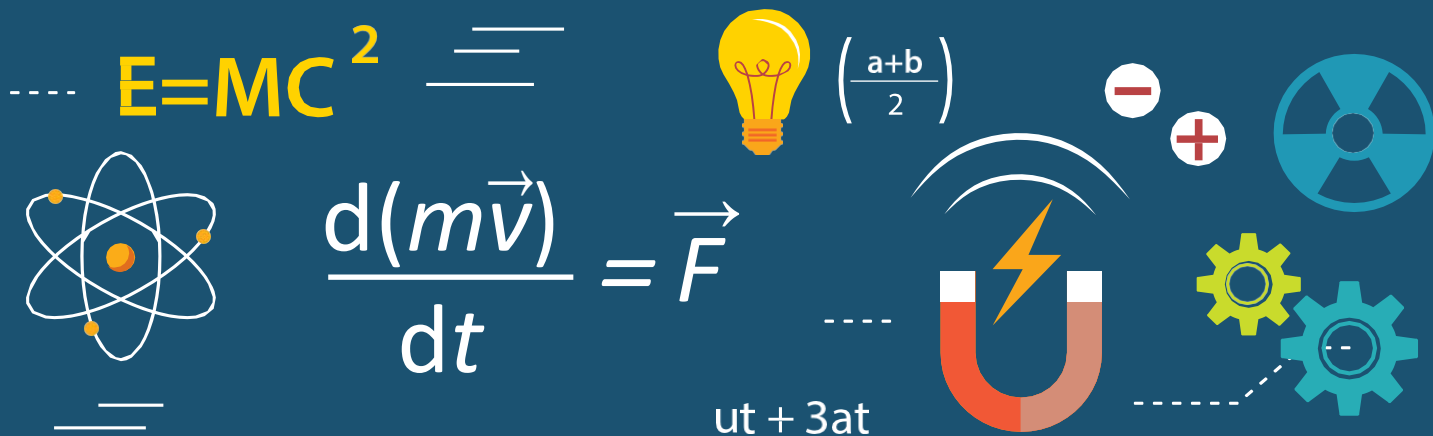




# ფიზიკა

ღაბორიატორიის გამოყენების სახელმძღვანელო



„მასწავლებელთა და სკოლის დირექტორთა პროფესიული განვითარების პროექტი“  
ხორციელდება „ათასწლეულის გამოწვევის ფონდი - საქართველოს“ ზოგადი განათლების  
კომპონენტის ფარგლებში აშშ-ის „ათასწლეულის გამოწვევის კორპორაციის“ (MCC) მეორე  
კომპაქტის ფინანსური მხარდაჭერით. ინფორმაცია, რომელიც მოცემულია აღნიშნულ გამოცემაში  
არ წარმოადგენს აშშ-ის მთავრობის, „ათასწლეულის გამოწვევის კორპორაციისა“ ან  
„ათასწლეულის გამოწვევის ფონდი - საქართველოს“ პოზიციას“.

## შინაარსი

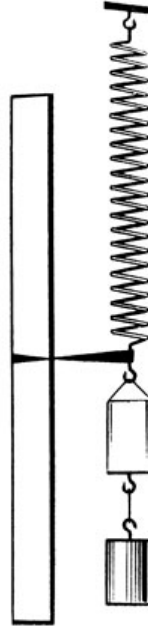
|                                                                                                                                                                                                                                   |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| ექსპერიმენტი №1. სითხეში სხეულის წონისა და ამომგდები ძალის ექსპერიმენტული გაზომვა (მე-7 კლასი).....                                                                                                                               | 3   |
| ექსპერიმენტი №2. სხვადასხვა ზამბარის სიხისტის განსაზღვრა. (მე-7 კლასი).....                                                                                                                                                       | 8   |
| ექსპერიმენტი №3. ძალისა და ძალის მოგების გაზომვა მარტივი მექანიზმებისათვის (ბერკეტი, ჭოჭონაქი) (მე-8 კლასი) .....                                                                                                                 | 10  |
| ექსპერიმენტი №4. ზიარჭურჭელი, პასკალის კანონი, ჰიდრავლიკური წნევა, ატმოსფერული წნევის გაზომვები (მე-8 კლასი) .....                                                                                                                | 16  |
| ექსპერიმენტი №5. მარტივი სქემის შექმნა (კვების წყარო, გამტარები, ელექტროჩანგლები, ნათურები). ომის კანონის ექსპერიმენტული შემოწმება. გამოზომი ხელსაწყოებით მუშაობის შესწავლა პრაქტიკაში (ვოლტმეტრი, ამპერმეტრი) (მე-8 კლასი) ..... | 2 2 |
| ექსპერიმენტი №6. მაგნიტების ურთიერთქმედება. რკინის ბურბუშელას საშუალებით მაგნიტური ველის ვიზუალიზაცია. ელექტრული დენით შექმნილი მაგნიტური ველის მახასიათებლების შესწავლა (მე-8 კლასი) .....                                       | 35  |
| ექსპერიმენტი №7. სხვადასხვა ზედაპირებისათვის ხახუნის სტატიკური და კინეტიკური კოეფიციენტების გაანგარიშება (მე-9 კლასი) .....                                                                                                       | 43  |
| ექსპერიმენტი №8. მანძილის, სიჩქარისა და აჩქარების ექსპერიმენტული გაზომვა დახრილი ზედაპირისა და ურიკის საშუალებით (მე-9 კლასი) .....                                                                                               | 45  |
| ექსპერიმენტი №9. იმპულსის მუდმივობის კანონის ექსპერიმენტული შემოწმება ორი სხეულის დრეკადი და არადრეკადი შეჯახებისას (მე-9 კლასი) .....                                                                                            | 47  |
| ექსპერიმენტი №10. სხეულზე მოქმედი ძალისა და აჩქარების ექსპერიმენტული გაზომვა (მე-9 კლასი) .....                                                                                                                                   | 48  |
| ექსპერიმენტი №11. ენერგიის ერთი ფორმიდან მეორედ გარდაქმნის შესწავლა (მე-9 კლასი) .....                                                                                                                                            | 50  |
| ექსპერიმენტი №13. ინტერფერენციის, დიფრაქციის, დისპერსიისა და პოლარიზაციის ექსპერიმენტული გამოკვლევა (მე-9 კლასი) .....                                                                                                            | 59  |
| ექსპერიმენტი №14. ელექტროსტატიკური ინდუქცია, ელექტროსტატიკური გენერატორი, ელექტროსკოპი (მე-10 კლასი) .....                                                                                                                        | 64  |
| ექსპერიმენტი №15. ელექტრომაგნიტური ინდუქციის შესწავლა მაგნიტისა და კოჭას საშუალებით. ტრანსფორმატორი - დენის და ძაბვის გაზომვა პირველად და მეორად ხვევებში. (მე-10 კლასი) .....                                                    | 7 1 |
| ექსპერიმენტი №16. აირის ტემპერატურას, მოცულობასა და წნევას შორის კავშირის გაზომვა და გამოკვლევა (მე-11 კლასი) .....                                                                                                               | 75  |
| ექსპერიმენტი №17. მექანიკური ქანქარა, ტალღები გრძელ ზამბარაზე, რეზონანსი, რხევებისა და ტალღების მახასიათებლები (მე-11 კლასი) .....                                                                                                | 7 9 |
| ექსპერიმენტი №18. მდგარი ტალღების ექსპერიმენტული გამოკვლევა, ინტერფერენცია, ჰაერის სვეტების რეზონანსული სიხშირე ღია და დახშულ მილაკებში (მე-11 კლასი) .....                                                                       | 86  |

ექსპერიმენტი №1. სითხეში სხეულის წონისა და ამომგდები ძალის ექსპერიმენტული  
გაზომვა (მე-7 კლასი)

*სადემონსტრაციო ექსპერიმენტები*

**აღჭურვილობა:**

არქიმედეს პატარა სათლი



ჭიქა წყლით

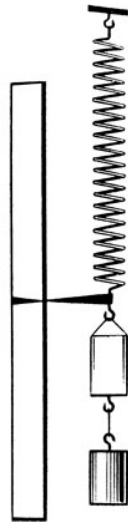
ჭიქა მარილიანი წყლით

ჭიქა ნავთით

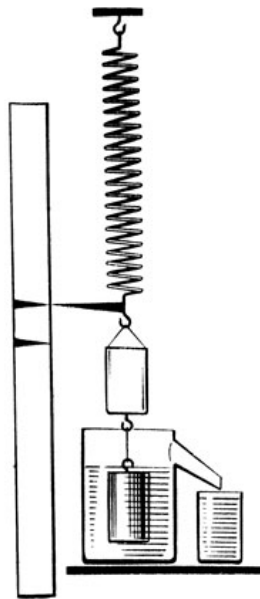
ჩამოსასხმელი ჭიქა

მაფი

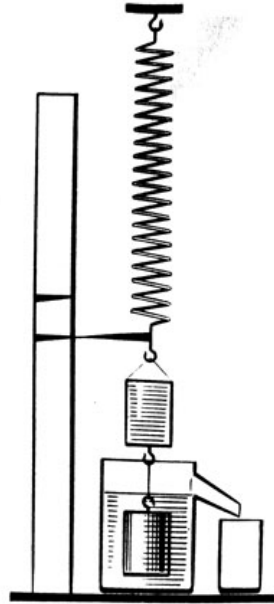
ცდა 1. ზამბარაზე კიდია პატარა სათლი და მასზე ნებისმიერი ფორმის სხეული. ზამბარის გაჭიმვას აღნიშნავენ ნიშნულით (ნახ. 1). შემდეგ სხეულს მთლიანად ძირავენ წყალიან ჭიქაში, ისე რომ ფსკერს არ შეეხოთ რომელიც ჩამოსასხმელ ჭიქაში ასხია. ჩამოსასხმელი ჭიქიდან წყალი ცალკე ჭურჭელში იღვრება (ნახ. 2). გადმოღვრილი წყლის მოცულობა წყალში ჩაშვებული სხეულის მოცულობის ტოლია. ზამბარის მაჩვენებელი წყალში სხეულის წონის შემცირებას გვიჩვენებს. თუ სათლში ჭურჭლიდან გადმოღვრილ წყალს ჩავასხამთ, ზამბარის მაჩვენებელი საწყის მდგომარეობას დაუბრუნდება. (ნახ. 3).



*бсб. 1*



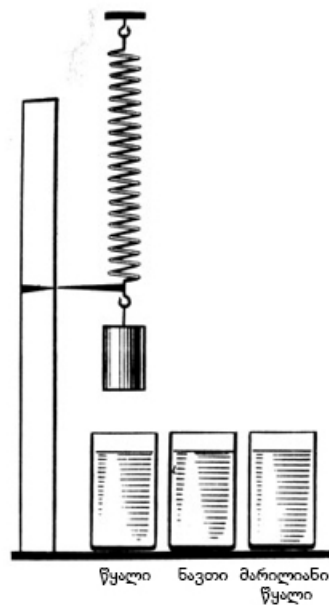
*бсб. 2*



ნახ. 3

სითხეში მთლიანად ჩაძირულ სხეულზე მოქმედი ამომგდები ძალა ამ სხეულის მოცულობის სითხის წონის ტოლია.

ცდა 2. ზამბარაზე დაკიდებულ სხეულს მიყოლებით ჩაუშვებენ ჯერ ნავთში, შემდეგ წყალში და ბოლოს მარილიან წყალში. მაჩვენებლის გადაადგილების სიდიდე განსაზღვრავს ამომგდები ძალის მნიშვნელობას (ნახ. 4).



ნახ.4

ამომგდები ძალის სიდიდე სითხის სიმკვრივეზეა დამოკიდებული.

მოწყობილობა: სხვადასხვა მასალისაგან დამზადებული კაუჭებიანი კუბები.

აღჭურვილობა:



წყლიანი ჭიქა

ჭიქა მარილიანი წყლით

დინამომეტრი (0-4 ნ)

ძაფი

### სამუშაოს მსვლელობა:

1. განვსაზღვროთ დინამომეტრის დანაყოფის სხვაობა. დ.ს. = ..... ნ.
2. ჩამოვკიდოთ დინამომეტრზე სხეული. გავზომოთ მისი წონა  $P$  ჰაერში. ჩავიწეროთ საანგარიშო ცხრილში.
3. ჩაუშვით სხეული წყალში სრულ ჩადირვამდე, მაგრამ ნუ დაუშვებთ ჭურჭლის ფსკერზე (ძაფით გეჭიროთ ჩადირული სხეული). ჩაიწერეთ დინამომეტრის ჩვენებები ცხრილში. ეს იქნება სხეულის წონა  $P_1$  წყალში.
4. განსაზღვრეთ ამომგდები ძალა ფორმულით  $F_s = P - P_1$ . გამოთვლის შედეგი შეიტანეთ ცხრილში.
5. გაარკვეით, არის თუ არა  $F_s$  დამოკიდებული სითხეში სხეულის ჩადირვის სიღრმეზე, ამისათვის:
  - ა ) ჩადირეთ სხეული სითხეში ძირამდე, ისე რომ ფსკერს არ შეეხოს და შემდეგ კი ჩადირეთ სრულად სითხის ზედაპირთან ახლოს. განსაზღვრეთ ორივე შემთხვევაში წყალში სხეულის წონა და გამოთვალეთ ამომგდები ძალა, ისევე, როგორც მე-3 და მე-4 პუნქტებში. გაზომვისა და გამოთვლის შედეგები შეიტანეთ ცხრილის მეორე სტრიქონში.
  - ბ) ჩაუშვით წყალში სხეულის მხოლოდ ნახევარი, ისევე განსაზღვრეთ წყალში სხეულის წონა, გამოთვალეთ ამომგდები ძალა და გაზომვისა და გამოთვლების შედეგები ჩაიწერეთ ცხრილის მესამე სტრიქონში.
6. დაადგინეთ არის თუ არა  $F_s$  დამოკიდებული სითხის სიმკვრივეზე  $\rho_s$ . ამისთვის ჩადირეთ სხეული სუფრის მარილის ხსნარში. განსაზღვრეთ სხეულის წონა მარილიან წყალში, გამოთვალეთ ამომგდები ძალა და გაზომვისა და გამოთვლების შედეგები შეიტანეთ ცხრილის მეოთხე სტრიქონში.

| № | ცდის პირობები                                     | $P$ , (ნ) | $P_1$ , (ნ) | $F_s$ , (ნ) |
|---|---------------------------------------------------|-----------|-------------|-------------|
| 1 | სხეული მთლიანად წყალშია ჩადირული (მის ზედაპირთან) |           |             |             |

|   |                                                     |  |  |  |
|---|-----------------------------------------------------|--|--|--|
| 2 | სხეული მთლიანად წყალშია ჩაძირული (ჭურჭლის ფსკერთან) |  |  |  |
| 3 | სხეულის ნახევარი წყალშია ჩაძირული                   |  |  |  |
| 4 | სხეული მთლიანად ჩაძირულია სუფრის მარილის ხსნარში.   |  |  |  |

დასკვნები:

- 1) გააკეთეთ დასკვნა  $F_{\text{ა-ს}}$  სხეულის სითხეში ჩაძირვის სიღრმეზე დამოკიდებულების შესახებ.
- 2) გააკეთეთ დასკვნა  $F_{\text{ა-ს}}$  წყალში ჩაძირული სხეულის მოცულობაზე ( $V_{\text{სხ}}$ ) დამოკიდებულების შესახებ.
- 3) გააკეთეთ დასკვნა  $F_{\text{ა-ს}}$  სითხის სიმკვრივეზე ( $\rho_{\text{სით}}$ ) დამოკიდებულების შესახებ.

## ექსპერიმენტი №2. სხვადასხვა ზამბარის სიხისტის განსაზღვრა. (მე-7 კლასი)

**ლაბორატორიული სამუშაო: სიხისტის გამოთვლა სხვადასხვა ზამბარებისათვის**

**აღჭურვილობა:**

კაუჭებიანი საწონები შესანახი ყუთით



საკიდებიანი ლითონის ზამბარების ნაკრები



შტატივი

სახაზავი

**სამუშაოს მსვლელობა:**

1. დაამაგრეთ შტატივზე სპირალური ზამბარის ბოლო (ზამბარის მეორე ბოლოზე კაუჭია მიმაგრებული).
2. ზამბარის გვერდით ან მის უკან დაამაგრეთ სახაზავი მილიმეტრიანი დანაყოფებით.
3. აღნიშნეთ და ჩაიწერეთ სახაზავის ის დანაყოფი, რომლის გასწვრივაც არის ზამბარის მეორე ბოლო.
4. დაკიდეთ ზამბარაზე ტვირთი, რომლის მასაც ცნობილია, და გაზომეთ ამ ტვირთით გამოწვეული ზამბარის დაგრძელება  $\Delta l$ .
5. პირველ ტვირთს დაუმატეთ მეორე, მესამე და ა.შ. ყოველ ჯერზე ჩაიწერეთ ზამბარის დაგრძელება. გაზომვების შედეგების მიხედვით შეავსეთ ცხრილი.

| № | $F_{\text{დრეკ}} = mg, (\text{ნ})$ | $\Delta l, (\text{მ})$ |
|---|------------------------------------|------------------------|
| 1 |                                    |                        |
| 2 |                                    |                        |
| 3 |                                    |                        |
| 4 |                                    |                        |

6. ააგეთ დრეკადობის ძალის ზამბარის წაგრძელებაზე დამოკიდებულების გრაფიკი  $F_{\text{დრეკ}} = F_{\text{დრეკ}}(\Delta l)$

7. გრაფიკისა და ჰუკის კანონის გამოყენებით გამოთვალეთ ზამბარის სიხისტე:  
 $k = F_{\text{დრეკ}} / (\Delta l)$

8. გაიმეორეთ გაზომვები სხვა ზამბარებისათვის.

