელეთ შედეგზე: როგორ მოგებას იძლევა ძალაში ბერკეტი, რომელსაც საყრდენი ცენტრში აქვს?



იციტ თუ არა, რომ? იმის მიხედვით, თუ როგორია ბერკეტის საყრდენის მდებარეობა, ტვირთის მოქმედების ძალისა და ადამიანის მოქმედების ძალის ურთიერთგანლაგება, ბერკეტები პირობითად სამ სახეობად იყოფა: I, II და III.

ბერკეტის სახეობები	ძალების სქემა	მარტივი მექანიზმები
I სახის ბერკეტი		
II სახის ბერკეტი		
III სახის ბერკეტი		

რა შეიტყვეთ

----- არის მარტივი მექანიზმი, რომელიც ძალას უცვლის მოქმედების მიმართულებას და იძლევა -----.

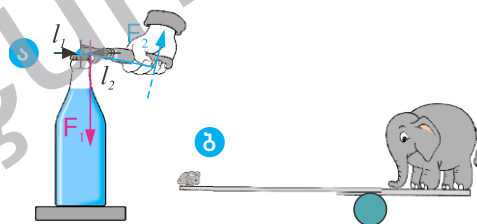
----- არის მყარი სხეული, რომელსაც შეუძლია უძრავი ღერძის ირგვლივ შემობრუნება. ძალის მოქმედების წრფიდან საყრდენ წერტილამდე უმოკლეს მანძილს ეწოდება -----. ძალის ნამრავლს მის მხარზე ეწოდება -----.

საკვანძო სიტყვები

ძალის მხარი
ძალის მომენტი
ბერკეტი
მარტივი მექანიზმი
ძალაში მოგება

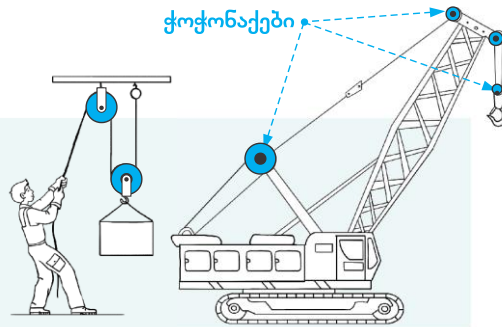
შეამოწმეთ თქვენი ცოდნა

- რომელი ფორმულით გამოისახება ბერკეტის წონასწორობის პირობა?
- გასახსნელის სახელურზე მოქმედი ძალის მხარი (l_2) ნ-ჯერ მეტია სახურავზე მოქმედი ძალის მხარზე (l_1). ძალაში როგორ მოგებას იძლევა ეს მარტივი მექანიზმი (ა)?
- ბერკეტი, რომელზეც წრუნუნა, წონით 1 ნ და სპილო, წონით 25000 ნ, სხედან, წონასწორობაშია (ბ). სპილოს მოქმედების ძალის მხარი 10 მ-ის ტოლია. როგორია წრუნუნას მოქმედების ძალის მხარი?



5.2. ჭოჭონაქები

ბერკეტის ერთ-ერთი სახეობაა ჭოჭონაქი. ჭოჭონაქი ამწევი მექანიზმის ერთ-ერთი ძირითადი ნაწილია.



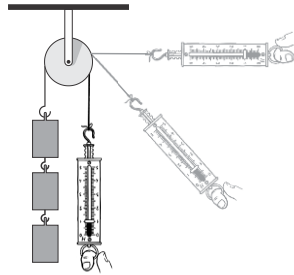
- რა არის ჭოჭონაქი? რატომ გამოიყენება ჭოჭონაქი ამწე მექანიზმში? ზოგჯერ ადამიანს ჭოჭონაქების სისტემის გამოყენებით შეუძლია საკუთარ მასაზე 5-6-ჯერ მეტი მასის ტვირთი ასწიოს.
- შესაძლებელია თუ არა ძალაში უფრო მეტი მოგება ჭოჭონაქების სისტემის გამოყენებით?

კვლეპითი სამუშაო-1. იძლევა თუ არა ჭოჭონაქი ძალაში მოგებას?

სამუშაოსთვის საჭიროა: ჭოჭონაქი, 1 ნ წონის საწონები, დინამომეტრი, ძაფი, შტატივი.

სამუშაოს მსვლელობა: 1. დაამაგრეთ ჭოჭონაქი შტატივზე და გაატარეთ ძაფი მის ღარში. 2. ძაფის ერთ ბოლოზე დაკიდეთ 3 ნ წონის ტვირთი და ძაფის მეორე ბოლოზე მიმაგრებული დინამომეტრით თანაბრად ასწიეთ ტვირთი. ჩაინერეთ დინამომეტრის ჩვენება. 3. ცდა გაიმეორეთ. ცვალებად დინამომეტრის მოქმედების მიმართულება. თითოეულ შემთხვევაში ჩაინერეთ დინამომეტრის ჩვენება.

იმსჯელეთ შედეგები: 1. არის თუ არა ძალაში მოგება ჭოჭონაქის გამოყენებით ტვირთის აწევის დროს? რა თანაფარდობებია დინამომეტრის ჩვენებებსა და ტვირთის წონას შორის? 2. იცვლება თუ არა ძალის მოძღული ძალის მოქმედების მიმართულების შეცვლის დროს? რატომ?



• ჭოჭონაქი ღარიანი ბორბალია, რომელსაც საკუთარ ცენტრზე გამავალი ბრუნვის ღერძი აქვს.

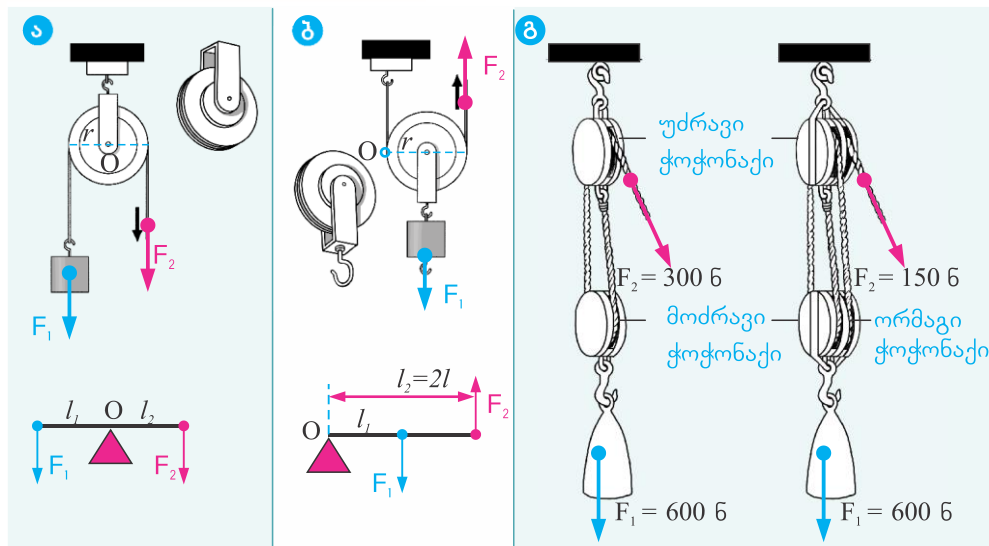
ჭოჭონაქის ღარში ატარებენ თოკს, ტროსს ან ჯაჭვს. ჭოჭონაქი ორი სახისაა: უძრავი და მოძრავი. უძრავი ეწოდება ჭოჭონაქს, რომლის ღერძი ტვირთის აწევის დროს არ გადაადგილდება. უძრავი ჭოჭონაქი არ იძლევა ძალაში მოგებას, მაგრამ ცვლის ძალის მოქმედების მიმართულებას. უძრავი ჭოჭონაქის მოქმედების პრინციპი დამყარებულია ბერკეტის წინასწარობის პირობაზე, როდესაც ბერკეტზე მოდებული ძალებს ტოლი მხრები აქვთ: ჭოჭონაქზე მოდებული ძალების მხრები ჭოჭონაქის ბორბლის რადიუსის ტოლია (ა).

$$\frac{F_2}{F_1} = \frac{l_1}{l_2} = \frac{r}{r} = 1 \rightarrow F_1 = F_2.$$

მოძრავი ჭოჭონაქის ღერძი ტვირთთან ერთად გადაადგილდება (ჭოჭონაქის წონას არ ითვალისწინებენ, რადგან გაცილებით მცირეა ტვირთის წონასთან შედარებით). მოძრავ ჭოჭონაქში თოკის თავისუფალ ბოლოზე მოქმედი ძალის მხარი ორჯერ მეტია, ვიდრე ჭოჭონაქზე დაკიდებულ ტვირთზე მოქმედი სიმძიმის ძალის მხარი. ამიტომ მოძრავი ჭოჭონაქი ძალაში 2-ჯერ მოგებას იძლევა (ბ):

$$\frac{F_2}{F_1} = \frac{l_1}{l_2} = \frac{r}{2r} = \frac{1}{2} \text{ ან } F_2 = \frac{F_1}{2}.$$

მოდრავ ჭოჭონაქზე მოქმედი ამნევი ძალა ზევეთაა მიმართული (ბ). ძალის მოქმედების მიმართულების შესაცვლელად, ასევე ძალაში მოსაგებად პრაქტიკაში მოდრავ ჭოჭონაქთან ერთად სშირად გამოიყენება უძრავი ჭოჭონაქი. მარტივ მექანიზმს, რომელიც უძრავი და მოძრავი ჭოჭონაქებისგან შედგება, პოლისპასტი ჰქვია. პოლისპასტი, რომელიც უძრავი და მოძრავი ჭოჭონაქის წყვილისგან (უძრავს + მოძრავი) შედგება, ძალაში 2-ჯერ მოგებას იძლევა, ხოლო პოლისპასტი, რომელიც ჭოჭონაქების ორი წყვილისგან (ორი უძრავი + ორი მოძრავი) შედგება, ძალაში 4-ჯერ მოგებას იძლევა (გ).



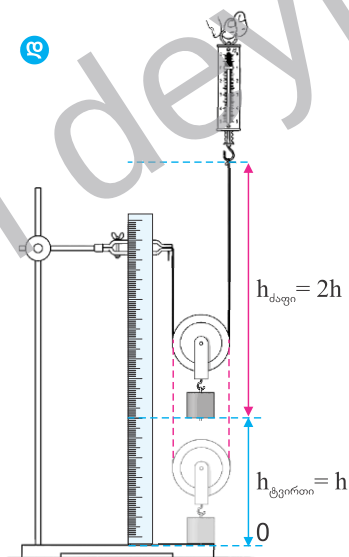
შექნილი ცოდნის გამოყენება

კვლევითი სამუშაო-2. შევისწავლოთ მოძრავი ჭოჭონაქი.

სამუშაოსთვის საჭიროა: ჭოჭონაქი, 1 ნ წონის ტვირთი, დინამომეტრი, ძაფი, შტატივი, სახაზავი.

სამუშაოს მსვლელობა: 1. სახაზავი ვერტიკალურად დაამაგრეთ შტატივზე. ძაფის ბოლო გაატარეთ ჭოჭონაქის ლარში და დაამაგრეთ შტატივზე, მეორე, თავისუფალი ბოლო მოაბით დინამომეტრს. 2. დაკიდეთ ჭოჭონაქზე 1 ნ წონის ტვირთი და ჩამოუშვით შტატივის სადგამზე (დ). 3. თანაბრად აამოძრავეთ დინამომეტრი ვერტიკალურად ზევით და ასწიეთ ტვირთი შტატივის სადგამიდან 10 სმ სიმაღლეზე. სამუშაო რეჟულში ჩაიწერეთ სამი შედეგი: ა) დინამომეტრის ჩვენება; ბ) დინამომეტრზე მიბმული ძაფის ბოლოს გადაადგილება; გ) შტატივის სადგამიდან ტვირთის აწევის სიმაღლე.

იმსჯელეთ შედეგებზე: 1. რა სიმაღლეზე გადაადგილდა დინამომეტრზე მიბმული ძაფის ბოლო და ტვირთი აწევის დროს? 2. რას ვიგებთ და რას ვაგებთ მოძრავი უძრავი ჭოჭონაქის გამოყენების დროს?



რა შეიტყვეთ

----- არის ღარიანი ბორბალი, რომელსაც აქვს ბრუნვის ღერძი. ----- არ იძლევა ძალაში მოგებას, მაგრამ ცვლის ძალის მოქმედების მიმართულებას.
----- იძლევა ძალაში მოგებას ორჯერ. მარტივ მექანიზმს, რომელიც უძრავი და მოძრავი ჭოჭონაქებისგან შედგება, ----- ჰქვია.

საკვანძო სიტყვები

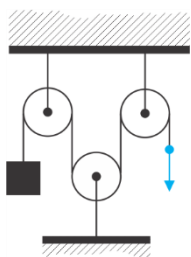
მოძრავი ჭოჭონაქი
უძრავი ჭოჭონაქი
პოლისპასტი
ჭოჭონაქი

შეამოწმეთ თქვენი ცოდნა

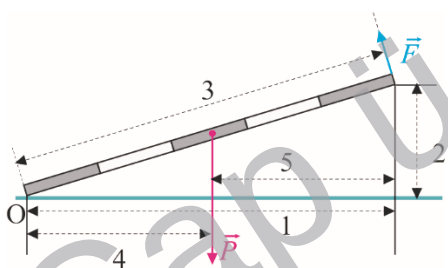
1. მოძრავი ჭოჭონაქით ტვირთის თანაბრად ასანევად საჭიროა 640 ნ ძალა. როგორია ტვირთის წონა? რა სიმაღლეზე აიწევა ჭოჭონაქის ღარში გატარებული ძაფის თავისუფალი ბოლო ტვირთის 5 მ-ით აწევისას?
2. რას ვიგებთ მოძრავი ჭოჭონაქის გამოყენების დროს?
3. იძლევა თუ არა ძალაში მოგებას უძრავი ჭოჭონაქი? რატომ?
4. უძრავი ჭოჭონაქით ტვირთის თანაბრად ასანევად საჭიროა 640 ნ ძალა. როგორია ტვირთის წონა?

საკვანძო – 12.

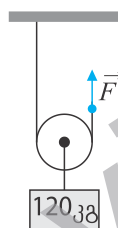
1. ძალაში რა მოგებას მოგვცემს ნახატზე წარმოდგენილი ჭოჭონაქების სისტემა?



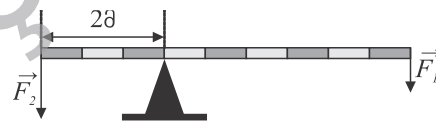
2. ნახატზე წარმოდგენილია ბერკეტი, რომლის წონაა P , ხოლო მის ასანევად საჭიროა $\vec{F}$ ძალა. რომელი ციფრით არის აღნიშნული $\vec{F}$ ძალის მხარი?



3. სხეული, რომლის მასაა 120 კგ, მოძრავი ჭოჭონაქით თანაბრად ასწიეს 5 მ სიმაღლეზე. განსაზღვრეთ ძაფის თავისუფალი ბოლოს გადაადგილება და F ძალის მოდული ($g = 10$ ნ/კგ).

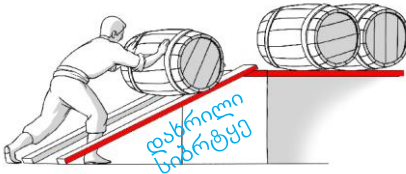


4. უწონო ბერკეტი $F_1 = 15$ ნ და $F_2 = 165$ ნ ძალების მოქმედებით წონასწორობის მდგომარეობაშია. განსაზღვრეთ პატარა ძალის მხარი, თუ დიდი ძალის მხარი 2 მ-ის ტოლია.



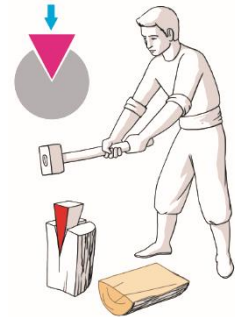
5.3. დახრილი სიბრტყე

ძალიან ხშირად მცირე სიმაღლეზე ტვირთის ასატანად დახრილ სიბრტყეს იყენებენ.