ექსპერიმენტი №3. ძალისა და ძალის მოგების გაზომვა მარტივი მექანიზმებისათვის  
(ბერკეტი, ჭოჭონაქი) (მე-8 კლასი)

*სადემონსტრაციო ექსპერიმენტები*

აღჭურვილობა:

კაუჭებიანი საწონები შესანახი ყუთით



სადგამიანი ბერკეტი ბრუნვისა და წონასწორობის პირობების გამოსაკვლევად



ჭოჭონაქების ნაკრები საკიდებით



დინამომეტრი (0-4 ნ)

მექანიკური დინამომეტრი ზედა და ქვედა კაუჭებით (0-50 ნ)



მეტრიანი სახაზავი

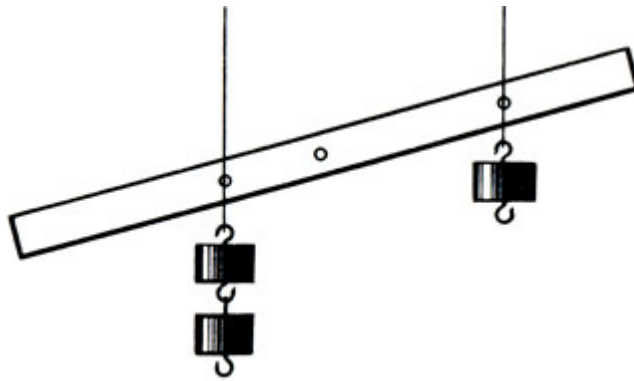
*მარტივი მექანიზმის დახმარებით შეიძლება ძალის გარდაქმნა..*

ცდა 1. ვცადოთ 1 კგ მასის მქონე საწონის აწევა მრგვალი სადემონსტრაციო დინამომეტრის დახმარებით. აღვნიშნოთ დინამომეტრის ჩვენება. საწონი მოვათავსოთ მეტრიან სახაზავზე, რომელსაც საყრდენი აქვს. დინამომეტრის ღერძი დავაჭიროთ სახაზავის თავისუფალ ბოლოს. საწონი აიწევა, მიუხედავად იმისა, რომ დინამომეტრი შედარებით ნაკლებ ძალას გვიჩვენებს.

ცდა 2. ბერკეტის მოდელის დემონსტრირება.

*ბერკეტი წარმოადგენს მყარ სხეულს, რომელსაც უძრავი საყრდენის გარშემო ბრუნვა შეუძლია.*

ცდა 3. ბერკეტზე საყრდენის ორივე მხრიდან გრძელი ღერძების საშუალებით ჩამოკიდებენ არათანაბარ ტვირთებს ისე, რომ ბერკეტი წონასწორობაში აღმოჩნდეს დახრილ მდგომარეობაში. (ნახ. 4).



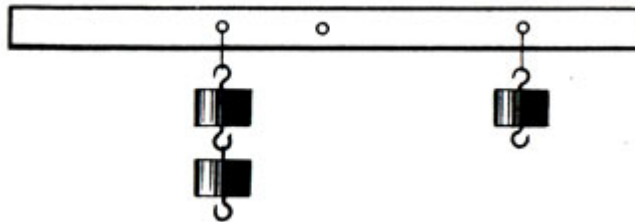
ნახ. 4

უმოკლეს მანძილს საყრდენ წერტილსა და იმ ხაზს შორის, რომლის გასწვრივაც მოქმედებს ბერკეტზე მოდებული ძალა, ძალის მხარი ეწოდება.

იზომება ძალის მხარი.

იმისათვის, რომ ძალის მხარი ვიპოვოთ, საყრდენი წერტილიდან ძალის მოქმედების წრფეზე მართობი ხაზი უნდა დავუშვათ.

ცდა 4. ბერკეტზე კიდებენ ტვირთებს ისე, რომ გაწონასწორებული ბერკეტი ჰორიზონტალურად გაჩერდეს (ნახ. 5).



ნახ. 5

როდესაც გაწონასწორებული ბერკეტი ჰორიზონტალურ მდგომარეობაშია, ძალის მხარი ძალის მოდების წერტილიდან საყრდენ წერტილამდე მანძილის ტოლია.

ცდა 5. ბერკეტზე საყრდენი წერტილის ორივე მხარეს კიდებენ ტვირთებს ისე, რომ ბერკეტი ყოველ ჯერზე ჰორიზონტალურ მდგომარეობაში გაწონასწორდეს. ყველა შემთხვევისათვის განსაზღვრავენ ძალების მოდულებსა და მხრებს.

ბერკეტი წონასწორობაში იმყოფება მაშინ, როდესაც მასზე მოქმედი ძალები ამ ძალების მხრების უკუპროპორციულია.

ცდა 6. ბლოკზე გადადებულ ძაფზე კიდია ტვირთი. ძაფის თავისუფალი ბოლო დინამომეტრზეა მიმაგრებული. (ნახ. 6). ტვირთის აწევა-დაწევისას ბლოკის ღერძი უძრავია.



ნახ. 6

უძრავი ეწოდება ბლოკს, რომლის ღერძიც ტვირთების აწევისას არც ზევით ადის და არც ქვევით ეშვება.

ცდა 7. ტვირთი, რომელიც მე-6 ცდაში გამოიყენებოდა, დინამომეტრის კაუჭზე კიდია. დინამომეტრის ჩვენებები ფიქსირდება.

ცდა 8. ვიმეორებთ მე-6 ცდას. დინამომეტრის მდგომარეობის შეცვლისას ყურადღებას ვაქცევთ იმას, რომ დინამომეტრის ჩვენებები არ იცვლება და ისეთივე რჩება, როგორც მე-7 ცდისას.

უძრავი ბლოკი არ იძლევა ძალის მოგებას, მაგრამ მისი გამოყენებით ძალის მოქმედების მიმართულების შეცვლა შეიძლება.

ცდა 9. მოძრავი ბლოკის დემონსტრირება (ნახ. 7).



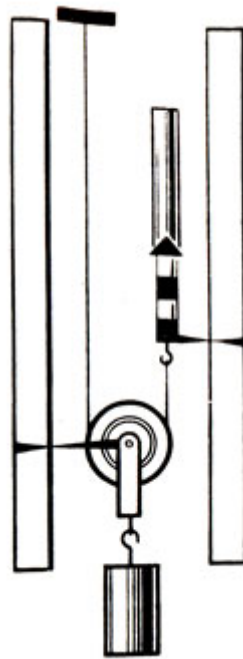
ნახ. 7

მოძრავი ეწოდება ჯოჯონას, რომლის ღერძიც არის მოძრავი და შეუძლია გადაადგილება ზევით ან ქვევით.

თუ ავიღებთ ანათვალს დინამომეტრზე, ვნახავთ, რომ მასზე მოდებული ძალა ორჯერ ნაკლებია ტვირთის სიმძიმის ძალაზე.

*მოდრავი ბლოკი ძალის ორმაგ მოგებას იძლევა.*

ცდა 10. ყველაფერი იგივეა, რაც მოძრავი ჭოჭონაქის დემონსტრაციისას, ოღონდ ამჯერად გვაქვს ორი სახაზავი, რომლებიც იძლევა როგორც ჭოჭონაქის, ისე დინამომეტრის მდებარეობის აღნიშვნის საშუალებას. ბლოკის ღერძს და დინამომეტრის კაუჭს აქვს ისრები (ნახ. 8). თავიდან ვაფიქსირებთ ჭოჭონაქის და დინამომეტრის საწყისი მდგომარეობას ანუ ტვირთის მდებარეობას. ტვირთი იწევა გარკვეულ  $h$  სიმაღლეზე. ვნახავთ, რომ დინამომეტრის მაჩვენებელი ამ დროს  $2h$  მანძილზე გადაადგილდა.



ნახ. 8

როდესაც ტვირთის წონა არის  $F$ , დინამომეტრი გვიჩვენებს ძალის მოდულს  $F/2$ .

*ძალის ორმაგი მოგებისას მანძილი ორჯერ იზრდება, შესაბამისად მოძრავი ბლოკი მუშაობის მოგებას არ იძლევა.*

ცდა 11. ძაფის ერთ ბოლოს, რომელიც უძრავ ბლოკზეა გადადებული, ტვირთს უერთებენ. ძაფის მეორე ბოლოს დინამომეტრის კაუჭზე ამაგრებენ. ტვირთი და დინამომეტრის კაუჭი მანძილს საზომი მაჩვენებლებითაა აღჭურვილი. (ნახ. 9). ტვირთის აწევისას მანძილი, რომელსაც ტვირთი და დინამომეტრი გადის, ერთნაირია. ერთნაირია ტვირთის წონა და დინამომეტრის მიერ ნაჩვენები ძალის მოდული.



ნახ. 9

*უძრავი ბლოკი მუშაობის მოგებას არ იძლევა.*

ცდა 12. ბერკეტზე ორი სხვადასხვა ტვირთის გაწონასწორებისას ბერკეტი მოძრაობაში მოჰყავთ. ნაკლები ძალის მოდების წერტილი ერთსა და იმავე დროის განმავლობაში მეტ მანძილს გადის, ვიდრე მეტი ძალის მოდების წერტილი.

იმ მანძილთა სიგრძეები, რომლებსაც ბერკეტზე ძალების მოდების წერტილები გაივლის, ძალების უკუპროპორციულია. ბერკეტის გრძელ მხარზე ზემოქმედებისას ჩვენ ძალაში ვიგებთ, მაგრამ ზუსტად ამდენჯერვე ვაგებთ მანძილში. ბერკეტის გამოყენებით მუშაობის მოგება არ ხდება.

არცერთი მექანიზმი არ იძლევა მუშაობის მოგებას. რამდენსაც ძალაში ვიგებთ, იმდენივეს ვაგებთ მანძილში.

**ლაბორატორიული სამუშაო: ბერკეტის წონასწორობის პირობების გამოკვლევა**

**აღჭურვილობა:**

კალქიანი საწონები შესანახი ყუთით



სადგამიანი ბერკეტი ბრუნვისა და  
წონასწორობის პირობების  
გამოსაკვლევად



დინამომეტრი (0-4 ნ )

### სამუშაოს მსვლელობა:

1. გააწონასწორეთ ჰორიზონტალურ მდგომარეობაში ბერკეტი მის ბოლოებზე განლაგებული ჭანჭიკების საშუალებით.
2. ბერკეტის მარჯვენა მხარეს ორი ტვირთი დაკიდეთ ბრუნვის ღერძიდან დაახლოებით 12 სმ დაშორებით. ცდით დაადგინეთ, ბრუნვის ღერძიდან მარცხნივ რა მანძილზე უნდა დავკიდოთ ერთი ტვირთი, ორი ტვირთი, სამი ტვირთი, რომ ბერკეტი გაწონასწორდეს.
3. ჩაიწერეთ მონაცემები და შეიტანეთ სიდიდეები ცხრილში.
4. ბერკეტის მარცხენა მხარეზე 10 სმ მანძილზე დაამაგრეთ 200 გრ მასის ტვირთი. ბერკეტის მარჯვენა მხარეს 15 სმ მანძილზე მიამაგრეთ დინამომეტრი და გაზომეთ ძალა, რომელიც ბერკეტის გასაწონასწორებლად არის საჭირო. შეადარეთ გაზომილი ძალა ბერკეტის წესის გამოყენებით გამოთვლილ სიდიდეს. ჩაიწერეთ დასკვნები.

### შედეგების ცხრილი

| № | $F_1, \text{ნ}$ | $l_1, \text{სმ}$ | $F_2, \text{ნ}$ | $l_2, \text{სმ}$ | ძალებისა და მხრების შეფარდება |                   |
|---|-----------------|------------------|-----------------|------------------|-------------------------------|-------------------|
|   |                 |                  |                 |                  | $\frac{F_1}{F_2}$             | $\frac{l_2}{l_1}$ |
| 1 |                 |                  |                 |                  |                               |                   |
| 2 |                 |                  |                 |                  |                               |                   |
| 3 |                 |                  |                 |                  |                               |                   |

ექსპერიმენტი №4. ზიარჭურჭელი, პასკალის კანონი, ჰიდრავლიკური წნევა,  
ატმოსფერული წნევის გაზომვები (მე-8 კლასი)

*სადემონსტრაციო ექსპერიმენტი*

*აღჭურვილობა:*

ზიარჭურჭელი (სხვადასხვა დიამეტრისა  
და ფორმის მიღები)

პასკალის ბურთი

სითხის მანომეტრი

წნევის მემბრანული მიმღები

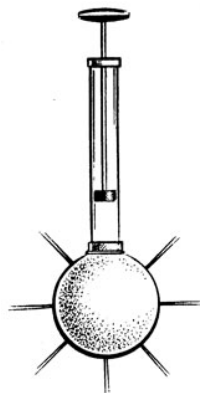
სილიკონის მილი

მაღალი ჭიქა

ბარომეტრები

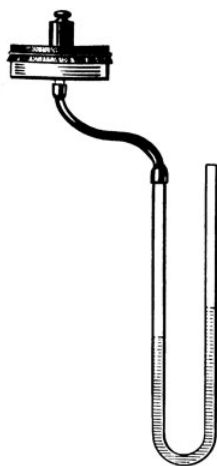
ცდა 1. ხელსაწყო "პასკალის ბურთი" ავავსოთ თეთრი ფხვნილით (მაგ, დაფქვილი ცარციტ). დავაწვეთ დგუშს ცილინდრში. ჰაერის წვრილი ჭავლები ფხვნილის ნაწილაკებთან ერთად ყველა მიმართულებით გამოდის ბურთში არსებული ნახვრეტებიდან. (ნახ. 9).

ცდა 2. გავიმეოროთ წინა ცდა, ოღონდ ცილინდრი და ბურთი წინასწარ წყლით ავავსოთ. ცილინდრში დგუშის დაწოლით ყველა მიმართულებით გამოიფრქვევა წყლის ჭავლები. (ნახ. 9).



*Рис. 9*

ცდა 3. სითხის მანომეტრის მიმღებს უერთებენ მანომეტრს. მიმღების რეზინის მემბრანაზე ათავსებენ წვრილსაწონს. სითხის დონე მანომეტრის ერთ მხარეს დაბლა იწევს, მეორე მხარეს - კი მაღლა. (ნახ. 10).

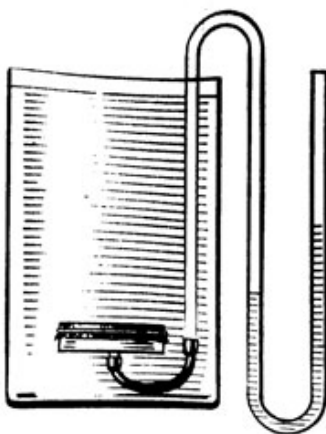


ნახ. 10

საწონს უფრო დიდი მასის მეორე საწონით ცვლიან. მანომეტრის მუხლებში სითხის დონეებს შორის სხვაობა იზრდება.

*წნევის მიმღების ფირფიტაზე წნევის ცვლილების შესახებ მეტყველებს მანომეტრის მუხლებში სითხის დონეების სხვაობა.*

ცდა 4. წნევის მიმღებს სითხეში ჩაუშვებენ (ნახ. 11).



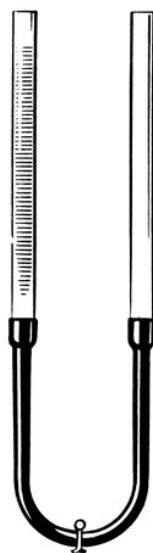
ნახ. 11

რაც უფრო ღრმად იძირება წნევის მიმღები სითხეში, მით უფრო მეტია სითხის წნევა.

ცდა 5. სითხეში გარკვეულ სიღრმეზე თავსდება წნევის მიმღები, შემდეგ მის მემბრანას ატრიალებენ ზემოთ, ქვემოთ, გვერდზე.

ერთსა და იმავე სიღრმეზე სითხის შიგნით წნევა ყველა მიმართულებით ერთნაირია.

ცდა 6. ორი გამჭვირვალე მილი მომჭერიანი შლანგითაა შეერთებული. ერთერთ მილში წყალს ასხამენ. როდესაც მომჭერს მოხსნიან, წყალი ერთი მილიდან მეორეში გადადის იქამდე, სანამ წყლის დონე ორივე მილში არ გათანაბრდება. (ნახ. 12).

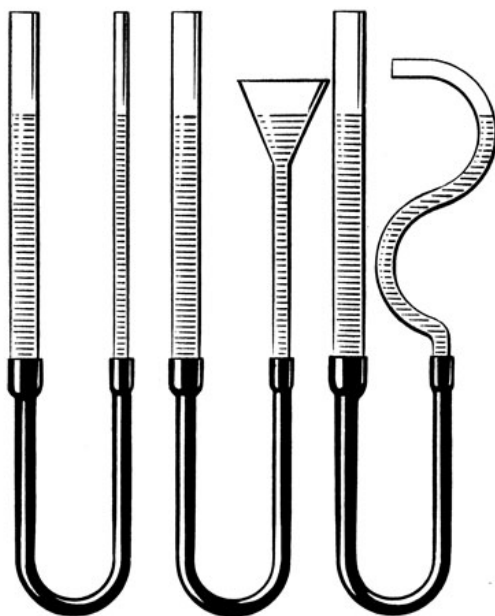


ნახ. 12

ჭურჭლებს, რომლებშიც სითხე თავისუფლად გადაედინება ერთიდან მეორეში, ზიარჭურჭელი ეწოდება.

ცდა 7. იგივე, რაც მე-6 ცდაში. იცვლება ერთი მილის მეორის მიმართ განლაგება (მილს მაღლა წევენ, დაბლა უშვებენ, გვერდზე გადახრიან).

ცდა 8. იმეორებენ მე-6 ცდას, ოღონდ ერთ მილს თანამიმდევრულად ცვლიან წვრილი მილით, ძაბრით, მოლუნული მილით. (ნახ. 13).



ნახ. 13

ნებისმიერი ფორმის ზიარჭურჭელში მდგარი სითხის თავისუფალი ზედაპირები ერთ დონეზეა.

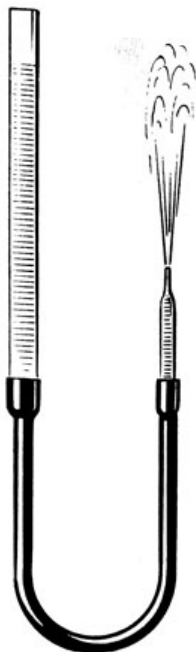
ცდა 9. იმეორებენ მე-6 ცდას, მაგრამ ერთ-ერთ მილში ცდის დასაწყისში უფრო მკვირვ სითხეს ასხამენ, შემდეგ კი იმავე მილში - ნაკლები სიმკვრივის სითხეს (მაგალითად წყალს და ნავთს). მას შემდეგ, რაც მომჭერს მოხსნიან, სითხის დონე მილებში სხვადასხვა იქნება. (ნახ. 14). ამიტომ წინა მე-8 ცდა დაზუსტებას საჭიროებს:



Рис. 14

ნებისმიერი ფორმის ზიარჭურჭელში მდგარი ერთგვაროვანი სითხის თავისუფალი ზედაპირები ერთ დონეზეა.

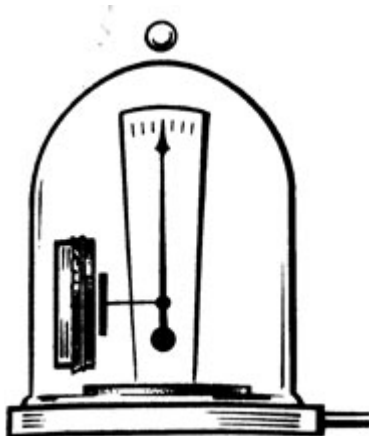
ცდა 10. მილი შლანგით მიერთებულია პიპეტის ბოლოზე. მილში წყალი ასხია. თუ მომჭერს მოვხსნით, წყალი პიპეტის ბოლოდან შადრევნად ამოასხამს (ნახ. 15).



ნახ. 15

*შადრევნის მოწყობისა და მოქმედების პრინციპი.*

ცდა 11. ბარომეტრ-ანეროიდის მოწყობისა და მოქმედების პრინციპის დემონსტრაცია. რეზინის ფირფიტაზე დაჭერისას, რომელიც ბარომეტრის კოლოფს ახურავს, ხელსაწყოს ისარი საწყისი მდგომარეობიდან გადაიხრება. ბარომეტრის მოდელს ჰაერის ტუმბოს ზარხუფის ქვეშ ათავსებენ. (ნახ. 16). ზარხუფის ქვეშ ჰაერის წნევის შემცირებისას ბარომეტრის ისარი გადაიხრება, რაც უფრო ნაკლები იქნება ჰაერის წნევა, მით უფრო მეტად.



ნახ. 16

ცდა 12. სხვადასხვა კონსტრუქციის ბარომეტრ-ანეროიდის დემონსტრაცია.

ექსპერიმენტი №5. მარტივი სქემის შექმნა (კვების წყარო, გამტარები, ელექტროჩანგლები, ნათურები). ომის კანონის ექსპერიმენტული შემოწმება. გამოზომ ხელსაწყოებთან მუშაობის პრაქტიკული შესწავლა (ვოლტმეტრი, ამპერმეტრი) (მე-8 კლასი)

*სადემონსტრაციო ექსპერიმენტი*

*აღჭურვილობა:*

მუდმივი და ცვლადი დენის წყარო მოკლე ჩართვის დამცველით



სადენები ჩანგლით



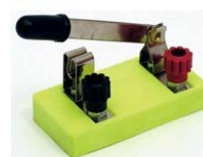
სადენები სამაგრიტ



9 ვ-იანი ნათურა სადგამით და ორი სათადარიგო ნათურით



ერთპოლუსიანი ჩამრთველი  
იზოლირებული სახელურით



წინაღობების ნაკრები სადგამით - (1 ომი, 10 ომი, 20 ომი, 100 ომი, 1 კომი)



რეოსტატი (0-100 ომი)



ელექტრომზომი (ციფრული ან  
ელექტრომექანიკური) - შემავალ  
სადენებთან თავსებადი შესაერთებლით

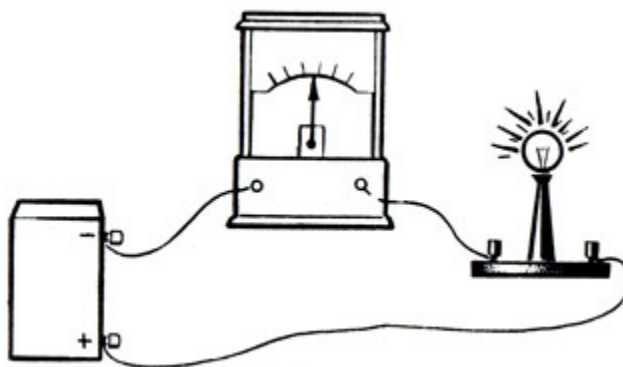


### **ელექტრული წრედი და მისი შემადგენელი ნაწილები**

ცდა 1. ადგენენ ელექტრულ წრედს, რომელშიც შედის დენის წყარო, ჩამრთველი, ნათურა და შემაერთებული სადენები. ნათურის ჩართვა-გამორთვა ხდება ჩამრთველით. დენის წყარო, მიმღებები და ჩამრთველი, რომლებიც ერთმანეთთან სადენებითაა შეერთებული, წარმოადგენს ელექტრულ წრედს.

### **ამპერმეტრი. დენის ძალის გაზომვა**

ცდა 2. ამპერმეტრის, როგორც გამოზომიչის, ხელსაწყოთა დემონსტრირება. ამპერმეტრს რთავენ ელექტრულ წრედში თანამიმდევრულად ნათურასთან, გასაღებთან და დენის წყაროსთან ერთად. (ნახ. 17). წრედი იკვრება, დენის ძალა წრედში ფიქსირდება. ცდა მეორდება, როცა ამპერმეტრი ელექტრული წრედის სხვა მონაკვეთზეა ჩართული. დენის ძალა წრედში კვლავ ფიქსირდება.



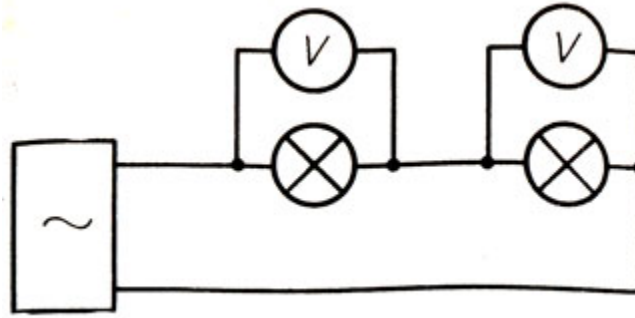
ნახ. 17

დენის ძალის გაზომვისას ამპერმეტრი შეიძლება ჩაირთოს წრედის ნებისმიერ ადგილას, თუ წრედი შედგება თანამიმდევრულად ჩართული გამტარებისგან, რადგან დენის ძალა წრედის ყველა წერტილში ერთნაირია.

### **ვოლტმეტრი. ძაბვის გაზომვა**

ცდა 3. მოსწავლეებს უჩვენებენ ვოლტმეტრს, როგორც გამოზომი ხელსაწყოთა ვოლტმეტრის მომჭერს უერთებენ წრედის იმ წერტილებს, რომელთა შორისაც უნდა გაიზომოს ძაბვა.

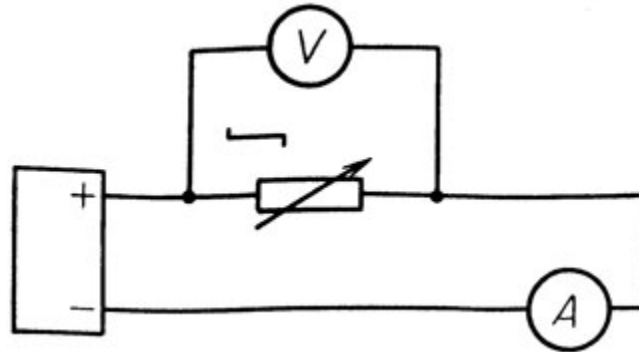
ცდა 4. კრავენ ელექტრულ წრედს სხვადასხვა ნათურებით. ნათურების მომჭერებს ვოლტმეტრების მომჭერებს უერთებენ (ნახ. 18). დენის ჩართვისას ვოლტმეტრები სხვადასხვა ძაბვას უჩვენებს: დიდს - დიდ ნათურაზე და პატარას - პატარა ნათურაზე.



ნახ. 18

### დენის ძალის დამოკიდებულება ძაბვაზე

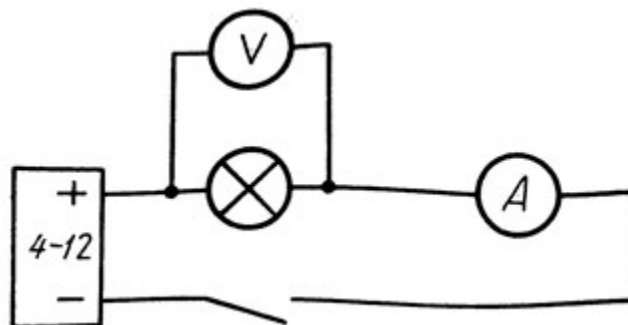
ცდა 5. ადგენენ ელექტრულ წრედს, რომელიც შედგება დენის რეგულირებადი წყაროს, ელექტრონათურის, ამპერმეტრისა და გასაღებისგან (ნახ. 19). კვების წყაროს ძაბვის შეცვლით ცვლიან ნათურაში გამავალი დენის ძალას ნომინალურ სიდიდემდე. ნათურის ნათება იცვლება დენის ძალის ცვლილებისას.



ნახ. 19

### დენის მოქმედება დენის ძალაზე დამოკიდებული..

ცდა 6. წინა ცდის საწყის პირობებში შეაქვთ ცვლილება: ნათურის პარალელურად რთავენ ვოლტმეტრს (ნახ. 20). ცდას იმეორებენ. კვების წყაროს ძაბვის ცვლილებით იცვლება ძაბვა ნათურაში და დენის ძალა წრედში.



ნახ. 20

### წრედის დენის ძალა ძაბვაზე დამოკიდებული.

დენის ძალა გამტარში გამტარის ბოლოებზე არსებული ძაბვის პირდაპირპროპორციულია.

### **გამტარების ელექტროწინაღობა. წინაღობის ერთეული**

ცდა 7. სადემონსტრაციო დანადგარი - როგორც წინა ცდაში. მე-6 ცდა მეორდება. ყურადღებას დენის ძალაზე ვამახვილებთ. ნათურას სხვა სიმძლავრის ნათურით ცვლიან. იგივე ძაბვისას დენის ძალა წრედში იცვლება.

წრედში დენის ძალა დამოკიდებულია არა მხოლოდ ძაბვაზე, არამედ გამტარების თვისებებზე. სხვადასხვა გამტარებს სხვადასხვა ელექტროწინაღობა აქვთ.

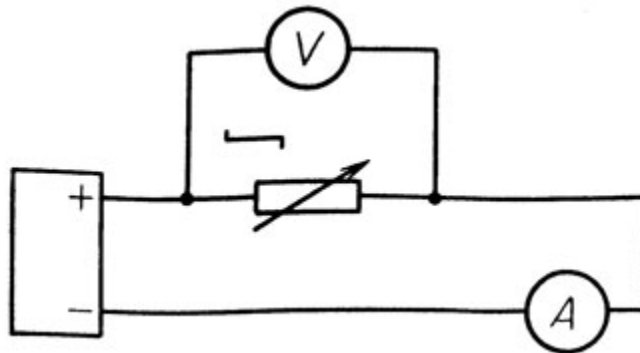
ცდა 8. წინა ცდის დანადგარში ნათურას გამტარით ცვლიან, რომელშიც 1 ვ ძაბვისას დენის ძალაა 1 ა.

წინაღობის ერთეულად იღებენ 1 ომს - ისეთი გამტარის წინაღობას, რომელშიც ბოლოებზე 1 ვოლტი დენის ძაბვისას დენის ძალა 1 ამპერს უდრის.

### **ომის კანონი წრედის უბნისათვის**

ცდა 9. ვიმეორებთ მე-8 ცდას და მის ძირითად დასკვნას.

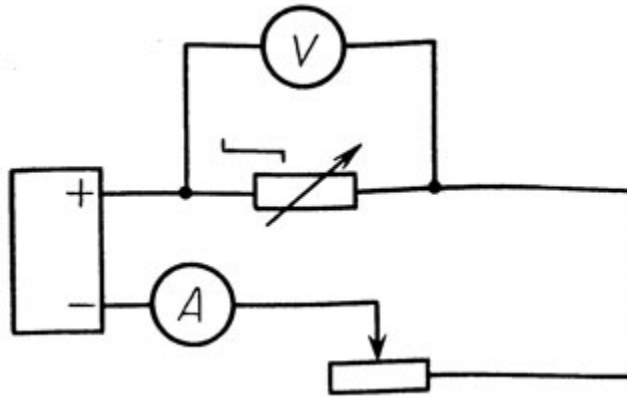
ცდა 10. ვაგებთ დანადგარს სქემის მიხედვით (ნახ. 21). წრედში ჩართავენ რეოსტატს. კვების წყაროს ჩართვის შემდეგ ფიქსირდება ძაბვის მნიშვნელობა და დენის ძალა წრედში. შემდეგ წინაღობას ზრდიან. ძაბვის მნიშვნელობა არ იცვლება, დენის ძალა კი მცირდება.



ნახ. 21

გამტარის ბოლოებზე ერთნაირი ძაბვისას დენის ძალა გამტარის წინაღობის უკუპროპორციულია.

ცდა 11. წინა ცდის სქემაში შეჰყავთ რეოსტატი წრედში დენის ძალის რეგულირებისათვის. (ნახ.22). კვების წყაროს ჩართვის შემდეგ რეოსტატის მეშვეობით გარკვეულ დენის ძალას აყენებენ წრედში მაგ. 1 ა. ცვლიან წრედის წინაღობას. წინაღობის ყოველი ცვლილებისას დენის ძალა რეოსტატის საშუალებით მიჰყავთ შერჩეულ სიდიდემდე. (ჩვენს მაგალითში - 1 ა). მოსწავლეთა ყურადღებას ამახვილებენ იმაზე, თუ როგორ იცვლება ძაბვა წინაღობის ბოლოებზე ამ წინაღობის სიდიდის ცვლილებისას:



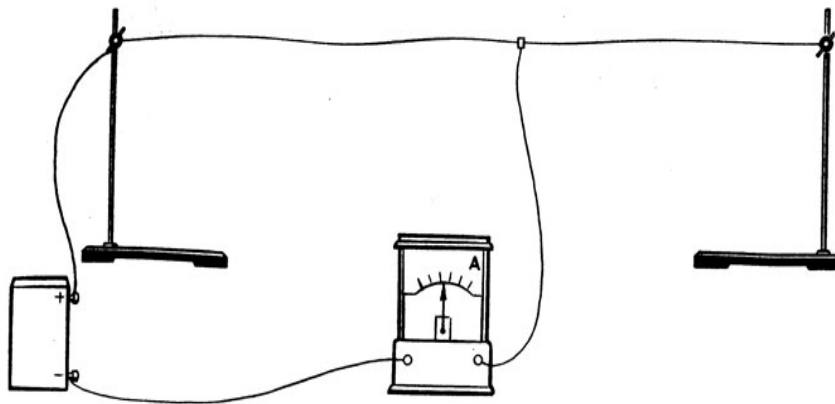
ნახ. 22

წრედში მუდმივი დენის ძალის შემთხვევაში გამტარის ბოლოებზე ძაბვა მისი წინააღობის პირდაპირპროპორციულია.

წრედის უბანზე დენის ძალა ამ უბნის ბოლოებზე არსებული ძაბვის პირდაპირპროპორციული და მისი წინააღობის უკუპროპორციულია.

### რეოსტატები

ცდა 12. დიდი ხვედრითი წინააღობის მასალისაგან დამზადებულ მავთულს ჭიმავენ ორ შტატივს შორის. მავთულის ერთ ბოლოს უერთებენ დენის წყაროს ერთ პოლუსს, ხოლო დენის წყაროს მეორე პოლუსს ამპერმეტრით უერთებენ მავთულს მოძრავი კონტაქტის საშუალებით (ნახ. 23). დენის წყაროს ჩართვის შემდეგ ინიშნავენ ამპერმეტრის ჩვენებას. მოძრავი კონტაქტის გადაადგილებით იცვლება წრედში ჩართული მავთულის მონაკვეთის სიგრძე და, შესაბამისად, დენის ძალა წრედში.



ნახ. 23

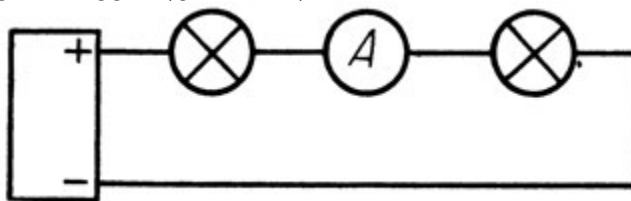
დენის ძალის დასარეგულირებლად განკუთვნილ მოწყობილობებს რეოსტატები ეწოდება.

ცდა 13. სხვადასხვა კონსტრუქციის რეოსტატების დემონსტრირება.