• რატომ არის მძიმე ტვირთის ატანა მცირე სიმაღლეზე უფრო ხელსაყრელი დახრილი სიბრტყის დახმარებით, ვიდრე იმავე სიმაღლეზე ტვირთის პირდაპირ აწევა?

სოლი იძლევა საშუალებას, მცირე ძალით გავაპოთ დიდი მორი.



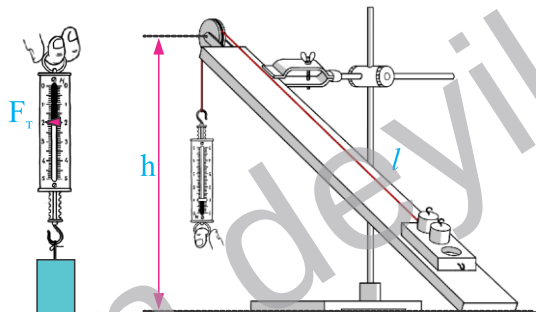
• რატომ არის ადვილი მორის გაპოვა სოლის დახმარებით?

კვლევის საშუალო-1. რატომ არის უფრო ადვილი სხეულის აწევა დახრილი სიბრტყის დახმარებით?

სამუშაოსთვის საჭიროა: დინამომეტრი, ტრიბომეტრი, ბოლოზე მიმაგრებული ჭოჭონაქით, ძელაკი, სანონები (თითოეული წონით 1 ნ), შტატივი, საზომი ლენტა, ძაფი.

სამუშაოს მსვლელობა: 1. შტატივზე დაამაგრეთ ტრიბომეტრი ისე, რომ მიიღოთ დახრილი სიბრტყე. მოათავსეთ ძელაკი, ორი ტვირთით, დახრილი სიბრტყის ქვედა ნაწილში. 2. მიამაგრეთ ძაფის ერთი ბოლო ძელაკს, ძაფი გაატარეთ ტრიბომეტრზე მიმაგრებული ჭოჭონაქის ღარში და მეორე ბოლოზე დაკიდეთ დინამომეტრი. 3. ჩამოსწიეთ დინამომეტრი და ძელაკი თანაბრად გადაადგილეთ დახრილ სიბრტყეზე.

ამ დროს ძელაკი გარკვეულ h სიმაღლეზე აიწევა. დინამომეტრის ჩვენების საფუძველზე განსაზღვრეთ წვეის ძალა F და ჩაინერეთ სამუშაო რვეულში. 4. განსაზღვრეთ ტვირთებიან ძელაკზე მოქმედი სიმძიმის ძალის მოდული ($F_{\text{სიმძ.}}$) (დინამომეტრით გაზომილ ძელაკის წონას + ტვირთების წონა 2 ნ). შედეგი ჩაინერეთ სამუშაო რვეულში.

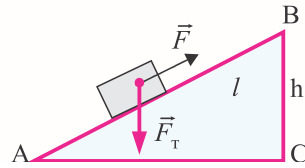


იმსჯელეთ შედეგებზე: 1. როდის მოქმედებს დინამომეტრი სხეულზე უფრო პატარა ძალით: როდესაც დახრილ სიბრტყეზე სხეულს ზევით ამოძრავებს თუ როდესაც ქვევით? 2. როგორ იცვლება სხვაობა დინამომეტრის წვეის ძალისა და სხეულზე მოქმედ სიმძიმის ძალის მნიშვნელობებს შორის სიბრტყის დახრის კუთხის გაზრდისას?

მარტივი მექანიზმების ერთ-ერთი გავრცელებული სახეა დახრილი სიბრტყე.

• დახრილი სიბრტყე არის სიბრტყე, რომელიც გარკვეულ კუთხეს ქმნის ჰორიზონტალურ სიბრტყესთან.

AB დახრილი სიბრტყის სიგრძე (l), BC – მისი სიმაღლე (h). ძალა, რომელიც საჭიროა დახრილი სიბრტყით სხეულის გარკვეულ სიმაღლეზე ასაწევად, ნაკლებია სხეულზე მოქმედ სიმძიმის ძალაზე (ხახუნს არ ვითვალისწინებთ). ამგვარად, დახრილი სიბრტყე, ისევე როგორც სხვა მარტივი მექანიზმები, ძალაში მოგებას იძლევა.



• დახრილი სიბრტყე იძლევა ძალაში მოგებას იმდენჯერ, რამდენჯერაც დახრილი სიბრტყის სიგრძე მეტია მის სიმაღლეზე:

$$\frac{F_{\text{სიმძ}}}{F} = \frac{l}{h} \text{ ან } F = F_{\text{სიმძ}} \frac{h}{l}$$

შეძენილი ცოდნის გამოყენება

ამოხსენით ამოცანები:

1. რა ძალა უნდა მოვდოთ 80 კგ მასის კასრს, რომ თანაბრად გადავადგილოთ 5 მ სიგრძისა და 1 მ სიმაღლის დახრილ სიბრტყეზე? როგორია ძალაში მოგება (ხახუნი არ გაითვალისწინოთ, $g = 10 \text{ ნ/კგ}$)?
2. დახრილი სიბრტყის საშუალებით 380 კგ მასის სხეულის 5 მ სიმაღლეზე ასატანად საჭიროა 5000 ნ ძალა. განსაზღვრეთ დახრილი სიბრტყის სიგრძე (ხახუნი არ გაითვალისწინოთ, $g = 10 \text{ ნ/კგ}$).

რა შეიტყვეთ

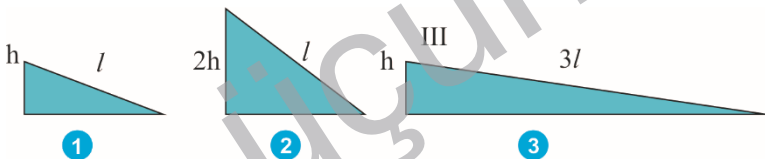
----- არის სიბრტყე, რომელიც გარკვეულ კუთხეს ქმნის ჰორიზონტალურ სიბრტყესთან. დახრილი სიბრტყე იძლევა ----- იმდენჯერ, რამდენჯერაც ----- მეტია მის სიმაღლეზე.

საკვანძო სიტყვები

დახრილი სიბრტყის სიგრძე
დახრილი სიბრტყე
ძალაში მოგება

შეამოწმეთ თქვენი ცოდნა

1. ძალაში როგორ მოგებას იძლევა დახრილი სიბრტყე? რომელი დახრილი სიბრტყე იძლევა ძალაში მეტ მოგებას? რატომ?



5.4. მექანიკის „ოქროს წესი“. ღახრილი სიბრტყის მარბი ქმედბის კოეფიციენტი (მქკ)

იმის გამო, რომ მარტივი მექანიზმები ძალაში მოგებას იძლევიან, მათი გამოყენება აადვილებს სხეულის აწევას. მაგრამ, როგორც ირკვევა, ამ მექანიზმების გამოყენების დროს რამდენჯერაც ვიგებთ ძალაში, იმდენჯერ ვაგებთ მანძილში.

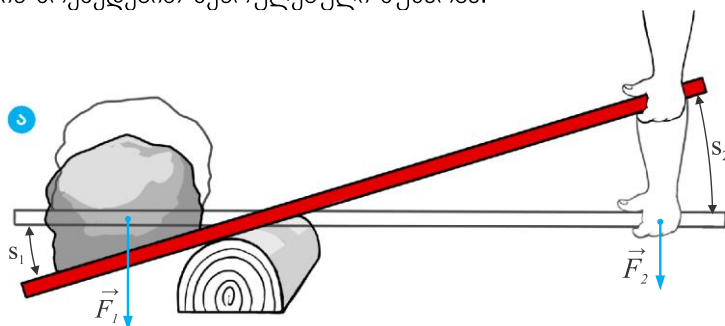
- შეიძლება თუ არა ამ დასკვნის საფუძველზე ვივარაუდოთ, რომ მარტივი მექანიზმები იძლევიან მუშაობაში მოგებას?

კვლევითი სამუშაო-1. იძლევა თუ არა მარტივი მექანიზმი მუშაობაში მოგებას?

1000 ნ წონის ტვირთი ბერკეტის გამოყენებით 200 ნ ძალის მოქმედებით 0,3 მ სიმაღლეზე ასწიეს. ამ დროს ბერკეტის ის წერტილი, რომელზეც ხელი მოქმედებდა, 1,5 მ-ით ქვევით გადაადგილდა (ა).

განსაზღვრეთ:

- სხეულზე მოქმედი ძალის მიერ შესრულებული მუშაობა;
- ხელის მოქმედებით შესრულებული მუშაობა.



სხეულზე მოქმედი ძალის მიერ შესრულებული მუშაობა	ხელის მოქმედებით შესრულებული მუშაობა
მოცემულია:	
$F_1 = 1000 \text{ ნ}$	$F_2 = 200 \text{ ნ}$
$s_1 = 0,3 \text{ მ}$	$s_2 = 1,5 \text{ მ}$
$A = ?$	$A_2 = ?$
ფორმულა:	
$A_1 = F_1 s_1$	$A_2 = F_2 s_2$
გამოთვლები:	
$A_1 = \dots$	$A_2 = \dots$

იმსჯელეთ შედეგებზე: 1. ძალაში რა მოგება მოგვცა ბერკეტმა? 2. გვაძლევს თუ არა მუშაობაში მოგებას ბერკეტი? რატომ?

დაკვირვებით ნათელი გახდა, რომ, მართალია, მარტივი მექანიზმი გვაძლევს ძალაში მოგებას, მაგრამ არ გვაძლევს მოგებას მუშაობაში.

არც ერთი მარტივი მექანიზმი არ იძლევა მოგებას მუშაობაში. ეს მტკიცება გამომდინარეობს ენერგიის მუდმივობის კანონიდან და მექანიკის „ოქროს წესი“ ეწოდება.

ყოველთვის სრულდება თუ არა მექანიკის „ოქროს წესი“?

მექანიკის „ოქროს წესის“ თანახმად, დახრილი სიბრტყე არ იძლევა მოგებას მუშაობაში მისი დახმარებით სხეულის გარკვეულ სიმაღლეზე აწევის დროს. თუმცა ამ კანონზომიერებას არღვევს დახრილ სიბრტყეზე სხეულის მოძრაობის დროს აღძრული ხახუნის ძალა: ამ დროს შესრულებული მუშაობა მეტია იმავე სიმაღლეზე სხეულის ვერტიკალურად ასაწევად საჭირო მუშაობაზე.

- მუშაობას, რომელიც სრულდება მარტივი მექანიზმის გამოყენების გარეშე, **სასარგებლო მუშაობა** ეწოდება. მაგ., m მასის სხეულის h სიმაღლეზე ასაწევად საჭირო სასარგებლო მუშაობა ტოლია: $A_{\text{სარ.}} = mgh$.

- მუშაობას, რომელიც მარტივი მექანიზმის გამოყენებით სრულდება, **სრული მუშაობა** ეწოდება. მაგ., ტვირთის თანაბრად ასაწევად l სიგრძის დახრილ სიბრტყეზე საჭირო სრული მუშაობა ტოლია: $A_{\text{სრ.}} = Fl$.

- სასარგებლო მუშაობის შეფარდებას სრულ მუშაობასთან ეწოდება **მარტივი მექანიზმის მარგი ქმედების კოეფიციენტი**.

მარგი ქმედების კოეფიციენტი, შემოკლებული სახით **მქკ**, გამოისახება პროცენტებით და აღინიშნება ბერძნული ასოთი η (ეტა):

$$\eta = \frac{A_{\text{სარ.}}}{A_{\text{სრ.}}} \cdot 100\%$$

მქკ გვაჩვენებს, სრული მუშაობის რა ნაწილს შეადგენს სასარგებლო მუშაობა. სრული მუშაობა ყოველთვის მეტია სასარგებლო მუშაობაზე, რადგან სრული მუშაობის ნაწილი ხახუნის ძალის დაძლევაზე იხარჯება.

შექნილი ცოდნის გამოყენება

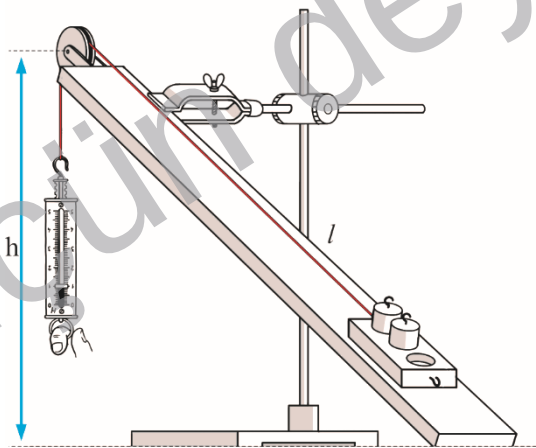
კვლევითი სამუშაო-2. განსაზღვროთ დახრილი სიბრტყის მქკ.

სამუშაოსთვის საჭიროა: დინამომეტრი, ტრიბომეტრი ბოლოზე მიმაგრებული ჭოჭონაქით, ძელაკი, საწონების ნაკრები (თითოეული წონით 1 ნ), შტატივი, საზომი ლენტა, ძაფი.

სამუშაოს მსვლელობა: 1. მოამზადეთ დახრილი სიბრტყე, ამისთვის დაამაგრეთ ტრიბომეტრი შტატივზე (იხ. კვლევითი სამუშაო წინა გაკვეთილიდან). გაზომეთ დახრილი სიბრტყის სიმაღლე (h) და სიგრძე (l). შედეგები ჩაინერეთ სამუშაო რვეულში.

2. მოათავსეთ ძელაკი დახრილი სიბრტყის ქვედა ნაწილში და დადეთ მასზე ორი ტვირთი. დინამომეტრის ქვევით მოძრაობით თანაბრად გადაადგილეთ დატვირთული ძელაკი დახრილ სიბრტყეზე და ასწიეთ გარკვეულ h სიმაღლეზე. დინამომეტრის ჩვენების საფუძველზე განსაზღვრეთ წევის ძალა F და ჩაინერეთ სამუშაო რვეულში.

3. განსაზღვრეთ ტვირთებიან ძელაკზე მოქმედი სიმძიმის ძალის სიდიდე ($F_{\text{სიმძ.}}$), (დინამომეტრით გაზომილ ძელაკის წონას + ტვირთების წონა 2 ნ). შედეგი ჩაინერეთ სამუშაო რვეულში.



4. გამოთვალეთ დახრილი სიბრტყის მქკ:

$$\eta = \frac{A_{\text{სას.}}}{A_{\text{სრ.}}} \cdot 100\% = \frac{mgh}{Fl} \cdot 100\%$$

იმსჯელეთ შედეგებზე: რამდენი პროცენტი დახრილი სიბრტყის მქკ? რას ნიშნავს მქკ-ის ეს მნიშვნელობა?

რა შეიტყვეთ

არც ერთი მარტივი მექანიზმი არ იძლევა -----. ეს მტკიცება გამომდინარეობს ენერგიის მუდმივობის კანონიდან და ეწოდება -----. მუშაობას, რომელიც შესრულდა მარტივი მექანიზმის გამოყენების გარეშე, ეწოდება -----. მუშაობას, რომელიც შესრულდა მარტივი მექანიზმის გამოყენებით, ეწოდება -----. სასარგებლო მუშაობის შეფარდებას სრულ მუშაობასთან ეწოდება მარტივი მექანიზმის -----.

საკვანძო სიტყვები

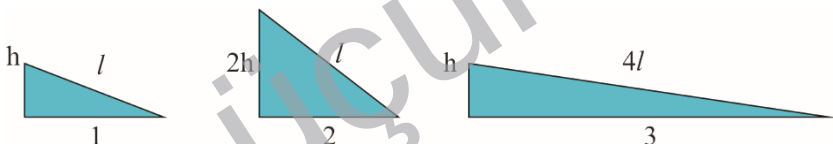
სრული მუშაობა
მარგი ქმედების კოეფიციენტი
მექანიკის „ოქროს წესი“
სასარგებლო მუშაობა
მუშაობაში მოგება

შეამოწმეთ თქვენი ცოდნა

1. შესაძლებელია თუ არა მარტივი მექანიზმის მარგი ქმედების კოეფიციენტი ერთის ტოლი იყოს? რატომ?
2. რას ნიშნავს მქკ-ის გაზრდა?
3. დახრილი სიბრტყით 15 კგ მასის ტვირთის აწევის დროს დინამომეტრის ჩვენებაა 40 ნ. დახრილი სიბრტყის სიგრძეა 1,8 მ, მისი სიმაღლე – 30 სმ. გამოთვალეთ დახრილი სიბრტყის მქკ ($g = 10 \text{ ნ/კგ}$).