### გამტარების მიმდევრობითი შეერთება

ცდა 14. აწყობენ ელექტრულ წრედს, რომელიც შედგება ორი მიმდევრობით შეერთებული ნათურის, ამპერმეტრის და დენის წყაროსგან (ნახ.24). დენის ჩართვის

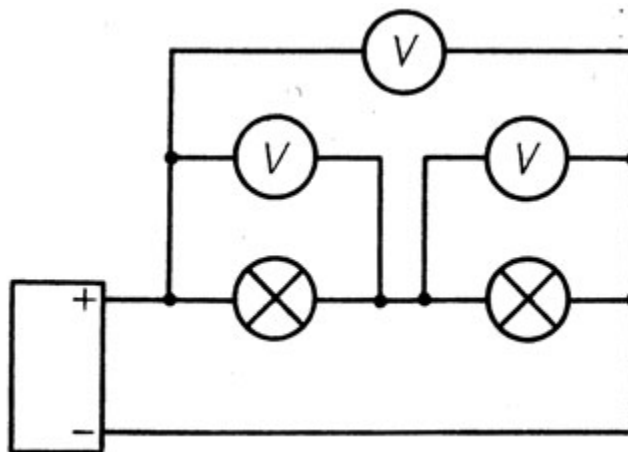
შემდეგ აფიქსირებენ წრედში დენის ძალას, შემდეგ ამპერმეტრს უცვლიან წრედში ჩართვის ადგილს და ისევ ზომავენ დენის ძალას.



ნახ. 24

გამტარების თანამიმდევრული შეერთებისას დენის ძალა წრედის ნებისმიერ უბანზე ერთი და იგივეა.

ცდა 15. ელექტრული წრედი შედგება ორი მიმდევრობით ჩართული ნათურისაგან. ვოლტმეტრებით ზომავენ ძაბვას თითოეულ ნათურაზე და მთლიან ძაბვას წრედში. (ნახ. 25).



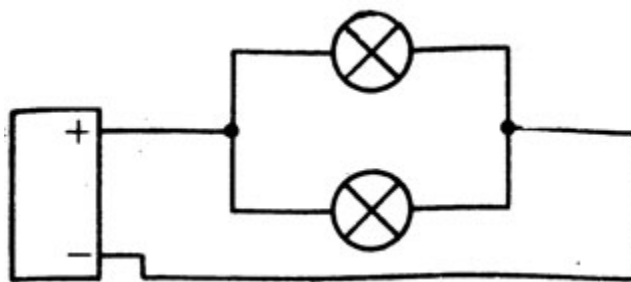
ნახ. 25

წრედის მთლიანი ძაბვა შედგება წრედის ცალკეულ უბნებზე არსებული ძაბვებისაგან.

წრედის მთლიანი ძაბვა მიმდევრობით შეერთებისას უდრის ცალკეული გამტარების ძაბვების ჯამს..

#### გამტართა პარალელური შეერთება

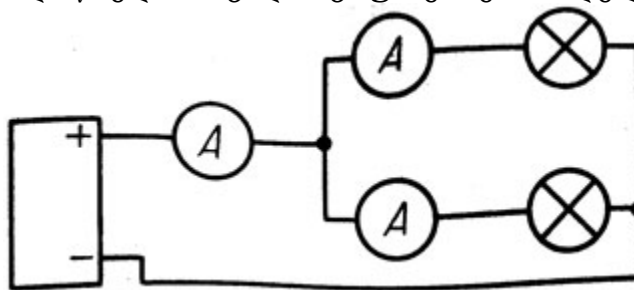
ცდა 16. წარმოდგენილია ელექტრული წრედი, რომელიც შედგება დენის წყაროსა და ორი პარალელურად შეერთებული ნათურისაგან. (ნახ. 26).



ნახ. 26

გამტარების პარალელური შეერთება.

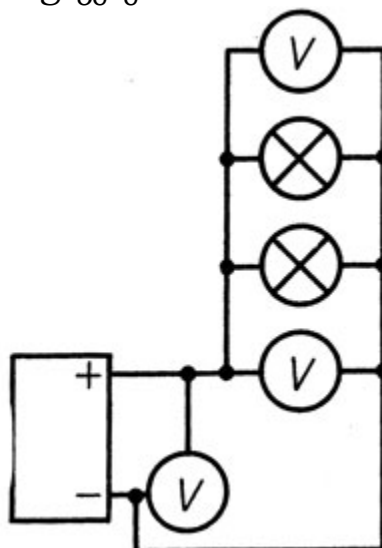
ცდა 17. წინა ცდის სქემას ემატება ამპერმეტრები (ნახ.27). დენის წყაროს ჩართვის შემდეგ იზომება დენის ძალა წრედის სხვადასხვა უბნებზე პარალელური შეერთებისას.



ნახ. 27

წრედის იმ ნაწილში, რომელსაც განშტოებები არ აქვს, დენის ძალა უდრის პარალელურად შეერთებულ ცალკეულ გამტარებში არსებული დენის ძალების ჯამს.

ცდა 18. აწყობენ ელექტრულ წრედს სქემის მიხედვით (ნახ.28). დენის წყაროს ჩართვის შემდეგ მოსწავლეთა ყურადღებას ამახვილებენ იმაზე, რომ სამივე ვოლტმეტრი ერთსა და იმავე ძაბვას უჩვენებს.



ნახ. 28

ძაბვა ყველა პარალელურად შეერთებული გამტარის ბოლოზე ერთნაირია.

ცდა 19. მეორდება მე-18-ე ცდა. ერთ ნათურას ვაზნიდან ამოხრახნიან, მეორე ანთებულია.

**ლაბორატორიული სამუშაო:** ელექტრული წრედის აწყობა და მის სხვადასხვა უბანზე დენის ძალის გაზომვა.

მიზანი: ტესტერის ამპერმეტრად გამოყენებით გავზომოთ დენის ძალა და ცდით დავრწმუნდეთ, რომ დენის ძალა წრედის სხვადასხვა, მიმდევრობით შეერთებულ უბანზე ერთნაირია.

**აღჭურვილობა:**

მუდმივი და ცვლადი დენის წყარო მოკლე  
ჩართვის დამცველით



სადენები ჩანგლით



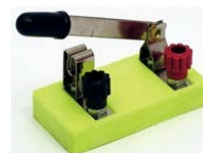
სადენები სამაგრი



9 ვ-იანი ნათურა სადგამით და ორი  
სათადარიგო ნათურით



ერთპოლუსიანი ჩამრთველი  
იზოლირებული სახელურით

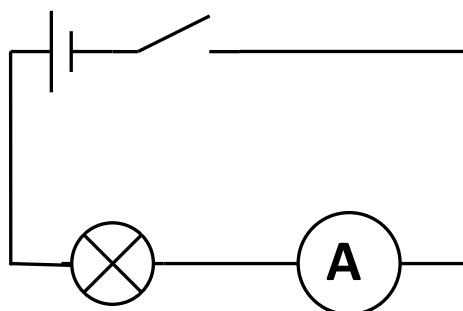


ელექტრომზომი (ციფრული ან  
ელექტრომექანიკური) - შემავალ  
სადენებთან თავსებადი შესაერთებლით

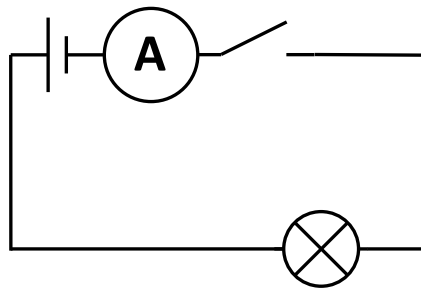
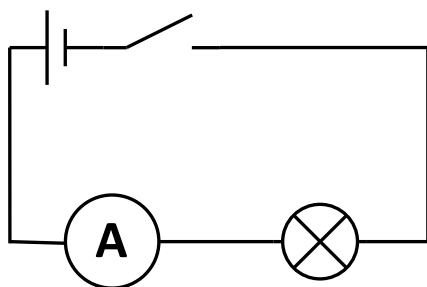


### სამუშაოს მსვლელობა:

1. ააწყვეთ ელექტრული წრედი ნახატის მიხედვით. ჩაიწერეთ ამპერმეტრის  
ჩვენებები.



2. ჩართეთ ამპერმეტრი ისე, როგორც ეს მოცემულ ნახატებზეა ნაჩვენები.
3. აიღეთ ამპერმეტრის ჩვენება ორივე შემთხვევაში.



4. ჩაიწერეთ ამპერმეტრის ჩვენებები ცხრილში:

| ცდის №                                    | ცდა 1 | ცდა 2 | ცდა 3 |
|-------------------------------------------|-------|-------|-------|
| ამპერმეტრის<br>ჩვენებები<br>$I, \text{ა}$ |       |       |       |

5. შეადარეთ ამპერმეტრის ჩვენებები და გააკეთეთ დასკვნები.

**ლაბორატორიული სამუშაო: ძაბვის გაზომვა ელექტრული წრედის სხვადასხვა უბანზე.**

წრედი: ვოლტმეტრის გამოყენებით გავზომოთ ძაბვა წრედის უბანზე, რომელიც ორი მიმდევრობით შეერთებული რეზისტორისგან შედგება, და შევადაროთ ის ყოველი რეზისტორის ბოლოებზე არსებულ ძაბვას.

**აღჭურვილობა:**

მუდმივი და ცვლადი დენის წყარო მოკლე  
ჩართვის დამცველი



[www.lianying.eu](http://www.lianying.eu)

სადენები ჩანგლით



სამაგრიანი სადენები



წინაღობების ნაკრები სადგამით -  
(1 ომი, 10 ომი, 20 ომი, 100 ომი, 1 კომი)



ერთპოლუსიანი ჩამრთველი  
იზოლირებული სახელურით



ელექტრომზომი (ციფრული ან  
ელექტრომექანიკური) - შემავალ  
სადენებთან თავსებადი შესაერთებლით



### სამუშაოს მსვლელობა:

1. ააწყვეთ წრედი კვების წყაროს, რეზისტორების, ამპერმეტრისა და ჩამრთველისგან, შეაერთეთ ყველა ხელსაწყო მიმდევრობით. შეკარით წრედი.
2. გაზომეთ ძაბვა  $U_1$  და  $U_2$  ყოველი რეზისტორის ბოლოებზე.
3. გაზომეთ ძაბვა  $U$  წრედის უბანზე, რომელიც ორი რეზისტორისგან შედგება.
4. გამოთვალეთ  $U_1 + U_2$  ძაბვათა ჯამი ორივე რეზისტორზე და შეადარეთ ის  $U$  ძაბვას. გააკეთეთ დასკვნა.

### **ლაბორატორიული სამუშაო: დენის ძალის რეგულირება რეოსტატით**

მიზანი: გამოვიყენოთ რეოსტატი წრედში დენის ძალის რეგულირებისათვის.

**აღჭურვილობა:**

მუდმივი და ცვლადი დენის წყარო მოკლე  
ჩართვის დამცველით



სადენები ჩანგლით



ერთპოლუსიანი ჩამრთველი  
იზოლირებული სახელურით



რეოსტატი (0-100 ომი)



ელექტრომზომი (ციფრული ან  
ელექტრომექანიკური) - შემავალ  
სადენებთან თავსებადი შესაერთებლით



### სამუშაოს მსვლელობა:

1. ყურადღებით დააკვირდით რეოსტატს და დაადგინეთ ცოციას რა მდგომარეობისას არის რეოსტატის წინაღობა უდიდესი.
2. შეადგინეთ წრედი, ჩართეთ მიმდევრობით ამპერმეტრი, რეოსტატი სრულ წინააღობაზე, კვების წყარო და ჩამრთველი. დახაზეთ ამ წრედის სქემა.
3. შეკარით წრედი და აღნიშნეთ ამპერმეტრის ჩვენება.
4. შეამცირეთ რეოსტატის წინააღობა ცოციას ნელა და თანაბრად გადაადგილებით (მაგრამ არა ბოლომდე!) თვალყური ადევნეთ ამპერმეტრის ჩვენებას.
5. **ყურადღება!!! რეოსტატის ცოცია არ მიიყვანოთ ბოლომდე რადგან ამ დროს მისი წინააღობა 0-ის ტოლი ხდება, და თუ წრედში არ არის დენის სხვა მომხმარებელი, დენის ძალა შეიძლება ძალიან დიდი აღმოჩნდეს და ამპერმეტრი გაფუჭდება.**
6. ამის შემდეგ რეოსტატის წინააღობა გაზარდეთ ცოციას საპირისპირო მიმართულებით გადაადგილებით. თვალი ადევნეთ ამპერმეტრის ჩვენებებს.
7. დაკვირვების შედეგები ცხრილში შეიტანეთ. გააკეთეთ დასკვნა.

|                                   |                                 |                                    |                                              |                                           |                                   |
|-----------------------------------|---------------------------------|------------------------------------|----------------------------------------------|-------------------------------------------|-----------------------------------|
| რეოსტატის<br>ცოციას<br>მდებარეობა | რეოსტატის<br>სრული<br>წინააღობა | რეოსტატის<br>წინააღობა<br>მცირდება | რეოსტატის<br>ცოციას<br>საშუალო<br>მდებარეობა | რეოსტატის<br>წინააღობა<br>მინიმალური<br>ა | რეოსტატის<br>წინააღობა<br>იზრდება |
|-----------------------------------|---------------------------------|------------------------------------|----------------------------------------------|-------------------------------------------|-----------------------------------|

|                    |  |  |  |  |  |
|--------------------|--|--|--|--|--|
| დენის ძალა<br>I, ა |  |  |  |  |  |
|--------------------|--|--|--|--|--|

**ლაბორატორიული სამუშაო: გამტარის წინააღობის გაზომვა ამპერმეტრისა და ვოლტმეტრის საშუალებით**

მიზანი: გავზომოთ გამტარის წინააღობა ამპერმეტრის, ასევე ვოლტმეტრის და ომმეტრის გამოყენებით.

**აღჭურვილობა:**

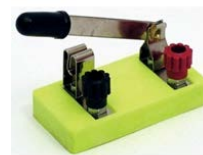
მუდმივი და ცვლადი დენის წყარო მოკლე ჩართვის დამცველი



სადენები ჩანგლით



ერთპოლუსიანი ჩამრთველი  
იზოლირებული სახელურით



რეოსტატი (0-100 ომი)



ელექტრომზომი (ციფრული ან  
ელექტრომექანიკური) - შემავალ  
სადენებთან თავსებადი შესაერთებლით



სამუშაოს მსვლელობა:

8. ყურადღებით დაათვალიერეთ რეოსტატის აგებულება და დაადგინეთ, ცოცხას რომელი მდებარეობისას არის რეოსტატის წინაღობა უდიდესი.
9. შეადგინეთ წრედი, ჩართეთ თანმიმდევრობით ამპერმეტრი, რეოსტატი; კვების წყარო და ჩამრთველი დახაზეთ ამ წრედის სქემა.
10. შეკარით წრედი და ჩაინიშნეთ ამპერმეტრის ჩვენებები.
11. თანდათან შეამცირეთ რეოსტატის წინაღობა ცოცხას ნელა და თანაბრად გადაადგილებით ( მაგრამ არა ბოლომდე!). თვალი ადევნეთ ამპერმეტრის ჩვენებებს.
12. *ყურადღება!!! რეოსტატი მთლიანად არ უნდა გამოვიყვანოთ, რადგან ამ დროს მისი წინაღობა 0-ის ტოლი ხდება, და თუ წრედში არ არის დენის სხვა მომხმარებელი, დენის ძალა შეიძლება ძალიან დიდი აღმოჩნდეს და ამპერმეტრი გაფუჭდება.*
13. ამის შემდეგ რეოსტატის წინაღობა გაზარდეთ ცოცხას საპირისპირო მიმართულებით გადაადგილებით. თვალი ადევნეთ ამპერმეტრის ჩვენებებს.
14. დაკვირვების შედეგები ცხრილში შეიტანეთ. გააკეთეთ დასკვნა.

ექსპერიმენტი №6. მაგნიტების ურთიერთქმედება. რკინის ბურბუშელას საშუალებით მაგნიტური ველის ვიზუალიზაცია. ელექტრული დენით შექმნილი მაგნიტური ველის მახასიათებლების შესწავლა (მე-8-ე კლასი)

*სადემონსტრაციო ექსპერიმენტი*

*აღჭურვილობა:*

მუდმივი და ცვლადი დენის წყარო მოკლე ჩართვის დამცველი



სადენები ჩანგლით



მაგნიტი



მაგნიტური კომპასი ალუმინის კორპუსში პლასტმასის თავსახურით



რკინის ნაქლიბი

მუყაოს ფურცელი

მოდელები გამტარის მაგნიტური ველის გამოკვლევისათვის

*მუდმივი მაგნიტები. მუდმივი მაგნიტების მაგნიტური ველი*

ცდა 1. ნაწრთობი ფოლადის ღეროს ახლოს მიუტანეს ლურსმნები და სხვა რკინის საგნები. ფოლადის ღერო მათ არ მიიზიდავს.

ცდა 2. პირველ ცდაში გამოყენებული ფოლადის ღეროს კოჭაში ათავსებენ. კოჭას დენის წყაროს წრედში ჩართვისას ფოლადის ღერო იზიდავს რკინის საგნებს, რომლებიც დენის გამორთვის შემდეგ ძირს არ ცვივა.

სხეულებს, რომლებიც ხანგრძლივად ინარჩუნებენ დამაგნიტებულ მდგომარეობას, მუდმივ მაგნიტებს ანუ უბრალოდ მაგნიტებს უწოდებენ.

ცდა 3. ნაწრთობი ფოლადის ფირფიტას ამაგნიტებენ დენიანი კოჭას მაგნიტურ ველში. დამაგნიტებულ ფოლადის ფირფიტას რკინის ნაქლიბში ჩაუშვებენ. (ნახ.29).



ნახ. 29

მაგნიტის ის ნაწილები, სადაც ყველაზე ძლიერი მაგნიტური მოქმედება აღინიშნება, არის მაგნიტის პოლუსები.

ცდა 4. მე-3 ცდა მეორდება, შემდეგ კი ნაწრთობი ფოლადის ზოლს შუაზე ტეხავენ. თითოეულ ნახევარს, რომელსაც რკინის ნაქლიბში ჩაუშვებენ, ასევე ორი პოლუსი აქვს. ფოლადის ზოლის ერთ-ერთ ნახევარს კიდევ ერთხელ გადატეხენ შუაზე. ყოველ ნაწილს ისევ ორი პოლუსი აქვს, რაც თვალსაჩინო ხდება რკინის ნაქლიბის საშუალებით.