სავარჯიშო – 13

1. დახრილი სიბრტყის დახმარებით, რომელიც ძალაში 3-ჯერ მოგებას იძლევა, სხეული 60 სმ-ის სიმაღლეზე ასწიეს. განსაზღვრეთ დახრილი სიბრტყის სიგრძე (ხახუნი არ გაითვალისწინოთ).
2. ტვირთს, რომლის წონა 600 ნ-ია, ბერკეტის საშუალებით სწევნ. ამ დროს ბერკეტის გრძელ მხარზე მოდებული 200 ნ ძალის მოდების წერტილი ქვევით 3 მ-ზე გადაადგილდება. რა სიმაღლეზე აიწევა ტვირთი (ბერკეტის წონას არ ვითვალისწინებთ)?
3. ტოლი მასის სამ ტვირთს თანაბრად ამოძრავებენ დახრილ სიბრტყეებზე. როგორია დახრილ სიბრტყეებზე შესრულებული სასარგებლო მუშაობების შეფარდება (ხახუნი არ გაითვალისწინოთ)?



4. დახრილ სიბრტყეზე, რომლის მქკ 80%-ია, 500 ჯ მუშაობა შესრულეს. გამოთვალეთ სასარგებლო მუშაობა.
5. განსაზღვრეთ წევის ძალა, რომელიც 300 კგ მასის სხეულს ზევით ამოძრავებს 9 მ სიგრძისა და 3 მ სიმაღლის დახრილ სიბრტყეზე ($g = 10 \text{ ნ/კგ}$).

5.5. სხეულთა წონასწორობა

ბაქოს სატელევიზიო ანძა და მაღალი ამწე მნიშვნელოვან როლს ასრულებენ ჩვენს ცხოვრებაში.



• როგორ არის უზრუნველყოფილი ანძების მდგრადობა?

სახელგანთქმული პიზის კოშკი თაობებს აკვირვებს მდგომარეობით.

პიზის კოშკი თავისი დახრილი



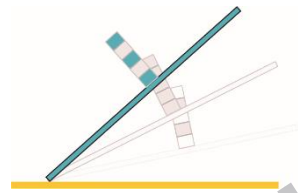
• რატომ არ იქცევა პიზის დახრილი კოშკი?

კვლეპითი სამუშაო-1. დავამზადოთ „პიზის კოშკი“.

სამუშაოსთვის საჭიროა: ტრიბომეტრი, თხელი მუყაო, ნებოვანი ლენტის.

სამუშაოს მსვლელობა: 1. გააკეთეთ მუყაოსგან ნებოვანი ლენტის გამოყენებით „პიზის კოშკი“. დადგით ტრიბომეტრზე. 2. ტრიბომეტრის ერთი ბოლოს აწეით თანდათან გაზარდეთ მისი დახრის კუთხე. დააკვირდით „კოშკის“ მდგომარეობას მის წაქცევამდე.

იმსჯელეთ შედეგებზე: 1. რომელ მდგომარეობაში დგას „კოშკი“ ყველაზე მყარად? 2. რა არის „კოშკის“ წაქცევის მიზეზი გარკვეული დახრილობის დროს? გამოთქვით ჰიპოთეზა.



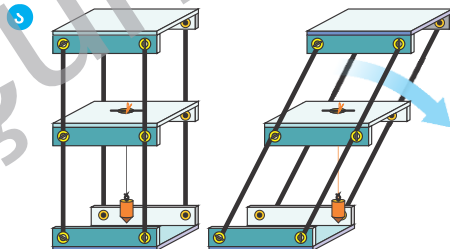
სხეულის მდგრადობას ორი მნიშვნელოვანი პირობა განსაზღვრავს:

1). სხეულის სიმძიმის ცენტრი დედამიწის ზედაპირთან მაქსიმალურად ახლოს უნდა იყოს;

2). სხეულის საყრდენი ფართობი დიდი უნდა იყოს.

სხეულის სიმძიმის ცენტრი სხეულზე მოქმედი სიმძიმის ძალის მოდების წერტილია. განვიხილოთ პრიზმა, რომელსაც შეუძლია გადახრა და რომლის სიმძიმის ცენტრზე დაკიდებულია შვეული. შვეული გვიჩვენებს პრიზმაზე მოქმედი სიმძიმის ძალის მიმართულებას. თანდათან გადახრისას პრიზმა წაიქცევა იმ მომენტში, როცა შვეულის ბოლო პრიზმის საყრდენი ფუძის საზღვრებს გასცდება (ა). ამგვარად, სხეული წაიქცევა, როდესაც სხეულზე მოქმედი სიმძიმის ძალის მოქმედების წრფის გაგრძელება გასცდება სხეულის საყრდენი ფუძის საზღვრებს.

წონასწორობაში მყოფ სხეულზე მოქმედი ძალების ტოლქმედი ნულის ტოლია.



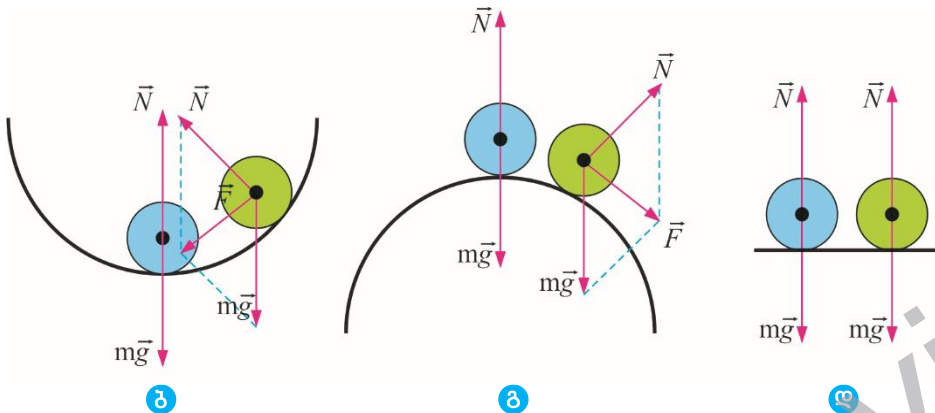
წონასწორობის სახეები.

არსებობს სამი სახის წონასწორობა: მდგრადი, არამდგრადი და განურჩეველი წონასწორობა.

- მდგრადი წონასწორობა არის სხეულის მდგომარეობა, როდესაც წონასწორობის მდგომარეობიდან გამოყვანილი სხეული თავისთავად ბრუნდება საწყის მდგომარეობაში. სხეულის მდგრადი წონასწორობის მდგომარეობიდან გამოსვლის შემდეგ აღიძვრება ტოლქმედი ძალა, რომელიც ცდილობს, დააბრუნოს სხეული საწყის მდგომარეობაში (ბ).

- არამდგრადი წონასწორობა არის სხეულის მდგომარეობა, როდესაც წონასწორობის მდგომარეობიდან გამოყვანილი სხეული თავისთავად არ ბრუნდება საწყის მდგომარეობაში. სხეულის არამდგრადი წონასწორობის მდგომარეობიდან გამოსვლის შემდეგ აღიძვრება ტოლქმედი ძალა, რომელიც ცდილობს, დააბრუნოს სხეული საწყის მდგომარეობას (გ).

- განურჩეველი წონასწორობა არის სხეულის მდგომარეობა, როდესაც სხეული მდგომარეობის ნებისმიერი ცვლილების შემდეგაც ინარჩუნებს წონასწორობას. ამ დროს სხეულზე მოქმედი ტოლქმედი ძალა სხეულის ნებისმიერ მდგომარეობაში ნულის ტოლია (დ).



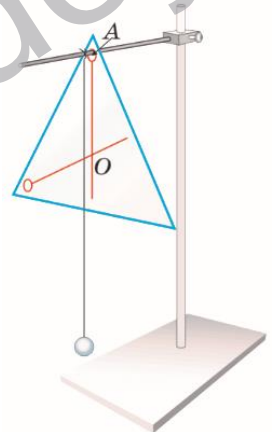
შეძენილი ცოდნის გამოყენება

კვლევის საშუალო-2. განვსაზღვროთ სხეულის სიმძიმის ცენტრი.

სამუშაოსთვის საჭიროა: მუყაოსგან გამოჭრილი ნებისმიერი ფიგურა, შვეული, შტატივი.

სამუშაოს მსვლელობა: 1. დაკიდეთ მუყაოს ფიგურა შტატივზე ნებისმიერი წერტილით, მაგ., A წერტილით და ამავე წერტილზე დაკიდეთ შვეული. 2. ფიგურაზე შვეულის გასწვრივ ფანქრით გაავლეთ წრფე. 3. რამდენჯერმე სხვადასხვა წერტილით დაკიდეთ ფიგურა და გაავლეთ წრფეები შვეულის გასწვრივ. 4. აღნიშნეთ მიღებული წრფეების გადაკვეთის წერტილი (O წერტილი). ფიგურა O წერტილით მოათავსეთ ფანქრის წვერზე.

იმსჯელეთ შედეგაზე: რატომ რჩება წონასწორობაში ფანქრის წვერზე O წერტილით დადებული ფიგურა? რა ეწოდება ამ წერტილს?



რა შეიტყუეთ

----- არის წერტილი, სადაც მოდებულია სხეულზე მოქმედი სიმძიმის ძალა. სხეული წაიქცევა, როდესაც სიმძიმის ძალის მიმართულების წრფე გამოვა სხეულის ----- საზღვრებიდან. ----- არის მდგომარეობა, როდესაც წონასწორობიდან გამოყვანილი სხეული თავისთავად ბრუნდება საწყის მდგომარეობაში.

----- არის მდგომარეობა, როდესაც წონასწორობიდან გამოყვანილი სხეული თავისთავად არ ბრუნდება საწყის მდგომარეობაში. ----- არის მდგომარეობა, როდესაც სხეული ინარჩუნებს წონასწორობას მდგომარეობის ნებისმიერი ცვლილების შემდეგ.

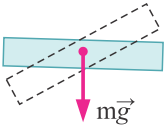
საკვანძო სიტყვები

საყრდენის ფართობი
მდგრადი წონასწორობა
სიმძიმის ცენტრი
განუჩრეველი წონასწორობა
არამდგრადი წონასწორობა

შეამოწმეთ თქვენი ცოდნა

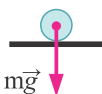
1. რომელი სხეულია განუჩრეველ წონასწორობაში?

1



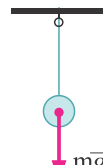
სახაზავი, რომელსაც ბრუნვის ღერძი აქვს

2



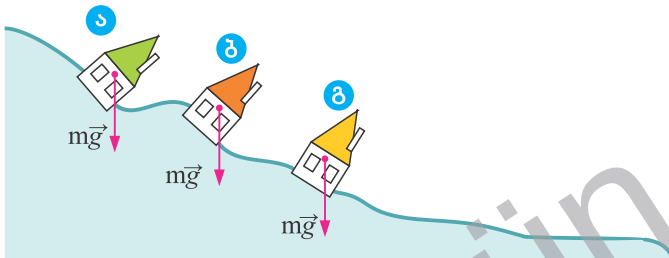
ბურთულა ჰორიზონტალურ ზედაპირზე

3



ბურთულა საკიდზე

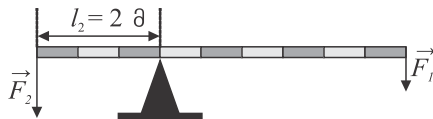
2. რომელი სახლი არ გადაბრუნდება ზეავის დროს?



შემაჯავებელი ღვაწლები

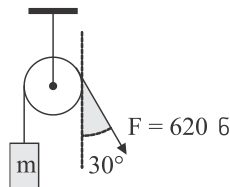
1. ნახატზე წარმოდგენილი უნონო ბერკეტი $F_1 = 40$ ნ და $F_2 = 60$ ნ ძალების მოქმედებით წონასწორობის მდგომარეობაშია. განსაზღვრეთ F_1 ძალის მხარი l_1 .

ა) 10 მ. ბ) 15 მ. გ) 3 მ. დ) 4 მ. ე) 6 მ.



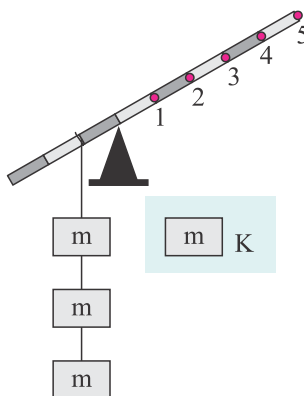
2. უძრავი ჭოჭონაქის საშუალებით ტვირთს თანაბრად სწევენ $F = 620$ ნ ძალის მოქმედებით, რომელიც ვერტიკალთან 30° -იან კუთხეს ქმნის. განსაზღვრეთ ტვირთის მასა (ხახუნი არ გაითვალისწინოთ, $g = 10$ მ/წმ²).

ა) 31 კგ. ბ) 124 კგ. გ) 62 კგ. დ) 620 კგ. ე) 310 კგ.



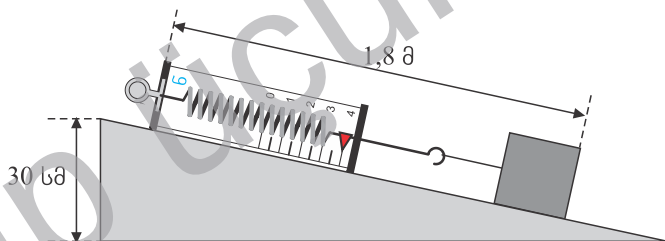
3. უნონო ბერკეტის რომელ წერტილზე უნდა დაგვიდოთ m მასის K ტვირთი, რომ ბერკეტი ჰორიზონტალურ წონასწორობაში იყოს (დანაცოფებს შორის თანაბარი მანძილებია)?

ა) 1; ბ) 2; გ) 3; დ) 4; ე) 5.



4. 1,5 კგ მასის ტვირთის თანაბრად აწევის დროს დინამომეტრის ჩვენებაა 4 ნ. განსაზღვრეთ დახრილი სიბრტყის მქკ.

ა) 60%; ბ) 62,5%; გ) 80%; დ) 85%; ე) 82,5%.



მექანიკური რხევები და ტალღები

6



გვ. 119–144

- 6.1. რხევითი მოძრაობა. მექანიკური რხევები
- 6.2. რხევითი მოძრაობის დამახასიათებელი ფიზიკური სიდიდეები
- 6.3. ტალღა. მექანიკური ტალღები
- 6.4. მექანიკური ტალღის სახეები. მექანიკური ტალღის დამახასიათებელი ფიზიკური სიდიდეები
- 6.5. ბგერითი ტალღები
- 6.6. ბგერის სიჩქარე. ექო
- 6.7. ტალღები, რომლებსაც ადამიანის ყური ვერ შეიგრძნობს. სეისმური ტალღები
- შემაჯამებელი დავალებები



6.1. რხევითი მოძრაობა. მექანიკური რხევები



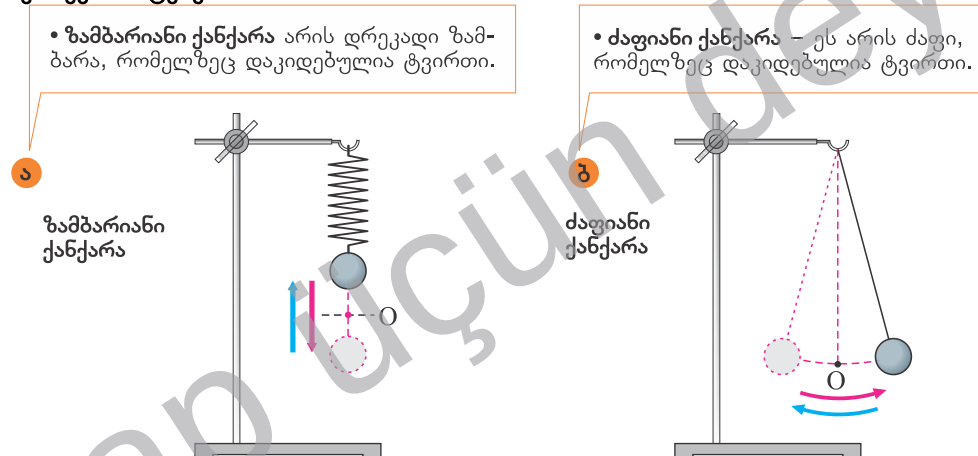
- რით განსხვავდება ეს მოძრაობები ადრე შესწავლილი მექანიკური მოძრაობებისაგან?
- რატომ აღიძვრება ასეთი მოძრაობები და რხევები? რამდენად მნიშვნელოვანია მათი გათვალისწინება ყოფა-ცხოვრებასა და ტექნიკაში?