მუდმივი მაგნიტის ნაწილებად დაყოფით ერთპოლუსიან მაგნიტს ვერ მივიღებთ. ცდა 5. მაგნიტის ისრის ერთ ბოლოსთან მიიტანენ მუდმივი მაგნიტის იმავე დასახელების პოლუსს (ნახ.30). ისარი ისე შემობრუნდება, რომ მუდმივი მაგნიტის მხარეს მაგნიტის ისრის საწინააღმდეგო პოლუსი მოექცევა.



ნახ. 30

საპირისპირო მაგნიტური პოლუსები ერთმანეთს იზიდავს, ერთნაირები კი განიზიდავს.

ცდა 6. მუდმივი მაგნიტების მაგნიტური სპექტრების დემონსტრირება.

### დედამიწის მაგნიტური ველი

ცდა 7. ყურადღებას ვამახვილებთ მაგნიტური ისრის ღერძის მდგომარეობაზე. ისარი წონასწორობის მდგომარეობიდან გამოჰყავთ და გარკვეული კუთხით გადახრიან. გამოთავისუფლებული ისარი ისევ საწყის მდგომარეობას უბრუნდება.

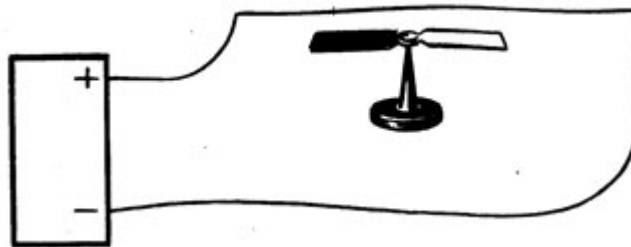
ისარს ისე შემოაბრუნებენ, რომ პოლუსებმა ადგილი გაცვალონ, გამოთავისუფლებული ისარი ისევ საწყის მდგომარეობას უბრუნდება ანუ დედამიწის მიმართ იგივე მდგომარეობას ინარჩუნებს.

დედამიწის გარშემო არსებობს მაგნიტური ველი

### **მაგნიტური ველი**

ცდა 8. მაგნიტურ ისართან მუდმივ მაგნიტს მიიტანენ. მაგნიტის ისარი საწყის მდგომარეობას შეიცვლის. მაგნიტს მოაცილებენ, ისარი კი საწყის მდგომარეობას უბრუნდება.

ცდა 9. ჰორიზონტალურად განლაგებული გამტარის ქვეშ მაგნიტის ისარს ათავსებენ. გამტარს დენის წყაროს წრედში რთავენ. (ნახ.31). წრედის შეკვრისას მაგნიტის ისარი საწყისი მდგომარეობიდან გადაიხრება. წრედის განრთვისას მაგნიტური ისარი საწყის მდგომარეობას უბრუნდება.



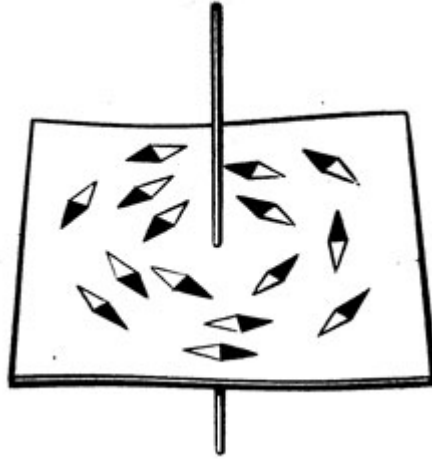
ნახ. 31

ცდა მეორდება მაგნიტური ისრის გამტარის ზემოდან მოთავსებისას.

დენიანი გამტარის გარშემო მაგნიტური ველი არსებობს..

### **მუდმივი დენის მაგნიტური ველი. მაგნიტური ხაზები**

ცდა 10. ვერტიკალურად განლაგებული გამტარის გარშემო ერთ ჰორიზონტალურ სივრცეში ათავსებენ დიდი რაოდენობით პატარა მაგნიტურ ისრებს. ელექტრული დენის ჩართვის შემდეგ მაგნიტური ისრები გარკვეული სახით განლაგდება. ყურადღებას ვამახვილებთ მაგნიტური ისრების ღერძებისა და პოლუსების მდებარეობაზე (ნახ. 32). ხაზებს, რომელთა გასწვრივაც მაგნიტურ ველში განლაგდება პატარა მაგნიტური ისრების ღერძები, მაგნიტური ველის ძაღწირებს უწოდებენ.

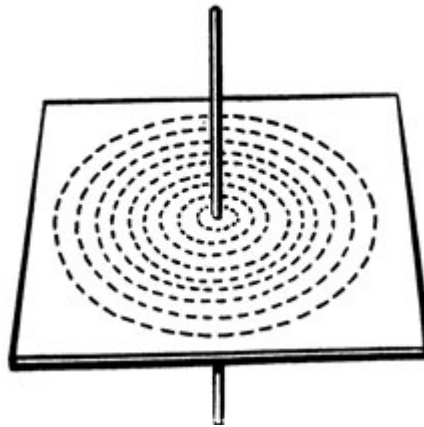


ნახ. 32

ცდა 11. ვიმეორებთ მე-10 ცდას, მაგრამ გამტარში დენის მიმართულებას ვცვლით. დენის მიმართულების შეცვლისას იცვლება მაგნიტური ისრების მაგნიტური პოლუსების ორიენტაცია.

*მაგნიტური ველის ძალწირების მიმართულება გამტარში დენის მიმართულებაზეა დამოკიდებული.*

ცდა 12. მე-11 ცდაში მაგნიტის ისრებს რკინის ნაქლიბით ცვლიან. დენის ჩართვის მერე რკინის ნაქლიბი, რომელიც მაგნიტურ ველში ჯაჭვებს ქმნის, მაგნიტური ველის ძალწირების ფორმას იღებს. (ნახ. 33).

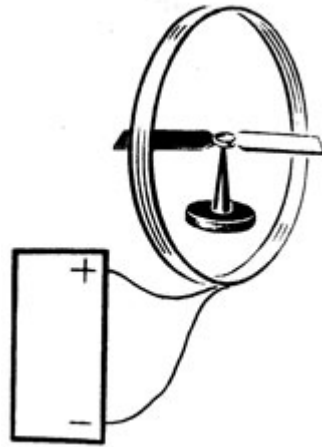


ნახ. 33

*მაგნიტური ველის მაგნიტური ხაზები-ძალწირები წარმოადგენს სადენის გარშემო განლაგებულ ჩაკეტილ მრუდებს.*

**დენიანი კოჭას მაგნიტური ველი**

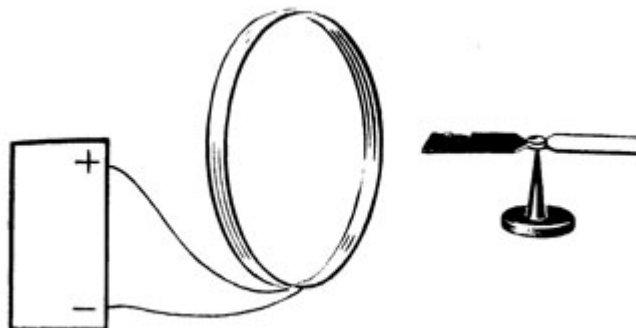
ცდა 13. გრძელ გამტარს წრიულად ახვევენ. წრეში მაგნიტურ ისარს ათავსებენ. (ნახ. 34). დენის ჩართვისას ისარი უმნიშვნელოდ იცვლის მდებარეობას.



ნახ. 34

იმავე გამტარს წრეებად ახვევენ ისე, რომ რამდენიმე ხვეული გამოვიდეს. დენის ჩართვისას ისარი მნიშვნელოვნად იცვლის მდებარეობას.

ცდა 14. დახვეული გამტარის ნაცვლად იღებენ ბრტყელ კოჭას მრავალი ხვით. დენის ჩართვის შემდეგ დენის მაგნიტური ველის მოქმედება მაგნიტის ისარზე კოჭადან მოშორებითაც იგრძნობა. ყურადღებას ამახვილებენ ისრის ბრუნვის მიმართულებაზე დენის ჩართვის მომენტში. (ნახ.35). იცვლება კოჭაში დენის მიმართულება, ეს იწვევს მაგნიტური ისრის გადახრის მიმართულების ცვლილებას დენის ჩართვის მომენტში. ფიქსირდება მაგნიტური ისრის გადახრის მიმართულება დენის მოცემული მიმართულებისას. შემდეგ ისარი გადააქვთ კოჭას საპირისპირო მხარეს. კოჭაში დენის უცვლელი მიმართულებისას მაგნიტური ისრის გადახრის მიმართულება საპირისპირო ხდება.



ნახ. 35

ცდა 15. კოჭას გრძელ და დრეკად სადენებზე ჰკიდებენ. ელექტრული დენის ჩართვის შემდეგ ხვია მოტრიალდება და მაგნიტური ისრის მსგავსად განლაგდება: ერთი ბოლოთი ჩრდილოეთისკენ, მეორეთი კი სამხრეთისკენ.

დენიან კოჭას, ისევე როგორც მაგნიტურ ისარს, ორი მაგნიტური პოლუსი აქვს - ჩრდილოეთი და სამხრეთი. კოჭას მაგნიტური პოლუსების შეცვლისათვის საკმარისია მასში დენის მიმართულების შეცვლა.

### **ლაბორატორიული სამუშაო: დენის კოჭას მაგნიტური ველის შესწავლა**

მიზანი: განვსაზღვროთ რაზეა დამოკიდებული იმ კოჭას მაგნიტური მოქმედება, რომელშიც დენი გადის.

#### **აღჭურვილობა:**

მუდმივი და ცვლადი დენის წყარო მოკლე  
ჩართვის დამცველით



სადენები ჩანგლით



ერთპოლუსიანი ჩამრთველი  
იზოლირებული სახელოვრით



რეოსტატი (0-100 ომი)



კოჭა რკინის გულარით



ელექტრომზომი (ციფრული ან ელექტრომექანიკური)  
შემაჯალ სადენებთან თავსებადი შესაერთებლით



### სამუშაოს მსვლელობა

1. შეადგინეთ ელექტრული წრედი კვების წყაროს, კოჭას, რეოსტატის, ამპერმეტრის და ჩამრთველისგან და მიმდევრობით ჩართეთ ისინი. დახატეთ წრედის შედგენის სქემა.

2. შეკარით წრედი და მაგნიტური ისრის დახმარებით განსაზღვრეთ კოჭას პოლუსები.

გაზომეთ კოჭასა და ისარს შორის მანძილი  $L_1$  და კოჭაში დენის ძალა  $I_1$ .

გაზომვის შედეგები ჩაიწერეთ ცხრილში 1.

3. გადაიტანეთ მაგნიტური ისარი კოჭას ღერძის გასწვრივ ისეთ  $L_2$  მანძილზე, რომელზეც კოჭას მაგნიტური ველი მაგნიტურ ისარზე უმნიშვნელო ზემოქმედებას ახდენს.

გაზომეთ ეს მანძილი და დენის ძალა კოჭაში  $I_2$ . გაზომვის შედეგები ასევე შეიტანეთ ცხრილში 1.

### **ცხრილი 1**

| კოჭა<br>გულარის<br>გარეშე | $L_1$ ,<br>სმ | $I_1$ ,<br>ა | $L_2$ ,<br>სმ | $I_2$ ,<br>ა |
|---------------------------|---------------|--------------|---------------|--------------|
|                           |               |              |               |              |

4. ჩააყენეთ კოჭაში რკინის გულარი და დააკვირდით ელექტრომაგნიტის მოქმედებას ისარზე. გაზომეთ  $L_3$  მანძილი კოჭადან ისარამდე და დენის ძალა  $I_3$  გულარიან კოჭაში. გაზომვის შედეგები შეიტანეთ ცხრილში 2.

5. გადაიტანეთ მაგნიტური ისარი კოჭას ღერძის გასწვრივ ისეთ  $L_4$  მანძილზე, რომელზეც კოჭას მაგნიტური ველი მაგნიტურ ისარზე უმნიშვნელო ზემოქმედებას ახდენს. გაზომეთ ეს მანძილი და დენის ძალა კოჭაში  $I_4$ . გაზომვის შედეგები ასევე შეიტანეთ ცხრილში 2

### **ცხრილი 2**

| კოჭა<br>გულარით | $L_3,$<br>სმ | $I_3,$<br>ა | $L_4,$<br>სმ | $I_4,$<br>ა |
|-----------------|--------------|-------------|--------------|-------------|
|                 |              |             |              |             |

6. შეადარეთ მე-3-ე და მე-4-ე პუნქტებში მიღებული შედეგები. გააკეთეთ დასკვნა.
7. რეოსტატის საშუალებით შეცვალეთ დენის ძალა წრედში და დააკვირდით ელექტრომაგნიტის ზემოქმედებას ისარზე. გააკეთეთ დასკვნა.

ექსპერიმენტი №7. სხვადასხვა ზედაპირებისათვის ხახუნის სტატიკური და კინეტიკური კოეფიციენტების გაანგარიშება (მე-9-ე კლასი)

ლაბორატორიული სამუშაო

აღჭურვილობა:

განსახვავებულ ზედაპირებიანი  
ძელაკები ხახუნის გამოსაკვლევად



კაუჭებიანი საწონები შესანახი ყუთით



დინამომეტრი (0-4 ნ)

სამუშაოს მსვლელობა:

1. განსაზღვრეთ დინამომეტრის დანაყოფის სხვაობა.  
დ.ფ = \_\_\_\_\_ .ნ
2. გაზომეთ დინამომეტრით ხის ძელის წონა.  
 $P =$  \_\_\_\_\_ .ნ
3. გამოიკვლიეთ სრიალის ხახუნის ძალის დამოკიდებულება სხეულის წონაზე. ამისათვის: გამოსდეთ დინამომეტრი ძელის კაუჭს და ძელის ჰორიზონტალურ ზედაპირზე თანაბარი გადაადგილებით გაზომეთ სრიალის ხახუნის ძალა. გაიმეორეთ გაზომვები სხვადასხვა საწონებით.
4. გაზომვის შედეგები შეიტანეთ ცხრილში.

| ცდის № | ტვირთიანი ძელის წონა, ნ | სრიალის ხახუნის ძალა, ნ |
|--------|-------------------------|-------------------------|
| 1      |                         |                         |
| 2      |                         |                         |
| 3      |                         |                         |
| 4      |                         |                         |

5. გამოიკვლიეთ სრიალის ხახუნის ძალის დამოკიდებულება მასალაზე. ამისთვის რიგრიგობით გაზომეთ ხის ძელის სრიალის ხახუნის ძალა ხის ფიცარზე, მინის ფირფიტაზე და ზუმფარის ქაღალდზე.

| ცდის № | ზედაპირი, რომელზეც ძელი სრიალებს | სრიალის ხახუნის ძალა, ნ |
|--------|----------------------------------|-------------------------|
| 1      | მინა                             |                         |

|   |                  |  |
|---|------------------|--|
| 2 | ზუმფარის ქაღალდი |  |
| 3 | ხე               |  |

6. დაადგინეთ სრიალის ხახუნის ძალის დამოკიდებულება მოხახუნე ზედაპირების შეხების ფართობზე.
7. ამისთვის გაზომეთ სრიალის ხახუნის ძალა ისე რომ ძელი ზედაპირზე ჯერ ვიწრო ბოლოთი მოათავსოთ, შემდეგ კი განიერი ბოლოთი.

| ცდის № | ძელის ზედაპირი | სრიალის ხახუნის ძალა, ნ |
|--------|----------------|-------------------------|
| 1      | დიდი           |                         |
| 2      | მცირე          |                         |

8. გამოიყვანეთ ფორმულა ხახუნის ძალისა და ხახუნის კოეფიციენტისათვის, თუ ჩავთვლით, რომ ძელი ყოველ ჯერზე თანაბრად მოძრაობს.
9. განსაზღვრეთ ხახუნის ძალა და კოეფიციენტი ყოველი ცდისათვის.

#### დასკვნები:

1. დამოკიდებულია თუ არა სრიალის ხახუნის ძალა სხეულის წონაზე? თუ დამოკიდებულია, როგორ?
2. დამოკიდებულია თუ არა სრიალის ხახუნის ძალა მოხახუნე ზედაპირების მასალაზე?
3. დამოკიდებულია თუ არა სრიალის ხახუნის ძალა მოხახუნე ზედაპირების შეხების ფართობზე?