ერთ-ერთი მოვლენა, რომელსაც ყოველდღიურ ცხოვრებაში ვხვდებით, არის რხევა.

• რხევა არის დროის განმავლობაში რამე პროცესის გამეორება. თავისი ფიზიკური ბუნებით განმეორებადი პროცესები სხვადასხვა სახისაა. ერთ-ერთი მათგანია მექანიკური რხევა.

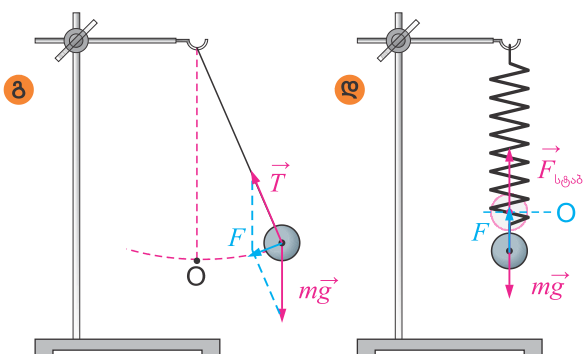
რა არის მექანიკური რხევა? მექანიკური რხევა არის მექანიკური მოძრაობის პროცესის გამეორება. აეთი პროცესების დროს ხდება მექანიკური მოძრაობის დამახასიათებელი სიდიდეების: წანაცვლების, სიჩქარის, აჩქარებისა და სხვ. მნიშვნელობების ცვლილებების გამეორება. კლასში მექანიკურ რხევაზე დაკვირვებისთვის შეგვიძლია გამოვიყენოთ მერხვეი სისტემა, რომელსაც ქანქარა ეწოდება. მარტივი ქანქარებია: ზამბარიანი ქანქარა და ძაფიანი ქანქარა.

მერხვეი სისტემები



ქანქარის ზოგადი თვისებები.

1. ქანქარას აქვს მდგრადი წონასწორობის მდგომარეობა. ეს მდგომარეობა აღინიშნება O ასოთი.
2. ქანქარის მდგრადი წონასწორობის მდგომარეობიდან გამოყვანის შემდეგ აღიძვრება ძალა, რომელიც მას წონასწორობის მდგომარეობაში აბრუნებს. ძაფიანი ქანქარისთვის ეს არის სიმძიმის ძალისა და ძაფის დაჭიმულობის ძალის ტოლქმედი ძალა (ბ), ხოლო ზამბარიანი ქანქარისთვის – ზამბარის დრეკადობის ძალისა და სიმძიმის ძალის ტოლქმედი ძალა (გ).
3. წონასწორობის მდგომარეობაში დაბრუნების შემდეგ ქანქარა ინერციით აგრძელებს მოძრაობას, მაგრამ ჰაერის წინააღმდეგობის გამო რხევითი მოძრაობა თანდათან მიილევა.



მექანიკური რხევების ზუსტი შესწავლისთვის გამოიყენება ქანქარის იდეალური (რეალურად არარსებული) მოდელი – მათემატიკური ქანქარა*.

- **მათემატიკური ქანქარა** არის მატერიალური წერტილი, რომელიც დაკიდებულია უჭიმად და უწონად ძაფზე.

კვლევის საფუძავ-1. შევისწავლოთ ზამბარიანი ქანქარა.

სამუშაოსთვის საჭიროა: ზამბარა, ტვირთი მასით 100 გ, შტატივი.

სამუშაოს მსვლელობა:

1. ზამბარის ერთი ბოლო დაამაგრეთ შტატივზე, მეორე ბოლოზე დაკიდეთ ტვირთი.
2. დასწიეთ ტვირთი ქვევით და გაუშვით ხელი. დააკვირდით ტვირთის მოძრაობას.

იმსჯელეთ შედეგებზე:

1. რომელი ძალების მოქმედებით აღიძვრება რხევები ზამბარიან ქანქარაში? რვეულში სქემატურად გამოსახეთ ზამბარიანი ქანქარა და იმ ძალების ვექტორები, რომლებიც რხევის დროს აღიძვრება.
2. ზამბარის შეკუმშვისა და წაგრძელების დროს რომელი ძალის მოდული იცვლება და რომელი ძალის მოდული რჩება უცვლელი?
3. რა არის ქანქარის რხევითი მოძრაობის მიღწევის მიზეზი?



იცით თუ არა, რომ? პირველად ქანქარიანი საათი დაამზადა ჰოლანდიელმა მეცნიერმა ქ. ჰიუგენსმა 1656 წელს.

ქრისტიან ჰიუგენსი (1629 – 1695) ჰოლანდიელი ფიზიკოსი, მათემატიკოსი და ასტრონომია. მის მიერ 1673 წელს ჩამოყალიბებულმა რხევითი მოძრაობის თეორიამ მნიშვნელოვანი როლი შეასრულა სინათლის ტალღის თვისებების აღმოჩენაში.

ქანქარიანი საათის სქემატური გამოსახულება



შეძენილი ცოდნის გამოყენება

კვლევითი სამუშაო-2. ძაფიანი ქანქარის მოძრაობა.

სამუშაოსთვის საჭიროა: 25 მმ დიამეტრის ბურთულა, რომელიც დაკიდებულია 35-40 სმ სიგრძის ძაფზე, შტატივი.

სამუშაოს მსვლელობა:

1. დაკიდეთ ძაფზე დაკიდებული ბურთულა შტატივზე.
2. გამოიყვანეთ ბურთულა წონასწორობის მდგომარეობიდან და გაუშვით ხელი. დააკვირდით ქანქარის რხევას.

იმსჯელეთ შედეგებზე:

1. რომელი ძალების მოქმედებით აღიძვრება ძაფიანი ქანქარის რხევა? რეულში სქემატურად გამოსახეთ ძაფიანი ქანქარა და იმ ძალების ვექტორები, რომლებიც ქანქარის რხევის დროს აღიძვრება.
2. რა არის ქანქარის რხევითი მოძრაობის მიღწევის მიზეზი?

რა შეიტყვეთ

დროის განმავლობაში რამე პროცესის გამეორებას ----- ეწოდება. ----- არის დროის განმავლობაში მექანიკური მოძრაობის გამეორების პროცესი. რხევით მოძრაობაზე დაკვირვებისთვის გამოიყენება ----- ან -----.

საკვანძო სიტყვები

**ჰამბარიანი ქანქარა
რხევა
მექანიკური რხევა
ძაფიანი ქანქარა**

შეამოწმეთ თქვენი ცოდნა

1. რით განსხვავდება რხევითი მოძრაობა სხვა სახის მექანიკური მოძრაობებისგან?
2. რა აიძულებს ჰამბარაზე დაკიდებულ ტვირთს, შეასრულოს ვერტიკალური რხევები, თუ მას ქვევით დაწვეთ და ხელს გაუშვებთ?
3. რატომ აგრძელებს წონასწორობის მდგომარეობიდან გამოყვანილი ქანქარა მოძრაობას წონასწორობის მდგომარეობაში გავლის შემდეგ?
4. განსაზღვრეთ, ქვემოთ ჩამოთვლილი მოძრაობებიდან რომელია რხევითი მოძრაობა: ფეხბურთელის საჯარიმო დარტყმა, ავტომობილის რყევა რესორებზე, აკრობატის ხტომები ბატუტზე (დრეკად ბადეზე), პეპლის ფრთების მოძრაობა, სიმების ვიბრირება.

6.2. რხეპითი მოძრაობის დამახასიათებელი ფიზიკური სიდიდეები

ქანქარები წონასწორობის მდგომარეობის მიმართ ასრულებენ სწრაფ ან ნელ რხევით მოძრაობებს.

- რას ნიშნავს ქანქარის სწრაფი ან ნელი რხევა?
- რა მახასიათებლების მიხედვით შეგვიძლია განვასხვავოთ მექანიკური რხევითი მოძრაობები?

რხევებისთვის, ისევე როგორც სხვა მექანიკური მოძრაობებისთვის, არსებობს მათი დამახასიათებელი ფიზიკური სიდიდეები. ეს ფიზიკური სიდიდეებია: ქანქარის წანაცვლება (გადახრა), რხევის ამპლიტუდა, რხევის პერიოდი და რხევის სიხშირე.

რას ნიშნავს ქანქარის გადახრა? ქანქარის გადახრა არის გარკვეული მანძილი, რომლითაც ის დაშორდება წონასწორობის მდგომარეობას.

რა არის რხევის ამპლიტუდა? გამოვიყვანოთ ქანქარა წონასწორობის მდგომარეობიდან და შევაკავოთ, მაგ. ნერტილ 1-ში. შემდეგ გავუშვათ ხელი. ქანქარა გადაადგილდება მარჯვნივ, გაივლის წონასწორობის მდგომარეობას და აღმოჩნდება ნერტილ 2-ში, სადაც წამით გაჩერდება და მოძრაობას გააგრძელებს საპირისპირო მიმართულებით, მარცხნივ (ა).

ამგვარად, ქანქარა ასრულებს რხევით მოძრაობას ორ ნერტილს შორის, რომლებიც წონასწორობის მდგომარეობიდან ყველაზე მეტადაა დაშორებული.

რხევის ამპლიტუდა არის ყველაზე დიდი (მაქსიმალური) მანძილი, რომლითაც ქანქარა შორდება წონასწორობის მდგომარეობას.

ქანქარის გადაადგილებას ერთი უკიდურესი მდგომარეობიდან მეორე უკიდურეს მდგომარეობაში და დაბრუნებას პირველ უკიდურეს მდგომარეობაში სრული რხევა ეწოდება.

ამპლიტუდა აღინიშნება A ასოთი ან $x_{\text{ქანქ.}}$ -ით და მისი საზომი ერთეული SI სისტემაში არის მეტრი:

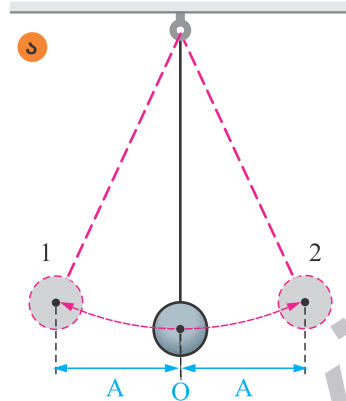
$$[A] = [x_{\text{ქანქ.}}] = 1 \text{ მ.}$$

რხევის პერიოდი. რხევის პერიოდი არის დრო, რომელიც საჭიროა ერთი სრული რხევის შესასრულებლად. რხევის პერიოდი აღინიშნება T ასოთი და მისი საზომი ერთეული SI სისტემაში არის წამი:

$$[T] = 1 \text{ წმ.}$$

თუ დროის გარკვეული t შუალედის განმავლობაში ქანქარა ასრულებს N სრულ რხევას, მაშინ რხევის პერიოდი განისაზღვრება ფორმულით:

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



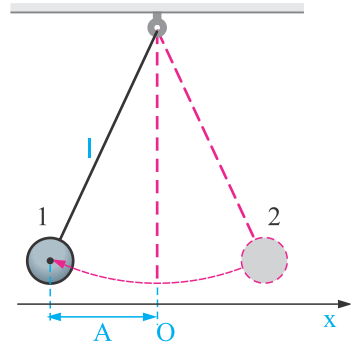
კვლევითი სამუშაო-1. რხევის პერიოდის განსაზღვრა.

სამუშაოსთვის საჭიროა: ძაფიანი ქანქარა (ბ), წამმზომი.

სამუშაოს მსვლელობა:

1. გადახარეთ ქანქარა ნონასწორობის მდგომარეობიდან 4 სმ-ით და შეაკავეთ ამ მდგომარეობაში (მანძილი განსაზღვრეთ სახაზავით).
2. ბურთულას გაუშვით ხელი და იმავდროულად ჩართეთ წამმზომი. განსაზღვრეთ ერთი სრული რხევისთვის საჭირო დრო.
3. ცვალებად რხევის ამპლიტუდა და სრული რხევების რაოდენობა და გამოთვალეთ რხევის პერიოდი. მიღებული შედეგებით შეავსეთ ცხრილი სამუშაო რვეულში.

8



ცდის ნომერი	ამპლიტუდა (სმ)	სრული რხევების რაოდენობა	ერთი სრული რხევისთვის დახარჯული დრო (წმ)	რხევის პერიოდი (წმ)
1	4	1		
2	2	2		
3	5	3		

იმსჯელეთ შედეგებზე: 1. რომელი ფორმულით გამოითვლება რხევის პერიოდი? 2. რა აღმოაჩინეთ ძაფიანი ქანქარის რხევის ამპლიტუდისა და სრული რხევების რაოდენობის ცვლილების დროს გამოთვლილი რხევის პერიოდის მნიშვნელობების ანალიზისას?

რხევის სიხშირე. რხევის სიხშირე არის ერთ წამში შესრულებული სრული რხევების რიცხვი. რხევის სიხშირე აღინიშნება ბერძნული ასოთი ν (ნიუ). თუ ქანქარა t დროში N რაოდენობის სრულ რხევას ასრულებს, მაშინ მისი რხევის სიხშირე განისაზღვრება ფორმულით:

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

ერთეულთა SI სისტემაში რხევის სიხშირის საზომ ერთეულად მიღებულია იმ ქანქარის რხევის სიხშირე, რომელიც ერთ წამში ერთ რხევას ასრულებს. ამ ერთეულს ჰერცი (ჰც) ეწოდება. მას ეს სახელი გერმანელი ფიზიკოსის ჰენრიხ ჰერცის პატივსაცემად დაერქვა:

$$\nu = \frac{N}{t} = \frac{1}{\text{წმ}} = 1 \text{ ჰც}$$

რხევის პერიოდი და რხევის სიხშირე ურთიერთმეორეობული სიდიდეებია:

$$T = \frac{1}{\nu}; \quad \nu = \frac{1}{T}.$$

შეძენილი ცოდნის გამოყენება

კვლევითი სამუშაო-2. რხევის სიხშირის განსაზღვრა.

სამუშაოსთვის საჭიროა: ბურთულა 25 მმ-ის დიამეტრით, რომელიც დაკიდებულია 35-40 სმ სიგრძის ძაფზე, შტატივი, წამმზომი, სახაზავი.

სამუშაოს მსვლელობა:

1. ძაფზე დაკიდებული ბურთულა გადახარეთ 5 სმ-ით და შეაკავეთ (მანძილი გაზომეთ სახაზავით).

2. გაუშვით ბურთულას ხელი, ამავდროულად ჩართეთ წამმზომი. განსაზღვრეთ დრო, რომელიც დასჭირდა სამი სრული რხევის შესრულებას.

3. ცვალებით ამპლიტუდა და სრული რხევების რიცხვი და გამოთვალეთ რხევის სიხშირეები. მიღებული შედეგები შეიტანეთ სამუშაო რვეულში დახაზულ ცხრილში.

ცდის ნომერი	ამპლიტუდა (სმ)	სრული რხევების რაოდენობა	ერთი სრული რხევისთვის დახარჯული დრო (წმ)	რხევის სიხშირე (ჰც)
1	5	3		
2	4	1		
3	6	2		

იმსჯელეთ შედეგებზე: 1. რომელი ფორმულით გამოითვლება რხევის პერიოდი? 2. დაფიქსირებული რხევის ამპლიტუდისა და სრული რხევების რაოდენობის ცვლილების დროს რა „აღმოაჩინეთ“, როგორ იცვლება რხევის სიხშირე?

რა შეიტყვეთ

ქანქარის გადაადგილებას ერთი უკიდურესი მდგომარეობიდან მეორეში და უკან დაბრუნებას წინა უკიდურეს მდგომარეობაში ----- ეწოდება. ----- არის ქანქარის ყველაზე დიდი გადახრა წონასწორობის მდგომარეობიდან. ----- არის ერთ წამში ქანქარის მიერ შესრულებული რხევების რიცხვი. მისი საზომი ერთეული SI სისტემაში არის -----. დროს, რომელიც საჭიროა ერთი სრული რხევის შესასრულებლად, ----- ეწოდება.

საკვანძო სიტყვები
რხევის ამპლიტუდა
რხევის პერიოდი
პერიოდი
რხევის სიხშირე
სრული რხევა

შეამოწმეთ თქვენი ცოდნა

1. რა მსგავსება და განსხვავებაა რხევის ამპლიტუდასა და გადაადგილებას შორის?
2. რა დროს ანდომებს ქანქარა, რომლის რხევის პერიოდი 2 წმ, 4 სრული რხევის შესრულებას?
3. ქანქარა 10 წმ-ში 6 სრულ რხევას ასრულებს. როგორია მისი რხევის სიხშირე?

6.3. ტალღა. მექანიკური ტალღები

წვიმის წვეთები წყლის უძრავ ზედაპირზე ქმნიან კონცენტრულ წრეებს, რომლებიც წვეთის დაცემის წერტილიდან ყველა მიმართულებით ვრცელდება.



- რა არის წყლის ზედაპირზე ამ სურათის წარმოქმნის მიზეზი?
- რის გადატანა ხდება კონცენტრული წრეებით წყლის ზედაპირზე?

კვლევის საშუალო-1. შევისწავლოთ მექანიკური ტალღები.

სამუშაოსთვის საჭიროა: წყლით სავსე კიუვეტი, პლასტმასის პატარა ბურთი, კენჭი.

სამუშაოს მსვლელობა:

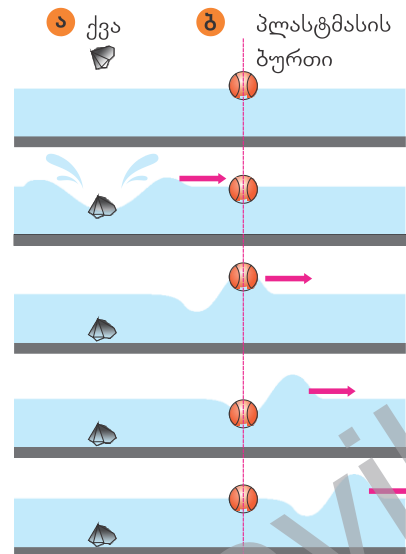
1. შეავსეთ კიუვეტი წყლით. გარკვეული სიმაღლიდან ჩააგდეთ მასში კენჭი. დააკვირდით წყლის ზედაპირზე ტალღების წარმოქმნისა და გავრცელების პროცესს (ა).

2. მოათავსეთ წყლის ზედაპირზე პლასტმასის ბურთი და დააკვირდით, როგორ მოქმედებს ბურთის მდებარეობაზე წყლის ზედაპირზე ტალღების გავრცელების პროცესს.

იმსჯელეთ შედეგებზე:

1. როგორ იცვლება პლასტმასის ბურთის მდებარეობა წყლის ზედაპირზე ტალღების გავრცელების დროს?

2. ტალღის მოქმედებით პლასტმასის ბურთი ასრულებს რხევით მოძრაობას ერთსა და იმავე ადგილზე და არ მოძრაობს ტალღის გავრცელების მიმართულებით (ბ). რა გადააქვს ტალღას?



• **ტალღა** არის ნივთიერებაში (ან ფიზიკურ ველში) წარმოქმნილი რხევების გავრცელების პროცესი დროის გამავლობაში.

ზღვის ტალღების წარმოქმნა, თარის სიმებში მედიატორის მოქმედებით წარმოქმნილი ვიბრაციის გავრცელება, სიმის რხევით წარმოქმნილი ბგერის გავრცელება გარემოში – ეს ყველაფერი ტალღებია.

რა არის მექანიკური ტალღა? მექანიკური ტალღა არის დროის განმავლობაში გარემოში მექანიკური რხევების გავრცელების პროცესი.

მექანიკური ტალღების წყაროა სხეული (ან მისი შემადგენელი ნაწილაკები), რომელიც რხევებს ასრულებს. მექანიკური ტალღა შეიძლება მხოლოდ ისეთ გარემოში წარმოიქმნას, რომელშიც რხევისას წარმოქმნილი დეფორმაციის გამო დრეკადობის ძალა აღიძვრება. ამის გამო ხშირად მექანიკურ ტალღას დრეკად ტალღას უწოდებენ, ხოლო გარემოს, რომელშიც ის წარმოიქმნება – დრეკად გარემოს. რადგან მყარი სხეული, სითხე და აირი დრეკადი გარემოა, მათში შესაძლებელია მექანიკური ტალღების წარმოშობა. მექანიკური ტალღის არსებობა გულისხმობს ორ ერთდროულ პროცესს:

1) სხეულის (ან მისი ატომებისა და მოლეკულების) რხევით მოძრაობას;

- 2) ამ რხევითი მოძრაობით გამოწვეული დეფორმაციის გავრცელებას გარემოში (ან სხეულში) მაგალითად, წყლის ზედაპირზე ბურცობებისა და ჩაღრმავებების გავრცელებას (გ).

მექანიკური ტალღით ხდება რხევითი მოძრაობის ენერგიის გადატანა. მექანიკური ტალღა ვაკუუმში არ აღიძვრება, რადგან ვაკუუმში არ არის გარემო (ნაწილაკები), რომელიც დეფორმაციას განიცდის.



შექნილი ცოდნის გამოყენება

კვლევითი სამუშაო-2. კიდევ რა გადააქვს მექანიკურ ტალღას?

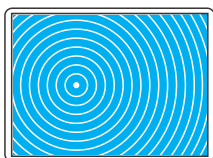
სამუშაოსთვის საჭიროა: წყლიანი კიუვეტი, ფანქარი, 5 სმ-ის სიგრძის სახაზავი.

სამუშაოს მსვლელობა:

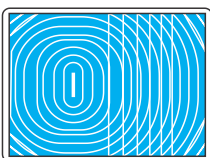
1. ფანქრის ბოლო რამდენჯერმე შეახეთ წყლის ზედაპირს და სამუშაო რვეულში დახატეთ წარმოქმნილი სურათი (დ).
2. წყლის ზედაპირს შეახეთ სახაზავის ჯერ ვიწრო, შემდეგ ფართო მხარე. მიღებული სურათი ჩაიხატეთ სამუშაო რვეულში (ე, ვ).



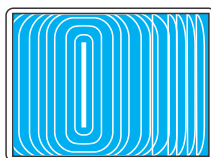
დ



ე



ვ



იმსჯელეთ შედეგებზე: რით განსხვავდება წყლის ზედაპირზე წარმოქმნილი ტალღები? 2. რა გადააქვს ტალღებს, ენერგიის გარდა?

შეამოწმეთ თქვენი ცოდნა

1. რა არის ტალღის წარმოიქმნის მიზეზი?
2. რით განსხვავდება ტალღა და მექანიკური რხევა?
3. რატომ არ გადაადგილდება წყალში გავრცელებულ ტალღებთან ერთად ქაფ-პლასტი, რომელიც წყლის ზედაპირზეა?
4. რა პროცესებს და როგორ შეგვიძლია დავაკვირდეთ მექანიკურ ტალღებში?

6.4. მექანიკური ტალლის სახეები.

ტალლის დამახასიათებელი ფიზიკური სიდიდეები

სითხეებში ტალლის გავრცელება ხასიათდება ჩაზნექილობებისა და ბურცობების მონაცვლეობით. ზოგჯერ ძლიერი ქარის მოქმედებით ოკეანეში უზარმაზარი ჩაზნექილობები და ბურცობები წარმოიქმნება.



- შესაძლებელია თუ არა ამ ტიპის ტალღების წარმოქმნა მყარ სხეულებსა და აირებში?
- რაზე დამოკიდებულია ტალლის ფორმის ცვლილება?

მექანიკური ტალლის სახეები

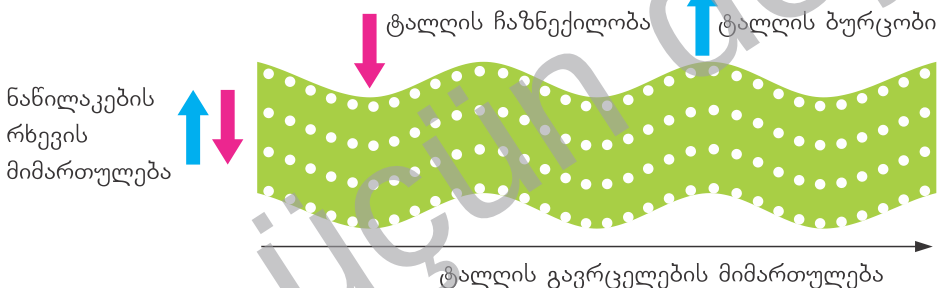
ფორმის მიხედვით მექანიკური ტალღები ორი სახისაა: განივი და გრძივი.

- ტალღას ეწოდება განივი, თუ გარემოს ნაწილაკების რხევის მიმართულება ტალლის გავრცელების მიმართულების მართობულია.

განვი ტალღაში გარემო, რომელშიც ტალღა ვრცელდება, დეფორმაციას განიცდის. ხდება გარემოს ფორმის ცვლილება გარემოს შემადგენელი ნაწილაკების რხევის მიმართულებით. ამის გამო განივი ტალღა წარმოადგენს ჩაზნექილობებისა და ბურცობების მონაცვლეობას (ა).

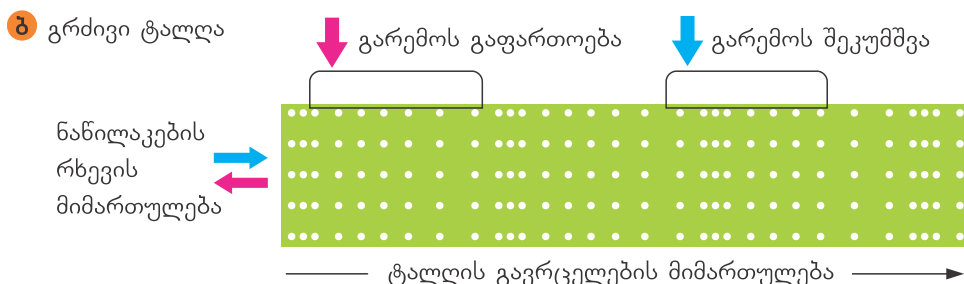
რადგან დრეკადობის ძალები მყარი სხეულების ფორმის ცვლილების შედეგად წარმოიქმნება, განივი ტალღებიც ძირითადად მყარ სხეულებში აღიძვრება. განივი ტალღები შეიძლება აღიძვრას სითხის ზედაპირზეც, მაგრამ ამ შემთხვევაში ტალღები სიმძიმის ძალისა და ზედაპირული დაჭიმულობის ძალის ხარჯზე აღიძვრება.

ა განივი ტალღა



- ტალღას ეწოდება გრძივი, თუ გარემოს ნაწილაკების რხევის მიმართულება ტალლის გავრცელების მიმართულების პარალელურია.

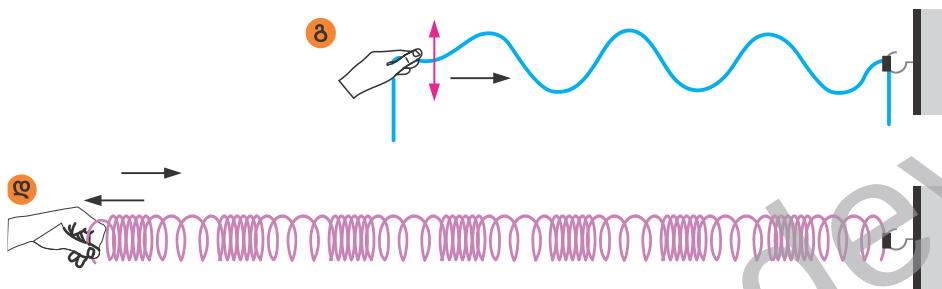
გარემოში, რომელშიც გრძივი ტალღა ვრცელდება, წარმოიქმნება გარემოს შეკუმშული და გაფართოებული უბნები (ბ). ამ სახის ტალღები აღიძვრება ყველა გარემოში (მყარ სხეულებში, აირებსა და სითხეებში).



კვლევითი სამუშაო. გავარკვიოთ განსხვავება გრძივ და განივ ტალღებს შორის. სამუშაოსთვის საჭიროა: ზონარი (1-1,5 მ), დრეკადი ზამბარა, შტატივი.

სამუშაოს მსვლელობა:

1. ზონრის ერთი ბოლო მიამაგრეთ უძრავ ობიექტს (სკამს, მაგიდას, სხვა ავეჯს). ზონრის მეორე ბოლოთი შეასრულეთ რხევითი მოძრაობები ზევით-ქვევით და ზონარში აღდართი ტალღა (გ).
2. დრეკადი ზამბარის ერთი ბოლო მიამაგრეთ სამუშაო მაგიდაზე მოთავსებულ შტატივზე. სიმყარისთვის ერთ-ერთმა თქვენგანმა ხელით შეაკავოს შტატივი მაგიდაზე. ზამბარის თავისუფალი ბოლოთი მაგიდის ზედაპირის გასწვრივ შეასრულეთ რხევითი მოძრაობები წინ და უკან (დ).



იმსჯელეთ შედეგებზე: რა სახის მექანიკური ტალღები მივიღეთ ზონრისა და ზამბარის საშუალებით? დაასაბუთეთ პასუხები.

ტალღის დამახასიათებელი ფიზიკური სიდიდეებია ტალღის სიგრძე და ტალღის გავრცელების სიჩქარე.

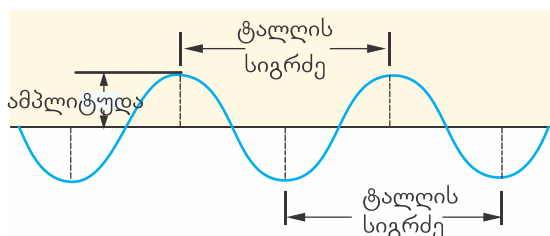
• ტალღის სიგრძე ეწოდება მანძილს, რომელზეც ვრცელდება ტალღა რხევის ერთი პერიოდის განმავლობაში.

ტალღის სიგრძე აღინიშნება ბერძნული ასოთი λ (ლამბდა) და მისი საზომი ერთეული ერთეულთა SI სისტემაში არის მეტრი:

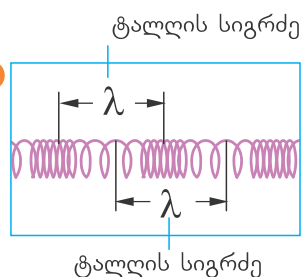
$$[\lambda] = 1 \text{ მ.}$$

განივი ტალღის სიგრძე არის მანძილი ორ მეზობელ ბურცობს ან მეზობელ ჩაზნექილობას შორის (ე). გრძივი ტალღის სიგრძე კი არის მანძილი ორ მეზობელ შეკუმშვას ან მეზობელ გაფართოებას შორის (ვ).

2



3



• ტალლის სიჩქარე გარემოში რხევების გავრცელების სიჩქარეა. რადგან დრეკად გარემოში ტალღა რხევის ერთი პერიოდის განმავლობაში ტალღის სიგრძის (λ) ტოლ მანძილს გადის, ტალღის სიჩქარე განისაზღვრება ფორმულით:

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

სადაც v – ტალღის სიჩქარეა, T – რხევის პერიოდი. ეს ნიშნავს, რომ ტალღის სიჩქარე ტალღის სიგრძისა და რხევის პერიოდის შეფარდების ტოლია.