ექსპერიმენტი №8. მანძილის, სიჩქარისა და აჩქარების ექსპერიმენტული გაზომვა  
დახრილი ზედაპირისა და ურიკის საშუალებით (მე-9 კლასი)

**ლაბორატორიული სამუშაო**

**აღჭურვილობა:**

ლაბორატორიული ბილიკი  
(დახრილი სიბრტყე) ზამბარებიანი  
ორი მსუბუქი ურიკით, ბილიკის  
სიგრძე - არანაკლებ 1,2 მ



სახაზავი

წამმზომი

**სამუშაოს მსვლელობა**

1. მოათავსეთ მაგიდაზე სისტემა და დადგით მასზე ერთი ურიკა. მარეგულირებელი ხრახნების საშუალებით ასწიეთ სისტემის ერთი მხარე, ისე, რომ ჰორიზონტის მიმართ პატარა კუთხე შეიქმნას. დახრა ისეთი უნდა იყოს, რომ ურიკა ღარის მთელ სიგრძეზე გავლას არანაკლებ 2 წამს ანდომებდეს. მოათავსეთ ურიკა ისე, რომ კიდესთან დაჯახებისას ზამბარამ უკან გამოაგდოს.
2. ასწიეთ ურიკა ბილიკის ზედა კიდეზე და გაუშვით ხელი წამმზომის ჩართვისთანავე.
3. გაზომეთ  $t$  დრო ურიკის შემზღუდველთან შეჯახებამდე.
4. სახაზავის დახმარებით განსაზღვრეთ ურიკის გადაადგილების მოდული  $S$ , მისი ზომის გათვალისწინებით.
5. ბილიკის დახრის კუთხის ანუ ცდის პირობების შეუცვლელად გაიმეორეთ ცდა ხუთჯერ.
6. გაზომვების შედეგები ცხრილში შეიტანეთ.
7. გამოთვალეთ ურიკის მოძრაობის დროის საშუალო მნიშვნელობა  $t_{საშ.}$
8. გამოთვალეთ აჩქარებისა და საბოლოო სიჩქარის მნიშვნელობა საშუალო დროის მიხედვით:

$$a = \frac{2s}{t^2} ; \quad v = at$$

შედეგთა ცხრილი

| № | $S$ (მ) | $t$ (წმ) | $t_c$ (წმ) | $a$ (მ/წმ <sup>2</sup> ) | $v$ (მ/წმ) |
|---|---------|----------|------------|--------------------------|------------|
| 1 |         |          |            |                          |            |
| 2 |         |          |            |                          |            |
| 3 |         |          |            |                          |            |
| 4 |         |          |            |                          |            |
| 5 |         |          |            |                          |            |

ექსპერიმენტი №9. იმპულსის მუდმივობის კანონის ექსპერიმენტული შემოწმება ორი  
სხეულის დრეკადი და არადრეკადი შეჯახებისას (მე-9-ე კლასი)

**ლაბორატორიული სამუშაო**

**აღჭურვილობა:**

ლაბორატორიული ბილიკი  
(დახრილი სიბრტყე) ზამბარებიანი  
ორი მსუბუქი ურიკით, ბილიკის  
სიგრძე - არანაკლებ 1,2 მ



პლასტილინი

**სამუშაოს მსვლელობა**

1. მოათავსეთ მაგიდაზე სისტემა და დადგით მასზე ერთი ურიკა. მარეგულირებელი ხრახნებით ისე გაასწორეთ ტრეკი, რომ ურიკა ნაპირებიდან არ გადმოგორდეს.
2. ჩართეთ ურიკის ამამოდრავებელი მექანიზმი და ისე მოაბრუნეთ, რომ ამუშავებისას შემზღუდველს ეჯახებოდეს.
3. მეორე ურიკა ტრეკის შუაში მოათავსეთ ისე, რომ მექანიზმი პირველი ურიკის მხარეს მოექცეს.
4. აამოქმედეთ პირველი ურიკის ამამოდრავებელი მექანიზმი. დააკვირდით, როგორ შეიცვლება პირველი და მეორე ურიკის სიჩქარე შეჯახების შემდეგ.
5. მოათავსეთ პირველ ურიკაზე დამატებითი ტვირთი და გაიმეორეთ ექსპერიმენტი.
6. გადაიტანეთ დამატებითი ტვირთი მეორე ურიკაზე და გაიმეორეთ ექსპერიმენტი.
7. ჩაიწერეთ დრეკად შეჯახებაზე დაკვირვების შედეგები.
8. მოაშორეთ დამატებითი ტვირთი მეორე ურიკას, მეორე ბოლოთი მიაბრუნეთ ის პირველი ურიკისკენ და პლასტილინის პატარა ნაჭერი მიამაგრეთ.
9. პირველი ურიკა დაქოქილი ამამოდრავებელი მექანიზმით ბილიკის კიდეზე დააყენეთ. მეორე ურიკა კი - ბილიკის შუაში.
10. აამოქმედეთ ამამოდრავებელი მექანიზმი.
11. დააკვირდით, როგორ შეიცვლება პირველი და მეორე ურიკის სიჩქარე შეჯახების შემდეგ.
12. შეცვალეთ პირველი ურიკის მასა და გაიმეორეთ დაკვირვებები.
13. ჩაიწერეთ დაკვირვებების შედეგად მიღებული დასკვნები.

ექსპერიმენტი №10. სხეულზე მოქმედი ძალისა და აჩქარების ექსპერიმენტული გაზომვა  
(მე-9 კლასი)

**ლაბორატორიული სამუშაო**

**აღჭურვილობა:**

ლაბორატორიული ბილიკი  
(დახრილი სიბრტყე) ზამბარებიანი  
ორი მსუბუქი ურიკით, ბილიკის  
სიგრძე - არანაკლებ 1,2 მ



ჭოჭონაქი სამაგრით და საკისარით



კაუჭიანი საწონები  
( $2 \times 50, 2 \times 100, 2 \times 250, 2 \times 500, 2 \times 1000$  გ)  
შესანახი ყუთით



წამმზომი

სახაზავი

მაფი

**სამუშაოს მსვლელობა**

1. მოათავსეთ მაგიდაზე სისტემა და დადგით მასზე ერთი ურიკა. მარეგულირებელი ხრახნების მეშვეობით ისე დააყენეთ ტრეკი, რომ ურიკა ნაპირიდან არ ჩამოვარდეს.
2. დინამიკური სისტემის ტრეკს მიამაგრეთ ჭოჭონაქი. აზომეთ რა სიგრძის ძაფია საჭირო ურიკის სამოდრაოდ ისე, რომ დაკიდებული ტვირთი იატაკამდე ჩადიოდეს. მიამაგრეთ ძაფი ურიკას და შეარჩიეთ მომცრო ტვირთი (საკანცელარიო სამაგრები), რომელიც ურიკას მსუბუქი ბიძგის შემდეგ მუდმივი სიჩქარით ამოდრავებს (ეს ტვირთი ახდენს სისტემაში ხახუნის ძალის კომპენსირებას და ყველა ექსპერიმენტის მსვლელობისას ძაფზე იქნება დაკიდებული).

3. აწონით განსაზღვრეთ ურიკის მასა. მოათავსეთ ურიკაზე 500 გრ წონის დამატებითი ტვირთი.  
მაფის ბოლოზე მიამაგრეთ 50 გრ წონის ტვირთი. გათვალეთ „მამოდრავებელი“ ტვირთის მასა  $m$  და საერთო  $M$ .
4. გასწიეთ ურიკა მაქსიმალურად შორ მანძილზე  $d$  და გაზომეთ ეს მანძილი სახაზავით.
5. გაუშვით ურიკა და გამოთვალეთ  $d$  მანძილის გასავლელად საჭირო  $t$  დრო.
6. გაიმეორეთ მე-6-ე პუნქტში აღწერილი მოქმედებები და გამოთვალეთ მოძრაობის საშუალო დრო  $t_{\text{სშ}}$ . შეიტანეთ გაზომვის შედეგები ცხრილში.
7. გაიმეორეთ გაზომვები ~~მოძრაობის~~ 100 და 150 გრ ტვირთის მასების შემთხვევაში. გაზომვის შედეგები შეიტანეთ ცხრილში.
8.  $a_{\text{თეორ}} = \left(\frac{m}{M}\right)g$  ფორმულით გამოთვალეთ იმ აჩქარების თეორიული სიდიდე  $a_{\text{თეორ.}}$ , რომლითაც იმოდრავებს ურიკა ყოველ ცალკეულ შემთხვევაში.
9.  $a = \frac{2d}{t_c^2}$  ფორმულით გამოთვალეთ ურიკის აჩქარების ექსპერიმენტული სიდიდე  $a_{\text{ექს.}}$  რომლითაც ურიკა რეალურად მოძრაობს.
10. გამოთვალეთ ექსპერიმენტის ფარდობითი ცდომილება და შეიტანეთ ცხრილში.
11. ჩაიწერეთ დაკვირვებების შედეგად მიღებული დასკვნები.

### შედეგთა ცხრილი

| №  | $m$ (გ) | $M$ (გ) | $t_c$ (წმ) | $a_{\text{თეორ}} (მ/წმ^2)$ | $a_{\text{ექს}} (მ/წმ^2)$ | $\varepsilon(\%)$ |
|----|---------|---------|------------|----------------------------|---------------------------|-------------------|
| 1. |         |         |            |                            |                           |                   |
| 2. |         |         |            |                            |                           |                   |
| 3. |         |         |            |                            |                           |                   |

ექსპერიმენტი №11. ენერგიის ერთი ფორმიდან მეორედ გარდაქმნის შესწავლა  
(მე-9 კლასი)

**ლაბორატორიული სამუშაო**

**აღჭურვილობა:**

ლაბორატორიული ბილიკი  
(დახრილი სიბრტყე) ზამბარებიანი  
ორი მსუბუქი ურიკით, ბილიკის  
სიგრძე - არანაკლებ 1,2 მ



ჭოჭონაქი სამაგრით და საკისარით



კაუჭიანი საწონები  
(2×50, 2×100, 2×250, 2×500, 2×1000 გ)  
შესანახი ყუთით



სახაზავი

შტატივი

**სამუშაოს მსვლელობა**

1. დადგით მაგიდაზე დინამიური სისტემა ერთი ურიკით, რომლის ჩამრთველიც შემზღუდველისკენ არის მიქცეული. მარეგულირებელი ხრახნების მეშვეობით ისე დააყენეთ ტრეკი, რომ ურიკა ნაპირიდან არ ჩამოგორდეს.
2. დინამიური სისტემის ბილიკს ჭოჭონაქი მიამაგრეთ. გაზომეთ რა სიგრძის ძაფია საჭირო ურიკის სამოძრაოდ ჩამრთველის ზამბარის შეკუმშვის გათვალისწინებით.
3. დააფიქსირეთ ურიკის კიდე და შემზღუდველს შორის მანძილი.
4. გადაატარეთ ჭოჭონაქზე ძაფი, მისი ერთი ბოლო ურიკაზე დაამაგრეთ, მეორეს კი ტვირთების ნაკრებისთვის განკუთვნილი ყულფი გაუკეთეთ.
5. დაიწყეთ 50 გრ წონის ტვირთით და თანდათან გაზარდეთ გაწევის ძალა, ყოველ ჯერზე დააფიქსირეთ ზამბარის შეკუმშვა.
6. შედეგები ცხრილში შეიტანეთ.

| ტვირთის მასა m (კგ) | ურიკის პოზიცია s (მ) | ზამბარის შეკუმშვა x | შეკუმშვის ძალა F (ნ) |
|---------------------|----------------------|---------------------|----------------------|
|                     |                      |                     |                      |
|                     |                      |                     |                      |
|                     |                      |                     |                      |
|                     |                      |                     |                      |
|                     |                      |                     |                      |

7. ექსპერიმენტის შედეგების მიხედვით განსაზღვრეთ ამამოძრავებლის ზამბარის სიხისტე k.

$$k = \frac{F}{x}$$

8. დაშალეთ სისტემა და ბილიკი განსაზღვრეთ ურიკის მასა  $m_0$ .  
 9. ბილიკის ერთი კიდე ჰორიზონტის მიმართ კუთხით დააყენეთ შტატივის დახმარებით.  
 10. გამოთვალეთ ტრეკის დახრილობის კუთხის სინუსი მისი ზედა კიდის სიგრძის H და ტრეკის სიგრძის D გაზომვის საშუალებით.

$$\sin \alpha = \frac{H}{D}$$

11. გამწვების ზამბარა მაქსიმალურად შეკუმშეთ მისი მდგომარეობის დაფიქსირებამდე. გაზომეთ ზამბარის შეკუმშვა  $x_{\text{მაქს}}$ .  
 12. დადგით ურიკა ტრეკზე. ზამბარის ფიქსატორზე სწრაფი მსუბუქი დარტყმით მოძრაობაში მოიყვანეთ ურიკა. დააფიქსირეთ მაქსიმალური მანძილი d, რომელსაც გაივლის ურიკა ზემოთ და გამოთვალეთ ასვლის სიმაღლე h.

$$h = D \sin \alpha$$

13. გაიმეორეთ ექსპერიმენტი ურიკაზე ტვირთების დამატებით.  
 14. გამოთვალეთ გამწვების შეკუმშული ზამბარის ენერგია  $E_{\text{ზამ}}$ .

$$E_{\text{np}} = \frac{kx_{\text{მაქს}}^2}{2}$$

15. ყოველი ცალკეული შემთხვევისათვის გამოთვალეთ ურიკის პოტენციური ენერგია  $E_{\text{პოტ}}$ .

$$E_{\text{პოტ}} = mgh$$

16. შეადარეთ მიღებული მნიშვნელობები და შედეგები შეიტანეთ ცხრილში.

| m (კგ) | D (მ) | $E_{\text{ზამ}}$ (ჯ) | $E_{\text{პოტ}}$ (ჯ) |
|--------|-------|----------------------|----------------------|
|        |       |                      |                      |
|        |       |                      |                      |
|        |       |                      |                      |

ექსპერიმენტი №12. არეკვლა, გარდატეხა, ლინზებისა და სარკეების მეშვეობით შექმნილი გამოსახულებების მახასიათებლების ექსპერიმენტული გამოკვლევა (მე-9-ე კლასი)

**ლაბორატორიული სამუშაო: სინათლის სარკეზე არეკვლის კანონების შესწავლა აღჭურვილობა:**

ბრტყელი სარკე

ეკრანი

სინათლის წყარო სადგამზე

სახაზავი

### სამუშაოს მსვლელობა

1. ააწყვეთ ელექტრული წრედი დენის წყაროს, ჩამრთველის და ნათურის მიმდევრობით შეერთებით.
2. დააყენეთ ეკრანი ისე, რომ სინათლის სხივი ნათურიდან რვეულს ეცემოდეს.
3. დააყენეთ სარკე ისე, რომ რვეულზე მოსრიალე სხივი მას გარკვეული კუთხით ეცემოდეს.
4. ფანქრით გახაზეთ სარკის ზედაპირი და ისე, რომ ფანქარი არ მოაცილოთ, აღნიშნეთ წერტილით სხივის დაცემის წერტილი და ორ-ორი წერტილით - დაცემული და არეკლილი სხივი.
5. აიღეთ ეკრანი და სარკე. გახაზეთ დაცემული და არეკლილი სხივი და ააგეთ პერპენდიკულარი დაცემის წერტილში.
6. ტრანსპორტირით გაზომეთ დაცემისა და არეკვლის კუთხე.
7. გაიმეორეთ ცდა სხვა დაცემის კუთხის შემთხვევაში.
8. მონაცემები ცხრილში შეიტანეთ:

| № | დაცემის კუთხე<br>α | არეკვლის კუთხე<br>β | დაცემის კუთხის<br>თანაფარდობა<br>არეკვლის<br>კუთხესთან |
|---|--------------------|---------------------|--------------------------------------------------------|
| 1 |                    |                     |                                                        |
| 2 |                    |                     |                                                        |

9. გააკეთეთ დასკვნა სინათლის არეკვლის კანონის სამართლიანობის თაობაზე.

**ლაბორატორიული.სინათლის გარდატეხის კანონების შესწავლა**

### აღჭურვილობა:

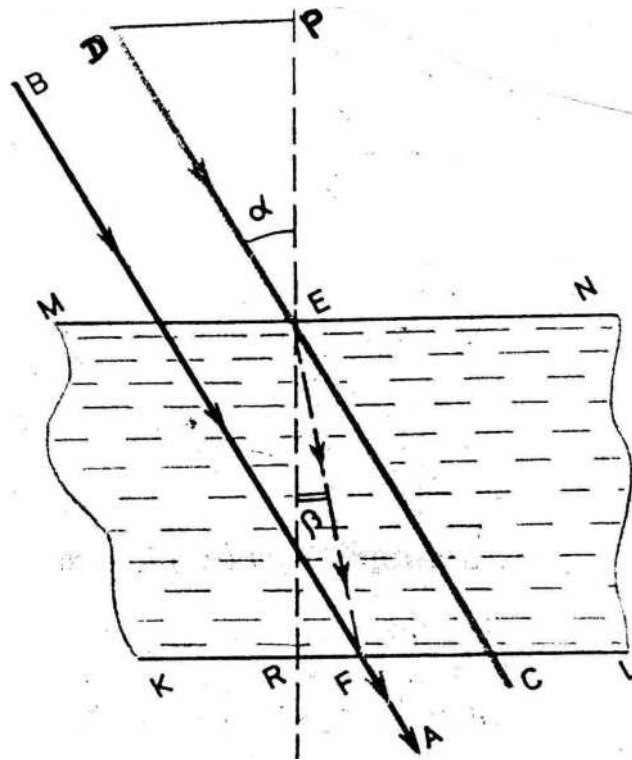
ბრტყლად პარალელური ფირფიტა

ეკრანი

სინათლის წყარო ქვესადგამით

სახაზავი

### სამუშაოს მსვლელობა



ნახ. 36

1. ქაღალდის ფურცელზე ერთმანეთისგან 1-1,5 სმ დაშორებით დახაზეთ ორი პარალელური წრფე  $AB \parallel CD$  (ნახ. 36).
2. დაადეთ ფურცელს მინის ფირფიტა ისე, რომ მისი კიდეები ამ წრფეების პერპენდიკულარული იყოს, ხოლო ერთი კიდე გადიოდეს მონიშნულ  $E$  წერტილში. შემდეგ ატრიალეთ ფირფიტა და დაინახავთ რომ წრფეების წარმოსახვითი გამოსახულებები ადგილს იცვლის, მაგრამ ერთმანეთის მიმართ პარალელური რჩება.
3. მოატრიალეთ ფირფიტა ისე, რომ სხივის გამოსახულება  $DE$  დაემთხვეს სხივის მიმართულებას  $AF$ .
4. მიადეთ ფირფიტა ფურცელს, ფანქრით მონიშნეთ მისი კიდეები  $MN$  და  $KL$ ,

შემდეგ ფირფიტა აიღეთ. ცდიდან ჩანს, რომ სხივი  $DE$  გამოჩნდება როგორც სხივი  $AF$  -ის გაგრძელება მხოლოდ იმ შემთხვევაში, თუ მინაში შუქი  $EF$  სხივის გასწვრივ ვრცელდებოდა.