თუ გავითვალისწინებთ, რომ $T = \frac{1}{\nu}$, ტალღის სიჩქარისთვის მივიღებთ:

$$v = \lambda \nu$$

• ტალღის სიჩქარე ტალღის სიგრძისა და მისი რხევის სიხშირის ნამრავლის ტოლია.

შეძენილი ცოდნის გამოყენება

ამოხსენით ამოცანა:

1. გამოთვალეთ ტალღის გავრცელების სიჩქარე, თუ ტალღის სიგრძე 8 მ-ია, ხოლო მისი რხევის სიხშირე – 55 ჰც.
2. განსაზღვრეთ ტალღის რხევის პერიოდი, თუ მისი სიგრძე 16 მ-ია, ხოლო გავრცელების სიჩქარე – 32 მ/წმ.

რა შეიტყვეთ

-----, თუ მისი გავრცელების მიმართულება ნაწილაკების რხევის მიმართულების მართობულია. ----- კი ვრცელდება ნაწილაკების რხევის მიმართულების გასწვრივ. მანძილს, რომელზეც ვრცელდება ტალღა რხევის ერთი პერიოდის განმავლობაში, ----- ეწოდება. ----- არის გარემოში რხევების გავრცელების სიჩქარე.

საკვანძო სიტყვები

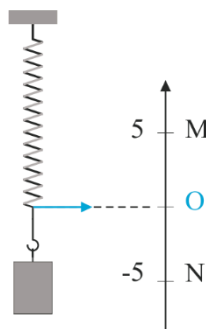
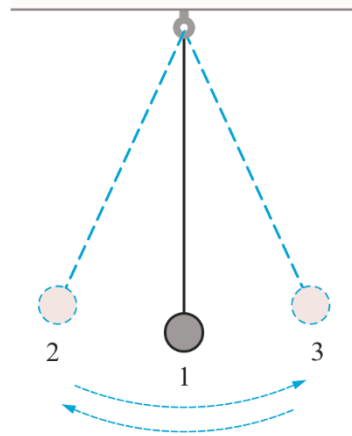
ტალღის სიჩქარე
გრძივი ტალღა
ტალღის სიგრძე
განივი ტალღა

შეამოწმეთ თქვენი ცოდნა

1. რით განსხვავდება განივი ტალღა გრძივი ტალღისგან?
2. რა სახის მექანიკური ტალღები შეიძლება აღიძრას აირებში?
3. რა სახის მექანიკური ტალღები შეიძლება აღიძრას მყარ სხეულებში?
4. ტბის ზედაპირზე ტალღა 6 მ/წმ სიჩქარით ვრცელდება. განსაზღვრეთ ტივტივას რხევის პერიოდი და სიხშირე, თუ ტალღის სიგრძე 3 მ-ია.

საპარჯიშო – 14

- რა ეწოდება რხევითი მოძრაობის დროს სხეულის მაქსიმალურ გადახრას ნონასწორობის მდგომარეობიდან?
- ქანქარა 2 წთ-ში 600 რხევას ასრულებს. როგორია ქანქარის რხევის სიხშირე და პერიოდი?
- ნახატზე წარმოდგენილია ძაფიანი ქანქარა, რომელიც რხევებს ასრულებს. გამოთვალეთ ქანქარის რხევის პერიოდი და სიხშირე, თუ ის მე-2-დან 1-ლ წერტილში 4 წმ-ის განმავლობაში გადაადგილდება.
- ზამბარიანი ქანქარა M და N წერტილებს შორის ასრულებს რხევებს. განსაზღვრეთ მისი რხევის ამპლიტუდა და რხევის პერიოდის განმავლობაში გავლილი მანძილი (O ნონასწორობის წერტილია).



- ოკეანის ზედაპირზე გავრცელებული ტალღის სიგრძე 200 მ-ია, პერიოდი – 10 წმ. განსაზღვრეთ ტალღის გავრცელების სიჩქარე.

6.5. გვერდითი ტალღები

• რა მოვლენაზეა დაფუძნებული სამედიცინო ხელსაწყო ექოსკოპის მოქმედება?

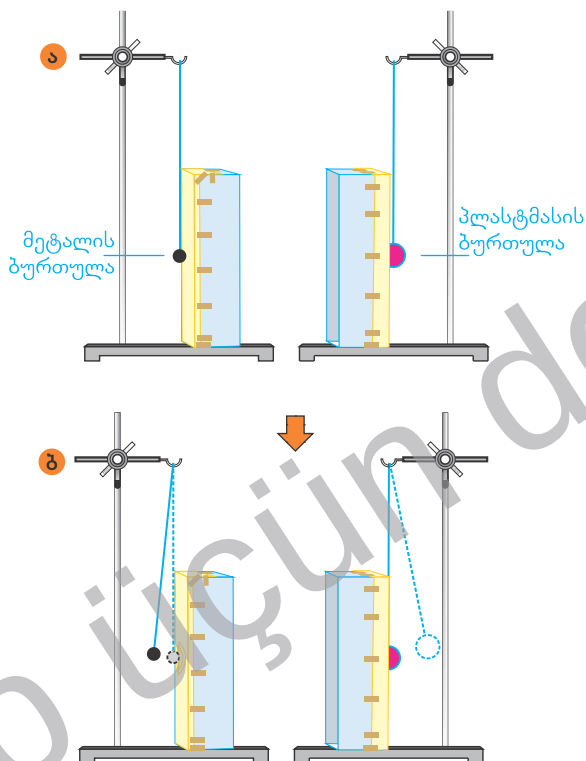


• სკოლის თავზე რეაქტიული თვითმფრინავის გადაფრენის დროს საკლასო ოთახის მინების ვიბრაცია შეინიშნება. რატომ?



კვლევითი სამუშაო-1. რა აიძულებს ქანქარას შეასრულოს რხევები?

სამუშაოსთვის საჭიროა: ფეხსაცმლის ყუთი, რომელსაც ძირის მაგივრად კალკის ქალაღი აქვს მიწებებული (2 ცალი), შტატივი (2 ცალი), ძაფიანი ქანქარა (2 ცალი: ერთი – მეტალის ბურთულით, მეორე – პლასტმასის მსუბუქი ბურთულით).



სამუშაოს მსვლელობა: 1. განათავსეთ ყუთები ღია მხრით ერთმანეთის პირისპირ, 25-30 სმ-ის მანძილზე. ქანქარები მოათავსეთ ყუთების გვერდით ისე, რომ წონასწორობაში მყოფი ბურთულები კალკის ზედაპირს ეხებოდეს (ა). 2. მეტალის ბურთულა მცირედ გადახარეთ წონასწორობის მდგომარეობიდან და გაუშვით ხელი. დაფიქრდით და იმსჯელეთ მომხდარი მოვლენის მიზეზებზე (ბ).

იმსჯელეთ შედეგებზე: 1. რატომ გადაიხარა წონასწორობაში მყოფი პლასტმასის ბურთულა მარჯვენა ყუთიდან მეტალის ბურთულის მარცხენა ყუთთან დაჯახებისას?

2. რა აიძულებს პლასტმასის ბურთულიან ქანქარას დაიწყოს რხევითი მოძრაობა?

ბგერითი ტალღები. მექანიკური ტალღების ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი სახეა ბგერითი ტალღები ან უბრალოდ ბგერა. ბგერითი ტალღები ვრცელდება დრეკად გარემოში.

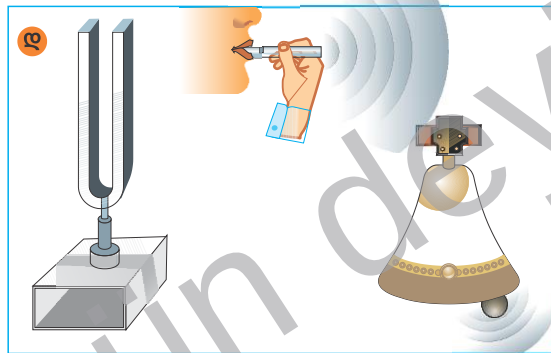
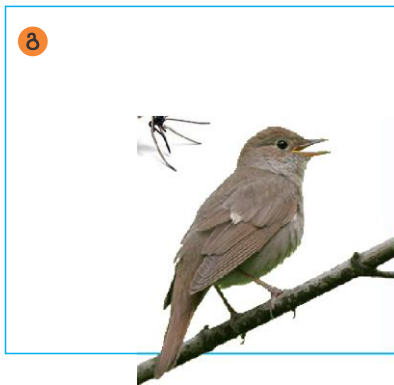
• ბგერითი ტალღები არის მექანიკური ტალღების სახე, რომლებიც ვრცელდება დრეკად გარემოში და იწვევს სმენით შეგრძნებებს.

ადამიანის ყური ბგერით ტალღებს მხოლოდ 16-დან 20 000 ჰც-მდე სიხშირის ინტერვალში შეიგრძნობს. ადამიანი სმენის ორგანოების საშუალებით იღებს ინფორმაციას გარემოს შესახებ, რის საფუძველზეც უყალიბდება მეტყველება. ამიტომ ბგერის შესწავლა მეცნიერების ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი მიმართულებაა. მეცნიერება, რომელიც ბგერის ფიზიკურ ბუნებას შეისწავლის, აკუსტიკა ეწოდება.

როგორ წარმოიშობა ბგერა? ბგერით ტალღებს წარმოქმნის მერხვევი წყაროები. ბგერის წყაროები იყოფა ორ ჯგუფად: ბუნებრივად და ხელოვნურად.

ბგერის ბუნებრივი წყაროები არის ბუნებაში არსებული ყველა წყარო, რომელიც ბგერას წარმოქმნის, მაგალითად: ადამიანი, მცენარე, კოლო, ფრინველი, ჩანჩქერი, ქარი, წვიმა და სხვ. (გ)

ბგერის ხელოვნური წყაროებია კამერტონი, მუსიკალური ინსტრუმენტები, ზანზალაკი, სასტვენო და სხვ. (დ)



იცით თუ არა, რომ? კამერტონი, რომელიც მე-18 საუკუნეში გამოიგონეს, ჩანგლის ფორმის მეტალის სხეულია, რომელსაც ორი მუხლი აქვს. კამერტონის ერთ-ერთ მუხლზე დარტყმისას იგი ყოველთვის ერთი და იმავე სიხშირის ბგერას გამოსცემს (440 ჰც-ს, ეს არის პირველი ოქტავის ნოტი „ლა“). ამ თვისების გამო კამერტონი მუსიკალური ინსტრუმენტების ასაწყობად გამოიყენება. კამერტონის მიერ გამოცემული ბგერის გასაძლიერებლად მას ამაგრებენ ერთი მხრიდან ღია ყუთზე, რომელსაც რეზონატორი ეწოდება.



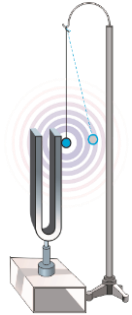
კვლევის საშუალო-2. ბგერის წყარო მერხევი სხეულია.

სამუშაოსთვის საჭიროა: კამერტონი, რეზინისთავიანი ჩაქუჩი, დაფიანი ქანქარა.

სამუშაოს მსვლელობა: ყურადღებით დააკვირდით მოვლენას, რომელიც მოხდება კამერტონის მუხლზე ჩაქუჩის დარტყმისა და მასთან დაფიანი ქანქარის შეხების შემდეგ.

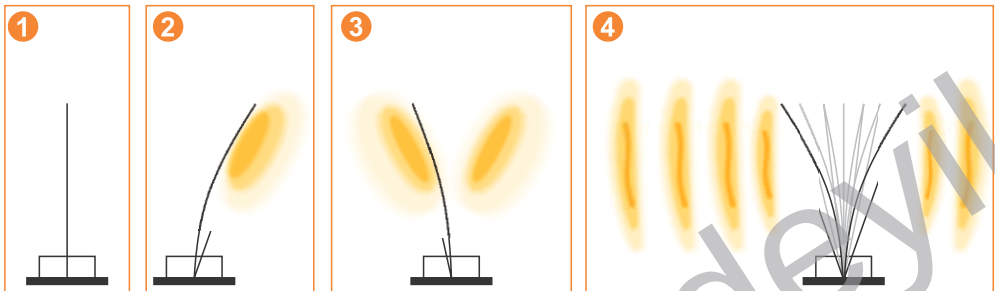
იმსჯელეთ შედეგებზე:

1. რა ხდება კამერტონის მუხლზე რეზინისთავიანი ჩაქუჩის დარტყმის შემდეგ?
2. რატომ იწყებს რხევას დაფიანი ქანქარა კამერტონის მუხლთან შეხების შემდეგ?



როგორ ვრცელდება ბგერითი ტალღები გარემოში? მუსიკალური ინსტრუმენტის სიმზე ან დრეკად ფირფიტაზე ხელის გამოკვრის შემდეგ ისინი ბგერას გამოსცემენ. როგორ ვრცელდება ეს ბგერა? ფირფიტის მარჯვნივ გადახრისას მის მარჯვნივ, ფირფიტასთან ახლოს არსებული ჰაერის მოლეკულებს შორის მანძილი მცირდება, ხოლო მის მარცხნივ არსებული ჰაერის მოლეკულებს შორის მანძილი, პირიქით, იზრდება. შემდგომში, რხევითი მოძრაობის შესრულებისას, ფირფიტა მონაცვლეობით წარმოქმნის ჰაერის შეკუმშულ და გაფართოებულ უბნებს. ამის შედეგად ჰაერში გავრცელდება ბგერითი ტალღა (ე). ეს ნიშნავს, რომ ბგერითი ტალღა გრძივი ტალღაა.

1 ბგერითი ტალღის გავრცელება ჰაერში



შეძენილი ცოდნის გამოყენება

კვლევის საშუალო-3. შესაძლებელია თუ არ ბგერის გავრცელება წყალში?

სამუშაოსთვის საჭიროა: მეტალის კოვზი (2 ცალი), რეზინის მოქნილი მილი (50-70 სმ-ის სიგრძის), აკვარიუმი (ან პლასტიკის ღრმა ჭურჭელი), დაბრი (2 ცალი), მაკრატელი, ბუშტი, ნებოვანი ლენტა.

სამუშაოს მსვლელობა:

1. რეზინის მილის ბოლოები ჩამოაცვით დაბრებს. მაკრატლის საშუალებით მოჭერით ბუშტის ნაწილი, გადაჭიმეთ ერთ-ერთ დაბრზე და დაამაგრეთ ნებოვანი ლენტით.
2. გაავსეთ ჭურჭელი წყლით და ჩაუშვით მასში რეზინით დაფარული დაბრი.

3. ღია ძაბრი მიიღეთ ყურზე. კოვზები მიარტყით ერთმანეთს ჯერ ჰაერში, შემდეგ წყალში (ვ).



იმსჯელეთ შედეგებზე:

1. გვესმით თუ არა ჰაერში კოვზების ერთმანეთზე დარტყმის ხმა?
2. გვესმით თუ არა წყალში კოვზების ერთმანეთზე დარტყმის ხმა? რატომ?

რა შეიტყვეთ

მექანიკური ტალღის ერთ-ერთი სახე, რომელიც დრეკად გარემოში ვრცელდება, არის -----. ბგერის წყარო, რომელიც მუსიკალური ინსტრუმენტების ასაწყობად გამოიყენება, არის -----. რადგან ბგერა ჰაერის შეკუმშვითა და გაფართოებით ვრცელდება, ის -----. მეცნიერებას, რომელიც ბგერას შეისწავლის, ----- ეწოდება. ადამიანის ყური შეიგრძნობს ----- -დან ----- -მდე სიხშირის ბგერებს.