5. დახაზეთ ეს სხივი ქაღალდზე.
6. ააგეთ პერპენდიკულარი ფირფიტის კიდეების  $ER \perp MN$  მიმართ. ამ შემთხვევაში  $\angle DEP = \alpha$  კუთხე არის დაცემის კუთხე, ხოლო კუთხე  $\angle REF = \beta$  - გარდატეხის კუთხე.
7. კუთხეების ტრანსპორტირით გაზომვა რომ თავიდან ავიცილოთ, რადგან ეს დიდ ცდომილებას იწვევს, შემდეგნაირად უნდა მოვიქცეთ. გადადეთ მონაკვეთი  $ED=EF$  და  $D$  წერტილიდან დაუშვით პერპენდიკულარი  $ER$  ნორმალზე. მაშინ  $\sin \alpha = DP/DE$ ,  $\sin \beta = RF/EF$ , ხოლო გარდატეხის მაჩვენებელია  $n = \sin \alpha / \sin \beta = DP/RF$

**ლაბორატორიული სამუშაო: ლინზებით შექმნილი გამოსახულებების გამოკვლევა**

**აღჭურვილობა:**

სადგამიანი ლინზების ნაკრები



ეკრანი

სინათლის წყარო ქვესადგამით

სახაზავი

### სამუშაოს მსვლელობა

1. გაზომეთ  $F$  ლინზის მანძილი, შემდეგ გამოიანგარიშეთ გაორმაგებული მანძილი  $2F$ . გაზომვებისა და შედეგები შეიტანეთ ცხრილში.

2. ააწყვეთ ელექტრული წრედი ნათურის, ჩამრთველისა და კვების წყაროსაგან. მოათავსეთ ლინზა მაგიდის შუაგულში და მოათავსეთ ნათურა მისგან ისეთ  $d$  მანძილზე, რომელიც ფოკუსის გაორმაგებულ მანძილს აღემატება ( $d > 2F$ ). ეკრანის გადაადგილებით მიიღეთ მასზე ნათურის ხუფის კონტურების მკვეთრი გამოსახულება. გაზომეთ ლინზიდან გამოსახულებამდე  $f$  მანძილი.

3. დადგით ნათურა ლინზიდან ისეთ  $d$  მანძილზე, რომ  $F < d < 2F$ . ისევ მიიღეთ ეკრანზე ნათურის ხუფის კონტურების მკვეთრი გამოსახულება. გაზომეთ ლინზიდან გამოსახულებამდე ახალი  $f$  მანძილი.

4. შეავსეთ ცხრილი.

| № | $F$ , სმ | $d$ , სმ | $f$ , სმ | გამოსახულების ხასიათი |
|---|----------|----------|----------|-----------------------|
| 1 |          |          |          |                       |
| 2 |          |          |          |                       |

**ლაბორატორიული სამუშაო: ჩაზნექილი სარკეებით მიღებული გამოსახულებების გამოკვლევა**

**აღჭურვილობა:**

## სადგამიანი სარკეების ნაკრები



ეკრანი

სინათლის წყარო ქვესადგამზე

სახაზავი

სარკის მანძილის უშუალო გაზომვა საკმარისად ზუსტი არ არის ხოლმე, რადგან წერტილოვანი წყაროს ან სრულიად პარალელური კონის შექმნა ძნელად განსახორციელებელი ამოცანაა.

სფეროსებრი სარკის მანძილის უფრო ზუსტი განსაზღვრისთვის იყენებენ ამ განტოლებას:

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f} \quad (1),$$

სადაც  $F$  - ფოკუსის მანძილია,

$f$  - საგნიდან სარკემდე მანძილი,

$d$  – გამოსახულებიდან სარკემდე მანძილი,

ან ფორმულას:

$$\frac{x}{y} = \frac{d - F}{F} = \frac{F}{f - F} \quad (2),$$

რომელიც საგნის  $x$  და მისი გამოსახულების  $y$  ზომასა და  $F$ ,  $d$  და  $f$ -ს შორის დამოკიდებულებას გვიჩვენებს. (1) და (2) ფორმულები სამართლიანია მხოლოდ იმ შემთხვევებში, როცა დაცემული სხივები სარკის ღერძის მიმართ მხოლოდ უმნიშვნელო კუთხეებს ქმნის.

### სამუშაოს მსვლელობა

1. ჩაზნეპილი სარკე და ეკრანი საგნის ნამდვილი გამოსახულების მისაღებად მაგრდება ცალ-ცალკე სპეციალურ სამაგრებში. სამაგრი შეიძლება გადაადგილდეს ოპტიკურ სკამზე. სკალა ან სახაზავი სამაგრის მდებარეობის საკმაოდ ზუსტად დაფიქსირების საშუალებას იძლევა. საგნის სახით შეიძლება გამოყენებული იქნეს მქრქალ მინაზე დახაზული ისარი, წყაროს სახით კი ელექტრული ნათურა.

2. დადგით საგანი სარკისაგან იმ მანძილზე, რომელიც სარკის გაორმაგებული ფოკუსის მანძილს ბევრად აღემატება და აარჩიეთ ეკრანის მდებარეობა, რომლის დროსაც გამოსახულება ყველაზე მკვეთრია.

3. სკალაზე გამოვთვალოთ  $d$  და  $f$  მანძილები - სახაზავით გავზომოთ ისრის სიდიდე (მისი სიგრძე)–  $x$  და ეკრანზე მისი გამოსახულების სიგრძე  $y$ , შევიტანოთ მონაცემები საანგარიშო ცხრილში.

4. შევცვალოთ  $d$  1,0-1,5 სმ-ით, ისევ ვიპოვოთ ეკრანის მდებარეობა, რომლის დროსაც მაქსიმალურად მკვეთრი გამოსახულება მიიღება და გავზომოთ  $d$ ,  $f$ , და  $x$ ,  $y$ , და ა.შ.

5. ყოველი ცდის მონაცემებიდან ანგარიშობენ  $F$ -ს შემდეგი გამოსახულებების გამოყენებით:

$$F_1 = \frac{d \cdot f}{d + f} = \frac{y \cdot d}{x + y} = \frac{x \cdot f}{x + y}$$

რომლებიც (1) და (2) ტოლობებიდან გამომდინარეობს.

ცხრილი 1.

| №       | მანძილი |     | $F_1$ | $F_{საშ.}$ | $\Delta F_{საშ.}$ | $\Delta F_{საშ.}/F_{საშ.}$ |
|---------|---------|-----|-------|------------|-------------------|----------------------------|
|         | $d$     | $f$ |       |            |                   |                            |
| 1       |         |     |       |            |                   |                            |
| 2       |         |     |       |            |                   |                            |
| 3       |         |     |       |            |                   |                            |
| 4       |         |     |       |            |                   |                            |
| 5       |         |     |       |            |                   |                            |
| საშუალო |         |     |       |            |                   |                            |

ცხრილი 2.

| № | სიგრძე        |                      | $F_2$ | $F_{საშ.}$ | $\Delta F_{საშ.}$ | $\Delta F_{საშ.}/F_{საშ.}$ |
|---|---------------|----------------------|-------|------------|-------------------|----------------------------|
|   | საგნის<br>$x$ | გამოსახულების<br>$y$ |       |            |                   |                            |
| 1 |               |                      |       |            |                   |                            |
| 2 |               |                      |       |            |                   |                            |
| 3 |               |                      |       |            |                   |                            |
| 4 |               |                      |       |            |                   |                            |

|         |  |  |  |  |  |  |
|---------|--|--|--|--|--|--|
| 5       |  |  |  |  |  |  |
| საშუალო |  |  |  |  |  |  |

6. გამოვთვალოთ ცდომილებები.
7. შევადაროთ მიღებული შედეგები.

ექსპერიმენტი №13. ინტერფერენციის, დიფრაქციის, დისპერსიისა და პოლარიზაციის  
ექსპერიმენტული გამოკვლევა (მე-9-კლასი)

*სადემონსტრაციო ექსპერიმენტი*

*აღჭურვილობა:*

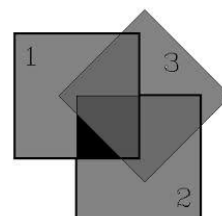
სამკუთხა პრიზმა



დიფრაქციული მესერი



პოლარიზატორები



ლინზების ნაკრები სადგამებითა და  
შესანახი ყუთით.



ლაზერის მაჩვენებელი (მწვანე)  
სადგამით.



ეკრანი

ოპტიკური სკამი

სახაზავი

ცდა 1. დისპერსიის მოვლენა

ჩვეულებრივ, დისპერსიის მოვლენას მოსწავლეები უკავშირებენ მხოლოდ ხილული სინათლის სპექტრულ დაშლას 7 ძირითად ფერად. ამიტომ საჭიროა განიმარტოს, რომ დისპერსია ტალღური მოძრაობის ზოგადი თვისებაა და გარემოს გარდატეხის მაჩვენებელსა და რხევის სიხშირეს შორის გარკვეულ დამოკიდებულებაში მდგომარეობს.

სინათლის დისპერსიასთან დაკავშირებული ცდები მიზანშეწონილია ჩატარდეს სინათლის სპეციალური ჭვრიტიანი წყაროს გამოყენებით და ნაჩვენები იყოს პრიზმაში სინათლის სპექტრად დაშლა. გამჭვირვალე ეკრანზე მიიღება თეთრი სინათლის ძალიან ლამაზი სპექტრი, რომელიც დიდხანს გამახსოვრდება. ლაზერის ჩართვის შემდეგ მოსწავლეთა ყურადღებას ამახვილებენ იმაზე, თუ რა ფერისაა ეკრანზე სინათლის კონა. **მონოქრომატული სინათლე არ იშლება სხვა ფერებად.** შემდეგ ლაზერის გავრცელების გზაზე ათავსებენ პრიზმას ასაწევ მაგიდაზე. ლაზერის სხივი, რომელიც პრიზმაში გაივლის, მისი ძირისკენ გადაიხრება და ეკრანზე ეცემა; მისი ფერი ეკრანზე ისეთივეა როგორიც ლაზერის, რაც იმას მოწმობს, რომ ლაზერის სინათლე შედგენილი არ არის: ის არ იშლება სხვა ფერებად.

**სპექტრის ფერთა ზედდება.** ფერთა შეკრებასთან დაკავშირებული ცდები მოსწავლეებს იმაში არწმუნებს, რომ ადამიანის მხედველობაზე რამდენიმე ფერის შუქის ზემოქმედება თეთრი შუქის შთაბეჭდილებას იძლევა.

მაგიდაზე მეორე პრიზმას დგამენ, ხოლო მეორე პრიზმიდან გამომავალი სხივების გზაზე - ეკრანს. ორივე პრიზმის გარდამტეხი კუთხის ფერდები ერთმანეთის საპირისპირო მხარესაა მიქცეული, ხოლო პირისპირ მოქცეული წახნაგები - პარალელურია. ასეთი განლაგებისას პირველი პრიზმა თეთრ შუქს შემადგენელ ფერებად შლის, მეორე - კრებს, შედეგად მიიღება თეთრი სინათლე, მიახლოებული იმასთან, რასაც სინათლის წყარო იძლევა.

## **ცდა 2. დიფრაქციის მოვლენა**

მონოქრომატული სინათლის დიფრაქციული სპექტრების დემონსტრაციისათვის უნდა დაიდგას ლაზერი, მასთან უშუალო სიახლოვეში - მოკლეფოკუსიანი ლინზა, მისგან 10-15 სმ დაშორებით მოძრავი ტიხარი, რომელზეც ვერტიკალური ჭრილია გაკეთებული, ეკრანზე ჭრილის მკვეთრი გამოსახულების მიღების შემდეგ ჭრილის უკან აყენებენ დიფრაქციულ მესერს. ეკრანზე გამოჩნდება ცენტრალური ზოლის (ნულოვანი რიგის სპექტრის) მიმართ პარალელურად განლაგებული მწვანე ზოლების რიგი. შემდეგ მესერზე განივი ტალღის ნორმალური დაცემის შემთხვევისათვის აიხსნება დიფრაქციული მესერის მოქმედება და გამოყავთ ფორმულა მთავარი მაქსიმუმებისათვის. შემდეგ მოსწავლეებს უჩვენებენ, როგორ უნდა გაიზომოს სინათლის ტალღის სიგრძე დიფრაქციული მესერის საშუალებით. იმ სინათლის სპექტრის მისაღებად, რომელსაც ნათურის ვარვარების ძაფი ასხივებს, ხდება ვერტიკალური , 0,5-1 მმ სიგანის ჭრილის პროექცირება ეკრანზე ობიექტივის საშუალებით. შემდეგ უშუალოდ ობიექტივის უკან დიფრაქციულ მესერს დგამენ. ეკრანზე მიიღება დიფრაქციული სურათი, რომელიც წარმოადგენს თეთრ ზოლს შუაში (ცენტრალური მაქსიმუმი) და მის მარცხენა და მარჯვენა მხარეს სიმეტრიულად განლაგებულ სპექტრთა რიგს. ცენტრიდან დაშორების მიხედვით სპექტრები თანდათან ფართოვდება, მაგრამ უფრო ბაცი ხდება. ამ სპექტრებს ეწოდება პირველი, მეორე,

მესამე და ა.შ. რიგის სპექტრები ყველა გვერდითა ნათელ ზოლში ერთმანეთის პარალელურად განლაგდება ზოლები, რომელთა ფერი თანდათანობით და უწყვეტად იცვლება იისფერიდან წითლამდე. ცენტრალურ ღია ფერის ზოლთან ახლოს განლაგებული სპექტრების კიდეები იისფერია, მოშორებით - კი წითელი. მოსწავლეების ყურადღება უნდა მივაქციოთ იმას, რომ დიფრაქციულ სპექტრებში ფერადოვანი ზოლების ცენტრალური მაქსიმუმიდან დაშორება ტალღის სიგრძის პროპორციულია. ეს საშუალებას იძლევა მაქსიმალური სიზუსტით განვსაზღვროთ სინათლის ტალღის სიგრძე ყოველი ფერისათვის.

### ცდა 3. პოლარიზაციის მოვლენა.

აირის მიერ გამოსხივებული სინათლის პოლარიზაციის მოვლენის გაცნობა მოსწავლეებს ეხმარება, უკეთ გაიგონ მისი მნიშვნელობა ოპტიკური კავშირისთვის. ლაზერის გავრცელების გზაზე ათავსებენ პოლაროიდს. როდესაც პოლაროიდს თანაბრად ვაბრუნებთ, განათებულობა იმ სინათლის ლაქისა რომელსაც ლაზერი ეკრანზე ქმნის, მაქსიმალურიდან მინიმალურამდე იცვლება ყოველი  $90^\circ$ -ით შემობრუნების შემდეგ. რაც მოწმობს ლაზერის სინათლის პოლარიზაციას. ოპტიკურ სკამზე ერთ-ერთ პოლაროიდს წინასწარ ამაგრებენ დისკოზე- ტიხარზე (შირმაზე). ობიექტივის დახმარებით ხდება პოლაროიდის პროეცირება ეკრანზე განათებული წრის სახით. პოლაროიდს თანაბრად შემობრუნებენ  $360^\circ$  -ით. მოსწავლეთა ყურადღებას ამახვილებენ იმაზე, რომ ამ დროს ეკრანზე წრის განათება არ იცვლება. ცდას იმეორებენ მეორე პოლაროიდით. შემდეგ სკამზე ორივე პოლაროიდს ისე ამაგრებენ, რომ მაჩვენებელი ისრები ერთ სიბრტყეში მოექცეს. ობიექტივის დახმარებით ისევ ახდენენ ეკრანზე მეორე პოლაროიდის განათებული ნაწილის პროეცირებას. ნელა ატრიალებენ მეორე პოლაროიდს პირველის მიმართ. მოსწავლეთა ყურადღებას ამახვილებენ იმაზე, რომ ყოველი  $90^\circ$  გრადუსით მოტრიალებისას. ეკრანზე ნათელი წრის განათება მაქსიმალურიდან მინიმალურამდე იცვლება.

**ლაბორატორიული სამუშაო: სინათლის ტალღის სიგრძის განსაზღვრა**

**აღჭურვილობა:**

დიფრაქციული მესერი



ლაზერის მაჩვენებელი (მწვანე)  
სადგამით.



ეკრანი

სახაზავი

### სამუშაოს მსვლელობა:

სინათლის ტალღის სიგრძის განსაზღვრის სამუშაოს მსვლელობისას გამოიყენება დიფრაქციული მესერი რომლის პერიოდია 1/100 მმ (პერიოდი მესერზე აღნიშნული). თუ მესერში გავატარებთ ლაზერის მაჩვენებლის სინათლის სხივს, ეკრანზე გამოჩნდება

1-ლი, მე-2-ე რიგის და ა. შ. დიფრაქციული სპექტრები. ტალღის სიგრძე  $\lambda$  განისაზღვრება ფორმულით

$$\lambda = \frac{d \sin \varphi}{k},$$

სადაც  $d$  - მესერის პერიოდია,  $k$  - სპექტრის რიგი,  $\varphi$  - კუთხე, რომლითაც შესაბამისი ფერის მაქსიმალური სინათლე ჩანს.

ვინაიდან კუთხეები, რომლებითაც 1-ლი და მე-2-ე რიგის მაქსიმუმები ჩანს,  $5^\circ$  -ს არ აღემატება, კუთხეების სინუსების ნაცვლად შეიძლება გამოვიყენოთ მათი ტანგენსები. ნახატიდან ჩანს,

რომ

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{b}{a}.$$

მანძილი  $a$  იზომება სახაზავით მესერიდან ეკრანამდე, მანძილი  $b$  - ეკრანის სკალის მიხედვით საშუაქი ღიობიდან სპექტრის არჩეულ ზოლამდე. ტალღის სიგრძის განსაზღვრის საბოლოო ფორმულა შემდეგია:

:

$$\lambda = \frac{db}{ka}.$$

### სამუშაოს მსვლელობა:

1. ავაწყოთ გამზომი დანადგარი, დავაყენოთ ეკრანი მესერიდან 50 სმ-ის დაშორებით.

2. ჩავრთოთ ლაზერის მაჩვენებელი და სინათლის სხივი მივმართოთ დიფრაქციულ მესერზე. მივიღოთ ეკრანზე 1-ლი და მე-2-ე რიგის მაქსიმუმები.