საკვანძო სიტყვები

16 ჰც
20000 ჰც
აკუსტიკა
ბგერითი ტალღა
გრძივი ტალღა
კამერტონი

შეამოწმეთ თქვენი ცოდნა

1. რა თვისებები აქვს ბგერას?
2. თაფლის შეგროვებისას ფუტკარი წამში 250-ჯერ იქნევს ფრთებს. როგორია ფუტკრის ფრთების რხევის სიხშირე და გვესმის თუ არა ჩვენ ეს ხმა?
3. ზოგჯერ კოსმოსურ სივრცეში მძლავრი აფეთქებები ხდება. რატომ არ გვესმის ამ აფეთქებების ხმა?

პროექტი

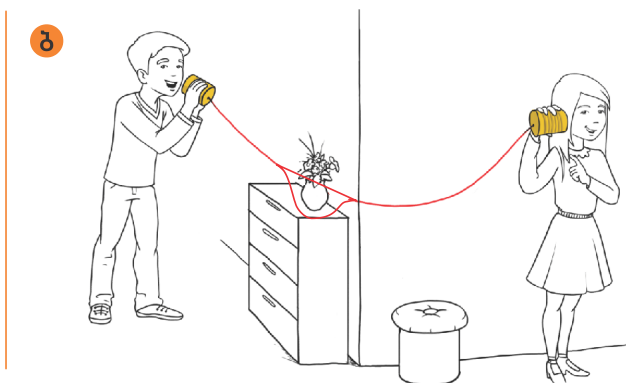
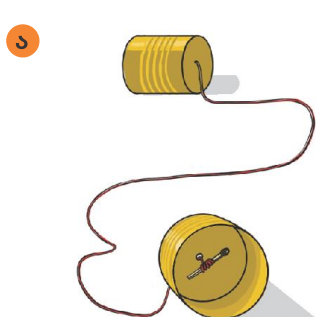
დავაამზადოთ „მარტივი ტელეფონი“.

სამუშაოსთვის საჭიროა: წვენი (ცარიელი მეტალის ქილები (4 ცალი), ასანთი (4 ცალი), 1,5 – 2 მ-ის სიგრძის ძაფი და ძუა, ლურსმანი, ჩაქუჩი.

სამუშაოს მსვლელობა:

1. ლურსმნის საშუალებით გახვრიტეთ ქილების ძირები. გააძვრინეთ ძაფის ბოლოები ხვრელებში და მიაბით ასანთის ღერებს (ა).

2. მიიღეთ ქილა ყურზე, გაჭიმეთ ძაფი და მოუსმინეთ, რას ამბობს მეორე ქილაში თქვენი და (ან ძმა). თუ თქვენ ილაპარაკებთ, მაშინ თქვენმა დამ მოგისმინოთ (ბ).



3. გაიმეორეთ იგივე ცდა მეორე ორი ქილისა და ძუის გამოყენებით.

4. დანერეთ პატარა ესე თქვენი დაკვირვების შესახებ.

6.6. ბგერის სიჩქარე. ექმ

• იმის მიუხედავად, რომ ქუხილი და ელვა ერთდროულად ხდება, ჩვენ ჯერ ელვას (1) ვხედავთ და მხოლოდ ამის შემდეგ გვესმის ქუხილის ხმა. რატომ?



ბგერის სიჩქარე

• დრეკად გარემოში ბგერის სიჩქარე რიცხობრივად ბგერითი ტალღის მიერ დროის ერთეულში გავლილი მანძილის ტოლია.

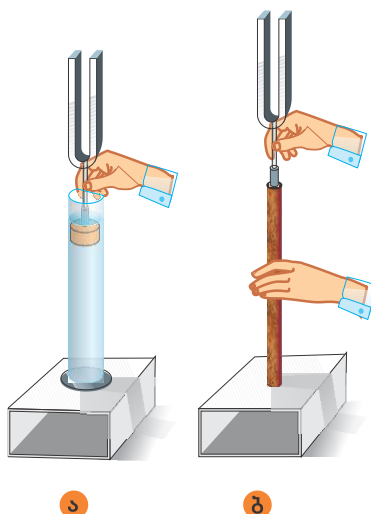
ბგერითი ტალღის გავრცელების სიჩქარე დამოკიდებულია გარემოს დრეკად თვისებებზე. ცდებით დადგინდა ბგერის გავრცელების სიჩქარე სხვადასხვა გარემოში (იხ. დანართი, ცხრილი 3). ცხრილიდან ჩანს, რომ ბგერა მყარ სხეულებში უფრო დიდი სიჩქარით ვრცელდება.

კვლევითი სამუშაო-1. რომელ გარემოში ვრცელდება ბგერა უფრო დიდი სიჩქარით?

სამუშაოსთვის საჭიროა: რეზონატორიანი კამერტონი, რეზინისთავიანი ჩაქუჩი, წყლიანი მენზურა (ან ჭიქა), ხის ღერი (20-30 სმ-ის სიგრძის), ხის საცობი (რომლის დიამეტრიც ნაკლებია მენზურის დიამეტრზე).

სამუშაოს მსვლელობა:

1. მოხსენით კამერტონი რეზონატორს და რეზონატორის ხვრელზე დადგით წყლიანი მენზურა (ან ჭიქა).
2. კამერტონს წამოაცვით საცობი, ააჟღერეთ და მისი საცობიანი ბოლო 1-2 სმ-ზე ჩაძირეთ მენზურაში ჩასხმულ წყალში (ა). ყურადღება მიაქციეთ კამერტონის ჟღერადობას.
3. რეზონატორის ხვრელში ჩაამაგრეთ ხის ღერი. ააჟღერეთ კამერტონი და დაადეთ ღერის თავისუფალ ბოლოს (ბ). ყურადღება მიაქციეთ კამერტონის ჟღერადობას.



იმსჯელეთ შედეგებზე: რომელი გარემოს გავლის შემდეგ იყო ბგერა უფრო მკაფიო და უფრო სწრაფად მოაღწია ყურამდე? რატომ?

ბგერითი ტალღების მნიშვნელოვანი თვისებაა დაბრკოლებისგან მათი არეკვლის უნარი – ექო.

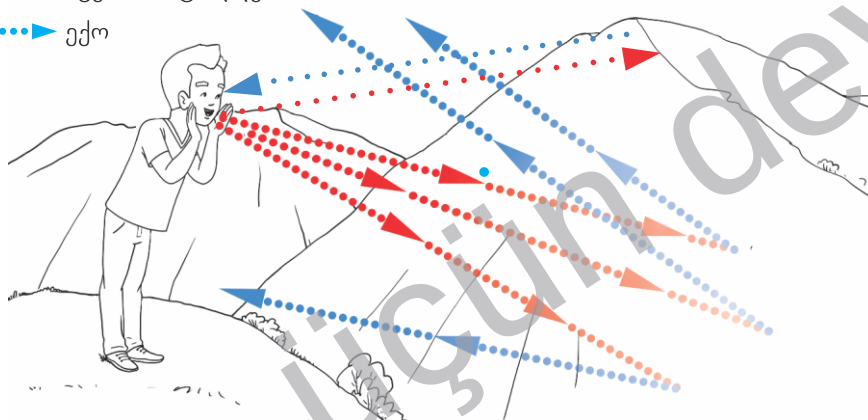
• ექო ეწოდება ბგერითი ტალღის დაბრუნებას იმ დაბრკოლებებისგან არეკვლის შემდეგ, რომლებიც გავრცელების გზაზე ხვდება.

მაგალითად, ადამიანმა, რომელიც მთებში თავის მეგობარს მოუხმობს, რამდენიმე წამში შეიძლება თავისი ხმა, ანუ თავისი ხმის ექო, გაიგონოს (გ).

გ

...▶ ბგერითი ტალღები

...▶ ექო



ბგერითი ტალღების ეს თავისებურება, ანუ ექო, ფართოდ გამოიყენება ყოფაცხოვრებასა და ტექნიკაში. ხელსაწყო ექოლოტის მოქმედება დამყარებულია ექოს მოვლენაზე.

ეს ხელსაწყო გამოიყენება ზღვებისა და ოკეანეების სიღრმის გასაზომად, აგრეთვე თევზების თავმოყრის ადგილების დასადგენად.

გემის ძირზე დაყენებული ბგერის წყარო ზღვის ფსკერისკენ ხანმოკლე სიგნალებს აგზავნის. ზღვაში არსებული ობიექტებიდან არეკვლის შემდეგ ბგერით სიგნალს იჭერენ მგრძნობიარე ხელსაწყოთი – ექოლოტით, რომელიც გემზეა მოთავსებული (დ).

თუ გვეცოდინება წყალში ბგერის გავრცელების სიჩქარე და დროის შუალედი სიგნალის გაგზავნიდან მიღებამდე, შევძლებთ გამოვთვალოთ წყალში არსებულ ობიექტამდე მანძილი:

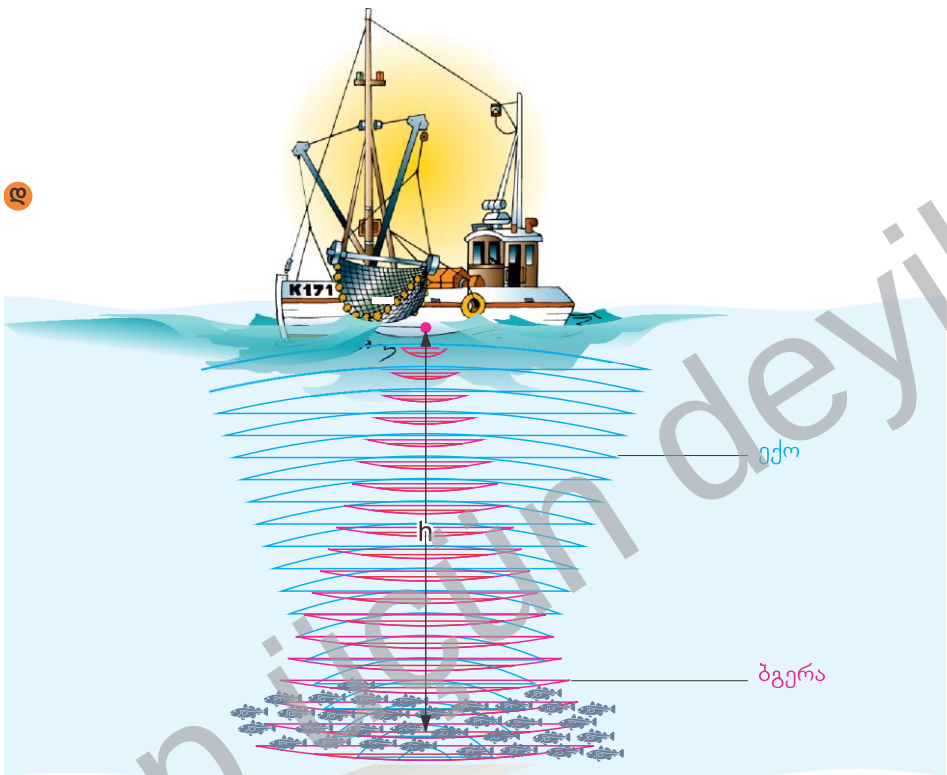
$$h = \frac{vt}{2}.$$

h – მანძილი გემიდან ობიექტამდე.

v – ბგერის სიჩქარე წყალში.

t – დროის შუალედი, რომლის განმავლობაშიც სიგნალი მიდის ობიექტამდე და ბრუნდება უკან.

$\frac{t}{2}$ – დრო, რომელიც სიგნალს სჭირდება ობიექტამდე მისასვლელად ან უკან დასაბრუნებლად.



- ბგერითი ლოკაცია არის ბგერითი ტალღების გამოყენებით ობიექტის მდებარეობის (ობიექტამდე მანძილის) განსაზღვრის მეთოდი.

შექნილი ცოდნის გამოყენება

ამოხსენით ამოცანები:

1. ბგერის ექო 2 წმ-ის შემდეგ გაიგეს. განსაზღვრეთ მანძილი დაბრკოლებამდე (ბგერის გავრცელების სიჩქარე ჰაერში 340 მ/წმ-ის ტოლია).
2. ქუხილის ხმა გაელვებიდან 8 წმ-ის შემდეგ გაისმა. დამკვირვებლისგან რა მანძილზე დაეცა მეხი (ბგერის გავრცელების სიჩქარე ჰაერში 340 მ/წმ-ის ტოლია)?

რა შეიტყვეთ

----- გარემოში რიცხოვნობად ბგერითი ტალღის მიერ დროის ერთეულში გავლილი მანძილის ტოლია. ----- ეწოდება დაბრკოლებისგან არეკლილი ბგერითი ტალღის დაბრუნებას. ბგერის სიჩქარე დამოკიდებულია გარემოს -----, ანუ მყარ სხეულებში ბგერა უფრო დიდი სიჩქარით ვრცელდება, ვიდრე სითხეებსა და აირებში. ----- ეწოდება ბგერითი ტალღების საშუალებით საინტერესო ობიექტამდე მანძილის განსაზღვრის მეთოდს.

საკვანძო სიტყვები

ბგერის სიჩქარე
დრეკადობა
ბგერითი ლოკაცია
ექო
დრეკადი გარემო

შემოწმეთ თქვენი ცოდნა

1. რომელი ფორმულით გამოითვლება ბგერის სიჩქარე და რაზეა ის დამოკიდებული?
2. ზარი საკლასო ოთახიდან 340 მ-ითაა დაშორებული. რა დროის შემდეგ გაიგებს ზარის ხმას კლასში მყოფი მოსწავლე? ბგერის გავრცელების სიჩქარე ჰაერში 340 მ/წმ-ის ტოლია.
3. წყალში არსებული ბგერის წყაროს რხევის პერიოდია 0,002 წმ., წარმოქმნილი ბგერითი ტალღის სიგრძე – 2,8 მ. განსაზღვრეთ წყალში ბგერის გავრცელების სიჩქარე.

საპარჯიშო – 15.

1. ტალღის წარმოქმნილი წყარო 10 წმ-ში 25 რხევას ასრულებს. განსაზღვრეთ ტალღის სიგრძე, თუ ის 5 მ/წმ სიჩქარით ვრცელდება.
2. განსაზღვრეთ 6800 ჰც სიხშირის ბგერითი ტალღის სიგრძე. ბგერის გავრცელების სიჩქარე ჰაერში 340 მ/წმ-ის ტოლია.
3. კამერტონის ბგერის სიხშირე 500 ჰც-ია. როგორია კამერტონის მიერ ფოლადში წარმოქმნილი ბგერითი ტალღის სიგრძე? ბგერის სიჩქარე ფოლადში 5000 მ/წმ-ის ტოლია.
4. ულტრაბგერითი სიგნალი, რომელიც ზღვის ფსკერისკენაა მიმართული, 6 წმ-ის შემდეგ ბრუნდება. განსაზღვრეთ ზღვის სიღრმე (ბგერის გავრცელების სიჩქარე წყალში 1500 მ/წმ-ის ტოლია).
5. ბგერის წყარო, რომლის რხევის პერიოდია 0,01 წმ, წყალში 14,4 მ სიგრძის ბგერით ტალღას წარმოქმნის. როგორია ბგერის გავრცელების სიჩქარე წყალში?

6.7. ტალღები, რომლებსაც ადამიანის ყური ვერ შეიგრძნობს. საინჟინრო ტალღები



- რატომ ხდება მინისძვრები ადამიანებისთვის მოულოდნელად?
- რატომ გრძნობენ, ადამიანებისგან განსხვავებით, ცხოველები მინისძვრის მოახლოებას?

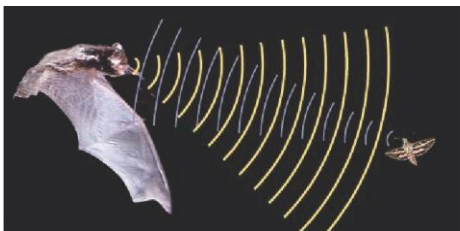
ყველა ბგერის გაგონება შეუძლია თუ არა ადამიანს? ადამიანის ყური ვერ შეიგრძნობს ულტრა- და ინფრაბგერებს.

• ულტრაბგერა ეწოდება ბგერით ტალღებს, რომელთა სიხშირე 20 000 ჰც-ზე მეტია.

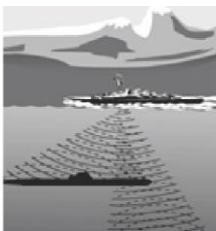
ულტრაბგერას ფართოდ იყენებენ ექოლოგაციაში.

მრავალ ცხოველსა და მწერს აქვს ულტრაბგერის შეგრძნების უნარი. ზოგიერთი მათგანი, მაგალითად ღამურა, თვითონ გამოიმუშავებს ულტრაბგერით იმპულსებს (45-90 კჰც სიხშირის სიგნალებს) და ბგერითი ლოკაციის გამოყენებით ორიენტირებს სივრცეში და მოიპოვებს საკვებს (ა). ულტრაბგერით ტექნოლოგიას ფართოდ იყენებენ ზოგიერთ სფეროში. მაგალითად, პირველი მსოფლიო ომის დროს პირველად დაამზადეს ულტრაბგერითი ლოკატორები, რომლებიც წყალქვეშა ნაგებობის აღმოსაჩენად გამოიყენეს (ბ). ასევე ფართოდ იყენებენ ულტრაბგერით აპარატებს მედიცინაში, ცოცხალი ორგანიზმების შინაგანი ორგანოების დაავადებების აღმოსაჩენად (გ).

ა



ბ



გ



კვლევის საშუალო-1. როგორია ზღვის სიღრმე?

გემზე განთავსებული ექოლოტი 30 კმ სიხშირის ულტრაბგერას ასხივებს. წყალში გამოსხივებული ულტრაბგერის ტალღის სიგრძე 5 სმ-ია. ზღვის ფსკერისკენ გასხივებული სიგნალი ექოლოტს 10 წმ-ის შემდეგ უბრუნდება. შეავსეთ თავისუფალი უჯრები და გამოთვალეთ შესაბამისი სიდიდეები:

1) ულტრაბგერის სიჩქარე წყალში; 2) ზღვის სიღრმე.

$$v = \boxed{} \text{ მ/წმ}$$

$$\lambda = \boxed{} \text{ მ}$$

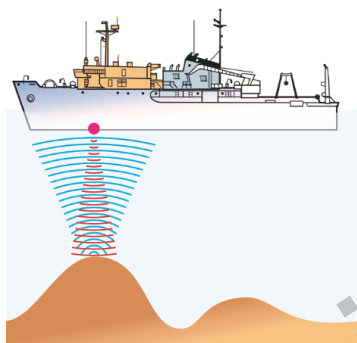
$$t = \boxed{} \text{ წმ}$$

$$v = \lambda \nu = \boxed{} \text{ მ/წმ} \cdot \boxed{} \text{ მ} = \boxed{} \text{ მ/წმ}.$$

$$h = \frac{vt}{2} = \frac{\boxed{} \frac{\text{მ}}{\text{წმ}} \cdot \boxed{} \text{ წმ}}{2} = \boxed{} \text{ მ}.$$

იმსჯელეთ შედეგებზე: 1. როგორია წყალში ულტრაბგერის გავრცელების სიჩქარე?

2. ზღვის სიღრმის გამოთვლის დროს რატომ ყოფთ vt -ს ნამრავლს 2-ზე?



ინფრაბგერა (ლათინურად *infra* – უფრო დაბლა) არის ბგერითი ტალღები, რომელთა სიხშირე 16 ჰც-ზე ნაკლებია. ინფრაბგერის წყარო შეიძლება იყოს: ვულკანის ამოფრქვევა (დ), ნაპირზე ტალღების დაჯახება, რაკეტის გაშვება (ე), ატომური ბომბის აფეთქება (ვ).

დ



ე



ვ



ინფრაბგერის ძირითადი თვისებაა მისი დიდ მანძილებზე გავრცელების უნარი, იმის გამო, რომ თითქმის არ ხდება მისი შთანთქმა გარემოს მიერ. ამ თვისების გამოყენება საშუალებას გვაძლევს, განვსაზღვროთ ძლიერი აფეთქებების, ოკეანეში წარმოქმნილი დიდი ტალღების, მიწისძვრის ეპიცენტრებისა და სხვა მოვლენების კოორდინატები.

სეისმური ტალღები. ტალღებს, რომლებიც წამოიქმნება დედამიწის ქერქის სიღრმეში მიწისძვრის ან ძლიერი აფეთქების გამო, სეისმური ტალღები ეწოდება. დედამიწის ქერქში აღძრული სეისმური ტალღების ამპლიტუდა, გავრცელების სიჩქარე, ტალღის სიგრძე და სიხშირე განისაზღვრება ხელსაწყოთი, რომელსაც *სეისმოგრაფი* ეწოდება (ზ). [თანამედროვე ტელეფონებში არის პროგრამები, რომლებიც სეისმოგრაფის ფუნქციას ასრულებენ (თ)].

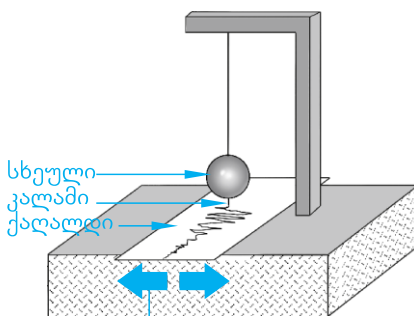
წარმოშობის წყაროდან, მაგალითად მიწისძვრის ეპიცენტრიდან, შეიძლება გავრცელდეს სამი სახის სეისმური ტალღა: **P-ტიპის**, **S-ტიპის** და **L-ტიპის** (ი).

P-ტიპის ტალღა არის გრძივი ტალღა, რომელიც ქმნის შეკუმშვებსა და გაფართოებებს დედამიწის ქერქის ფენებს შორის.

S-ტიპის ტალღა არის განივი ტალღა, რომელიც ვრცელდება დედამიწის ქერქში მისი ფენების რხევის მართობული მიმართულებით.

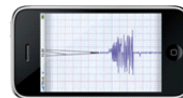
L-ტიპის ტალღა არის განივი ტალღები, რომლებიც დედამიწის ზედაპირზე ვრცელდება და კატასტროფულ შედეგებს იწვევს.

ზ მარტივი სეისმოგრაფი

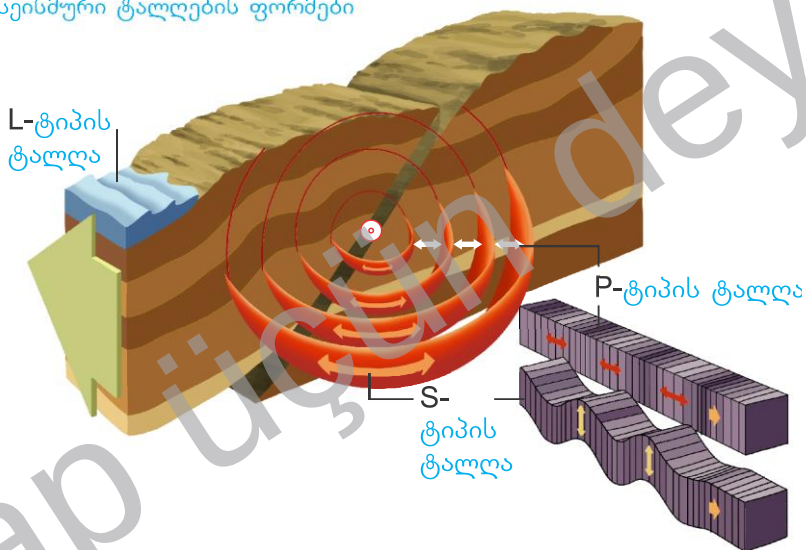


დედამიწის ქერქის ჰორიზონტალური მოძრაობა

თ თანამედროვე ტელეფონი სეისმოგრაფის ფუნქციით



ი სეისმური ტალღების ფორმები



შეძენილი ცოდნის გამოყენება

ამოცანა (ამოხსენით სამუშაო რვეულში).

დედამინაში სეისმური ტალღა ვრცელდება. *L*-ტიპის ტალღა სეისმოგრაფამდე *P*-ტიპის ტალღიდან 32 წმ-ის შემდეგ აღწევს.

P-ტიპის ტალღის გავრცელების სიჩქარეა 5,4 კმ/სთ.

L-ტიპის ტალღის გავრცელების სიჩქარეა 3,8 კმ/სთ.

შესაბამისი ფორმულების გამოყენებით განსაზღვრეთ სეისმოგრაფსა და მიწის-ძვრის ეპიცენტრს შორის მანძილი და შეავსეთ თავისუფალი უჯრები:

$$v_1 = \boxed{} \text{ კმ/წმ} = \boxed{} \text{ მ/წმ}$$

$$v_2 = \boxed{} \text{ კმ/წმ} = \boxed{} \text{ მ/წმ}$$

$$t = \boxed{} \text{ წმ}$$

$$l = h_1 - h_2 = (v_1 - v_2) \cdot t = \left[\boxed{} \frac{\text{მ}}{\text{წმ}} - \boxed{} \frac{\text{მ}}{\text{წმ}} \right] \cdot \boxed{} \text{ წმ} = \boxed{} \text{ მ}.$$

იმსჯელეთ შედეგებზე:

1. სეისმოგრაფსა და მიწისძვრის ეპიცენტრს შორის მანძილის განსაზღვრის დროს რატომ გამოიყენეთ სეისმური ტალღების სიჩქარეების სხვაობა?
2. რამდენი კილომეტრით არის დაშორებული სეისმოგრაფი მიწისძვრის ეპიცენტრიდან?

რა შეიტყვეთ

----- არის ბგერითი ტალღები, რომელთა სიხშირე 20000 ჰც-ზე მეტია. ----- არის ბგერითი ტალღები, რომელთა სიხშირე 16 ჰც-ზე ნაკლებია. პირველი ულტრაბგერითი ლოკატორები შეიქმნა ----- აღმოჩენად. ტალღებს, რომლებიც წარმოიქმნება დედამიწის ქერქში მიწისძვრის ან ძლიერი აფეთქების შემდეგ, ----- ეწოდება. სეისმური ტალღების ამპლიტუდის, სიჩქარის, ტალღის სიგრძისა და რხევის სიხშირის განსასაზღვრად გამოიყენება ხელსაწყო, რომელსაც ----- ეწოდება.

საკვანძო სიტყვები

სეისმური ტალღა
ულტრაბგერა
სეისმოგრაფი
ინფრაბგერა
წყალქვეშა ნავი

შეამოწმეთ თქვენი ცოდნა

1. რომელი ბუნებრივი მოვლენებია ინფრაბგერების წყარო?
2. რა არის ულტრაბგერის ძირითადი თვისება და რით განსხვავდება ის ინფრაბგერისგან?
3. მოიყვანეთ ულტრაბგერითი ლოკაციის მაგალითები.
4. სეისმური ტალღების რომელი სახეობაა ადამიანისთვის ყველაზე სახიფათო? რატომ?

პროექტი

ინტერნეტის რესურსის გამოყენებით მოამზადეთ ესე თემაზე „ცხოველთა სამყარო და ინფრაბგერა“.

შემაჯავებელი ღვაწლები

1. განსაზღვრეთ შესაბამისობა:

I. რხევის პერიოდი	II. სიხშირე	III. ამპლიტუდა
-------------------	-------------	----------------

- ა - ერთ წამში შესრულებული სრული რხევების რიცხვი;
 ბ - ქანქარის მაქსიმალური გადახრა წონასწორობის მდგომარეობიდან;
 გ - ქანქარის მიერ ერთი სრული რხევის შესრულებისთვის საჭირო დრო;
 დ - ქანქარის წონასწორობის მდგომარეობიდან მაქსიმალურად დაშორებულ ორ წერტილს შორის მანძილი;
 ე - სრული რხევების რიცხვის შეფარდება დროსთან, რომელიც მათი შესრულებისთვის დაიხარჯა.

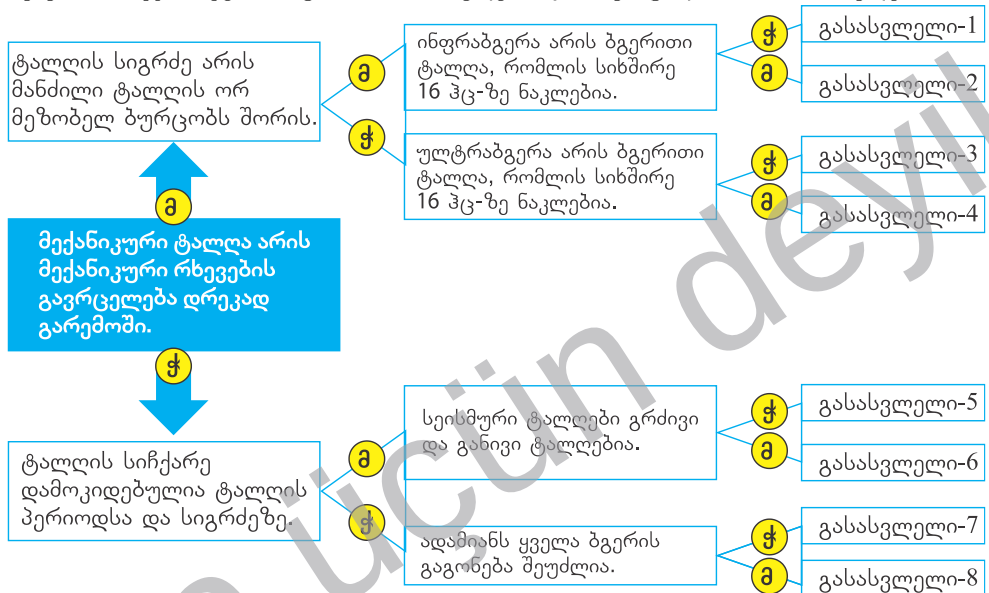
ა) I - ბ;	II - ა, ე;	III - დ;
ბ) I - გ, ე;	II - ა;	III - ბ;
გ) I - დ, ე;	II - ა;	III - გ;
დ) I - გ;	II - ა, ე;	III - ბ;
ე) I - ა, ე.	II - გ.	III - ბ.

2. რხევის სიხშირე 0,04 ჰც-ია. განსაზღვრეთ რხევის პერიოდი.

- ა) 0,25 წმ; ბ) 25 წმ; გ) 40 წმ; დ) 2,5 წმ; ე) 4 წმ.

3. განსაზღვრეთ, ჭეშმარიტია თუ მცდარი გამონათქვამი და აიჩიეთ მიმართულება:

თუ გამონათქვამი ჭეშმარიტია - მიმართულება „ჭ“, თუ მცდარია - მიმართულება „მ“.



FİZİKA – 7

Ümumtəhsil məktəblərinin 7-ci sinfi üçün Fizika fənni üzrə dərslik
Gürcü dilində

Tərtibçi heyət:

Müəlliflər: **Mirzəli İsmayıl oğlu Murquzov**
Rasim Rəşid oğlu Abdurazaqov
Rövşən Mirzə oğlu Əliyev

Tərcüməçi **Q.Kareli**
Redaktor **L.Kadakidze**
Bədii redaktor **T.Məlikov**
Texniki redaktor **Z.İsayev**
Dizayner **Q.Baqrationi**
Rəssamlar **M.Hüseynov, E.Məmmədov**
Korrektor **L.Umikaşvili**

Dərsliyin gürcü dilində nəşri "Deogene" nəşriyyatı ilə birgə həyata keçirilmişdir.

Azərbaycan Respublikası Təhsil Nazirliyinin 24.07.2014-cü il tarixli 842 №-li əmri ilə təsdiq olunmuşdur.

© **Azərbaycan Respublikası Təhsil Nazirliyi – 2017**

Müəlliflik hüquqları qorunur. Xüsusi icazə olmadan bu nəşri və yaxud onun hər hansı hissəsini yenidən çap etdirmək, surətini çıxarmaq, elektron informasiya vasitələri ilə yaymaq qanuna ziddir.

Hesab-nəşriyyat həcmi 7,8. Fiziki çap vərəqi 9. Səhifə sayı 144. Kağız formatı $70 \times 100^{1/16}$.
Tiraj 200. Pulsuz. Bakı – 2017.

"Bakı" nəşriyyatı
Bakı, AZ 1001, H.Seyidbəyli küç. 30