3. გაზომოთ  $a$  და  $b$  მანძილები 1-ლი და მე-2-ე რიგებისათვის 0 რიგის მაქსიმუმიდან ორივე მხარეს.

4. გამოვთვალოთ წითელი ფერის ტალღის სიგრძე 1-ლი და მე-2-ე რიგის სპექტრში, განვსაზღვროთ საშუალო მნიშვნელობა.

5. გაზომვებისა და გამოთვლების შედეგები შეიტანეთ ცხრილში:

6. შეადარეთ წითელი ფერის ტალღების სიგრძეების მიღებული შედეგები ყოველი მესერისთვის. ცხრილის მონაცემებს.

| N | d (მმ) | k | b (მ) | a, (მ) | $\lambda$ , (მ) | $\lambda_{\text{საშ.}}$ (მ) |
|---|--------|---|-------|--------|-----------------|-----------------------------|
| 1 |        |   |       |        |                 |                             |
| 2 |        |   |       |        |                 |                             |
| 3 |        |   |       |        |                 |                             |
| 4 |        |   |       |        |                 |                             |

## ექსპერიმენტი №14. ელექტროსტატიკური ინდუქცია, ელექტროსტატიკური გენერატორი, ელექტროსკოპი (მე-10 კლასი)

### სადემონსტრაციო ექსპერიმენტი

#### აღჭურვილობა:

ეზონიტისა და მინის ღეროები, შალისა (ბეწვის) და აბრეშუმის ქსოვილი.



ელექტროსკოპი, რომელიც აღრიცხავს 0,01 კვ სიდიდის მუხტს.



ვან დე გრაფის გენერატორი ან ელექტროფორული მანქანა



შემაერთებელი სადენები (30-40 სმ)

### სხეულების ელექტრიზაცია შეხებისას ელექტრული მუხტი

ცდა 1. ეზონიტის ჯოხი ბეწვზე გავახახუნოთ და —წვეტიან სადგამზე გაწონასწორებულ ლითონის მილთან მივიტანოთ (ნახ. 37). ჯოხი მიიზიდავს მილს და მილი ტრიალდება.



ნახ. 37

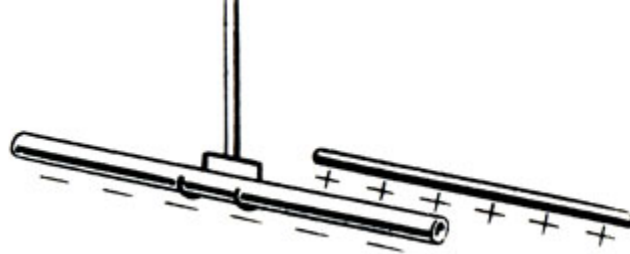
ვამბობთ, რომ სხეული, რომელიც ხახუნის შემდეგ სხვა სხეულს მიიზიდავს, დაელექტროვებულია, დამუხტული ან სხეულს ელექტრული მუხტი გადაეცა.

ცდა 2. იმეორებენ წინა 1-ლ ცდას, მაგრამ ამჯერად ეზონიტის ჯოხის ნაცვლად გაბერილი საჰაერო ბუმტის დაელექტროება ორგანული მინის ფირფიტაზე მისი ხახუნით ხდება. მილს ბუმტიც მიიზიდავს და ორგანული მინის ფირფიტაც.

დაელექტროებაში ყოველთვის ორი სხეული მონაწილეობს. ხახუნისას ორივე სხეულის დაელექტროება ხდება.

**მუხტის ორი სახეობა. დამუხტული სხეულების ურთიერთქმედება**

ცდა 3. დაელექტროებული ებონიტის ჯოხი საკიდზეა დამაგრებული. მასთან დამუხტული მინის ჯოხი მიაქვთ (ნახ.38). მინის ჯოხი ებონიტის ჯოხს იზიდავს.



ნახ. 38

ცდა 4. იმეორებენ მე-3-ე ცდას, მაგრამ ახლა დამუხტულ ებონიტის ჯოხს მიუახლოვებენ ასეთივე დამუხტულ ებონიტის ჯოხს. ჯოხები ერთმანეთს განიზიდავენ.

ცდა 5. იმეორებენ მე-3-ე ცდას, მაგრამ ამჯერად დამუხტულ ებონიტის ჯოხს გაბერილ საპაერო მუშტს მიუახლოვებენ, რომელიც ორგანული მინის ფირფიტაზე ხახუნითაა დამუხტული. ებონიტის ჯოხს დამუხტული ბუშტიც განიზიდავს. ებონიტის ჯოხს მიუტანენ ორგანული მინის ფირფიტას. ორგანული მინის ფირფიტა ებონიტის ჯოხს იზიდავს.

**ელექტრული მუხტი ორგვარია**

ცდა 6. იმეორებენ მე-3-ე ცდას.

ცდა 7. იმეორებენ მე-4-ე ცდას.

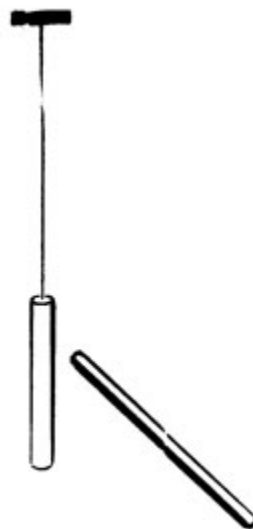
ცდა 8. დამუხტული მინის ჯოხი საკიდზეა დამაგრებული. მას მიუტანენ ასეთივე დამუხტულ მინის ჯოხს. ჯოხები ერთმანეთს განიზიდავს.

სხეულები, რომლებიც საპირისპირო მუხტებითაა დამუხტული, ერთმანეთს მიიზიდავს.

სხეულები, რომლებიც ერთნაირი მუხტებითაა დამუხტული, ერთმანეთს განიზიდავს.

**ელექტროსკოპი. ელექტრობის გამტარები და რაგამტარები**

ცდა 9. მსუბუქი, გამტარი მასალისგან (მაგ., ალუმინის ფოლგისგან) დამზადებული მასრა ძაფზე კიდია. მასრას დაელექტროებულ ებონიტის ჯოხს მიუახლოვებენ (ნახ. 39). მასრას ებონიტის ჯოხი ჯერ იზიდავს, მასთან შეხების შემდეგ კი განიზიდება.



ნახ. 39

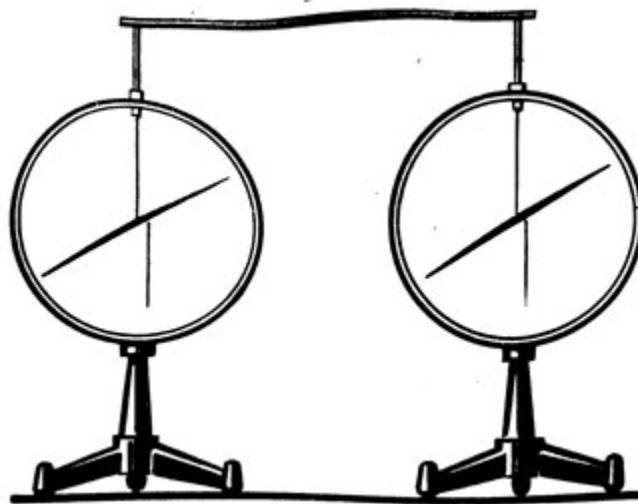
მიზიდვის ან განზიდვის მიხედვით შეიძლება დავასკვნათ, დამუხტულია თუ არა სხეული.

ცდა 10. ელექტროსკოპის დემონსტრირება. დამუხტული ჯოხით მას მუხტს გადასცემენ. ელექტროსკოპის ისარი გადაიხრება. (ნახ. 40).



ნახ. 40

ელექტროსკოპი - ხელსაწყო, რომლითაც ადგენენ, დამუხტულია თუ არა სხეული. ცდა 11. ორი ელექტროსკოპი. ერთ-ერთი ელექტროსკოპი დამუხტულია. თუ ელექტროსკოპების ღერძებს ლითონის გამტარით შევაერთებთ, ელექტრომუხტი მეორე ელექტროსკოპზეც გაჩნდება. (ნახ. 41).



ნახ. 41

ცდა 12. იმეორებენ მე-11-ე ცდას. მაგრამ ელექტროსკოპების ღერძებს მინის ჯოხით აერთებენ. ელექტრომუხტი ერთი ელექტროსკოპიდან მეორეზე არ გადადის.

*ელექტრომუხტების გატარების უნარით ნივთიერებები იყოფა ელექტროობის გამტარებად და არაგამტარებად*

### **ელექტრული ველი**

ცდა 13. მსუბუქი გამტარი მასრა ძაფზე ჰკიდია. მასრას მიუახლოვებენ (მაგრამ არ ეხებიან) დამუხტულ ჯოხს. მასრა ჯოხისკენ გადაიხრება. ჯოხს მასრას უახლოვებენ მეორე მხრიდან — მასრა ჯოხისკენ გადაიხრება.

*სივრცეში, რომელშიც ელექტრული მუხტია, არსებობს ელექტრული ველი.*

ცდა 14. იმეორებენ წინა მე-13-ე ცდას. დამუხტულ ჯოხს მასრასთან-მიიტანენ, შემდეგ დააშორებენ. ძაფის გადახრის კუთხე იცვლება.

*დამუხტული სხეულების ახლოს ველის მოქმედება უფრო ძლიერია, მათი დაშორებისას მუხტი სუსტდება.*

### **ელექტრომუხტის გაყოფადობა.**

ცდა 15. ორი ელექტროსკოპი. ერთ-ერთს ელექტრულად დამუხტავენ. მოსწავლეთა ყურადღებას ამახვილებენ ელექტროსკოპის ისრის გადახრაზე. შემდეგ ელექტროსკოპების ღერძებს გამტარით აერთებენ. პირველი ელექტროსკოპის ისარი მუხტის შემცირებას უჩვენებს, მეორე ელექტროსკოპის ისარი კი უჩვენებს, რომ მუხტი გაჩნდა.

*თავდაპირველი მუხტი ორ ნაწილად გაიყო.*

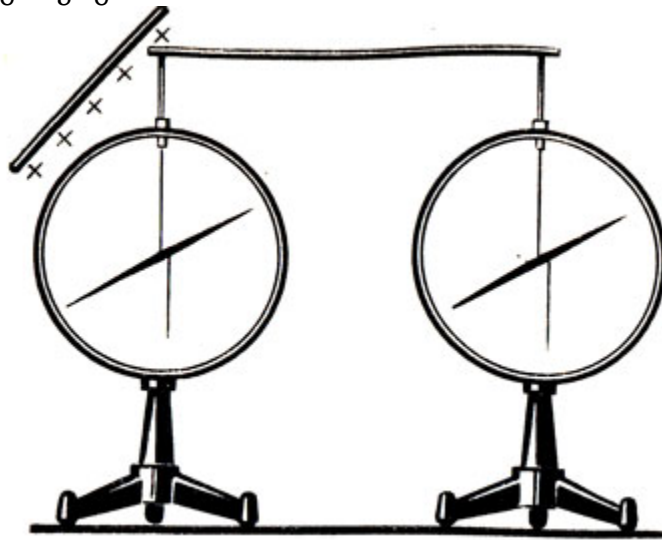
ცდა 16. მეორე ელექტროსკოპი წინა ცდისას განიმუხტება და მეორდება მე-15-ე ცდა.

*ელექტრომუხტის თანამიმდევრული გაყოფით შეიძლება იმდენად მცირე მუხტის მიღება, რომ მისი აღმოჩენა ჩვეულებრივი ელექტროსკოპით შეუძლებელია.*

### **სხეულთა დამუხტვის ახსნა**

ცდა 17. ორი ელექტროსკოპი გამტარით არის შეერთებული. ერთ-ერთი ელექტროსკოპის ბურთს დამუხტულ ჯოხს მიუახლოვებენ. ორივე ელექტროსკოპი

აღნიშნავს ელექტრული მუხტების გაჩენას. (ნახ. 42). ჯოხის მოცილებისას ელექტროსკოპების მუხტები ქრება.



ნახ. 42

ცდა 18. იმეორებენ მე-17-ე ცდას. როცა დამუხტული ჯოხი ერთ-ერთი ელექტროსკოპის ახლოსაა, შემაერთებელ გამტარს აცილებენ. ახლა ელექტროსკოპზე არსებული მუხტები ჯოხის ალების შემდეგაც რჩება.

ცდა 19. დგინდება ყოველი ელექტროსკოპის მუხტის ნიშანი წინა მე-18-ე ცდისას. ამისათვის დამუხტულ ჯოხს რიგ-რიგობით მიუახლოვებენ ყოველ ელექტროსკოპს.

დამუხტული ჯოხის ერთ ელექტროსკოპთან მიახლოებისას მისი ისრის გადახრის კუთხე იზრდება. დამუხტული ჯოხის მეორე ელექტროსკოპთან მიახლოებისას მისი ისრის გადახრის კუთხე მცირდება.

ელექტროსკოპებმა საპირისპირო ნიშნების მუხტები შეიძინეს.

ცდა 20. მე-19-ე ცდის ელექტროსკოპებს, რომლებსაც საწინააღმდეგო ნიშნების მუხტები გადაეცათ, გამტარით აერთებენ. ისრები მუხტების გაქრობას გვიჩვენებს.

ცდა 21. ორი ელექტროსკოპი გამტარი სფეროებით. ერთ-ერთ ელექტროსკოპს ახლოს მიუტანენ ისე, რომ მას შეეხო, სინთეტიკური მასალის ლენტს. ელექტროსკოპის ისარი უძრავი რჩება. ლენტზე ელექტრული მუხტები არ არის. შემდეგ ლენტს ელექტროსკოპის ღეროს უხახუნებენ. (ნახ. 43). ელექტროსკოპი ელექტრულ მუხტს იღებს. ლენტი მეორე ელექტროსკოპის ზონაში შეაქვთ. (ნახ. 44). ელექტროსკოპი გვიჩვენებს, რომ ელექტრული მუხტი გაჩნდა.



ნახ. 43



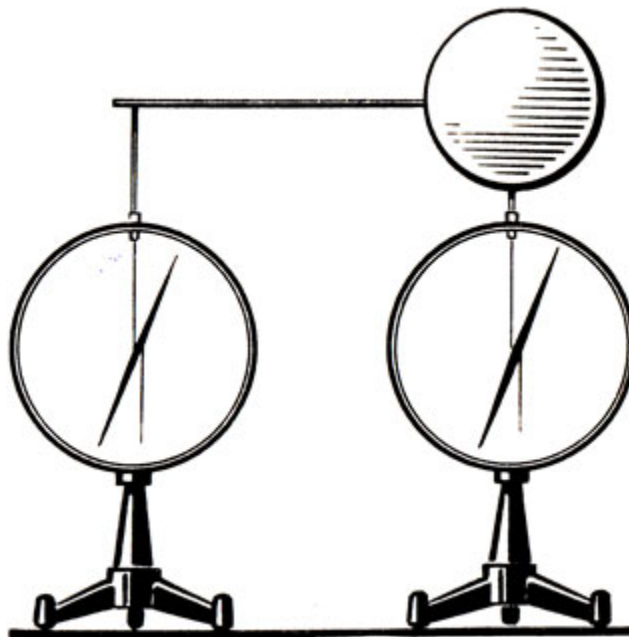
ნახ. 44

ცდა 22. ადგენენ ელექტრული მუხტების ნიშნებს როგორც ერთ, ისე მეორე ელექტროსკოპზე (როგორც მე-19-ე ცდაში). მუხტები საპირისპირო ნიშნებისაა. ელექტროსკოპებს გამტარებით აერთებენ. ელექტრული მუხტები ორივე ელექტროსკოპზე ქრება.

სხეულების ხახუნისას მუხტები არ იქმნება, ისინი მხოლოდ გადანაწილდებიან სხეულებს შორის. სიდიდით ტოლი და საპირისპირო ნიშნის მუხტებით დამუხტული სხეულების შეხებისას, მუხტები ერთმანეთს ანეიტრალდებიან.

ცდა 23. ელექტროსკოპის ღეროს გადასცემენ ელექტრულ მუხტს. ელექტროსკოპის ღეროს გამტარით აერთებენ დაუმუხტავი ელექტროსკოპის ღეროსთან. ელექტროსკოპების ისრები უჩვენებს, რომ ერთი ელექტროსკოპიდან დაახლოებით მუხტის ნახევარი მეორე ელექტროსკოპზე გადავიდა.

ცდა 24. იმეორებენ 23-ე ცდას. მაგრამ ახლა ელექტროსკოპის ღეროს აერთებენ მეორე ელექტროსკოპის დიდ სფეროსთან. (ნახ. 45). პირველი ელექტროსკოპის მუხტი უფრო მეტად მცირდება, ვიდრე წინა ცდისას.



ნახ. 45

ცდა 25. დამუხტული ელექტროსკოპის ღეროს მიწას უერთებენ. ელექტროსკოპი განიმუხტება.

ექსპერიმენტი №15. ელექტრომაგნიტური ინდუქციის შესწავლა მაგნიტისა და კოჭას საშუალებით. ტრანსფორმატორი - დენის და ძაბვის გაზომვა პირველად და მეორად ხვევებში. (მე-10 კლასი)

**სადემონსტრაციო ექსპერიმენტი**

**აღჭურვილობა:**

კოჭა რკინის მოძრავი გულარით



ელექტრომზომი (ციფრული ან  
ელექტრომექანიკური) - შემავალ  
სადენებთან თავსებადი შესაერთებლით



ტრანსფორმატორის ასაწყობი მოდელი

მუდმივი (DC) და ცვლადი (AC) დენის  
წყარო მოკლე ჩართვის დამცველით



შესაერთებელი სადენები 30-40 სმ



სადენები კბილანებით 30-40 სმ



**ელექტრომაგნიტური ინდუქცია**

ცდა 1. 1. მულტიმეტრის მომჭრებს უერთებენ დრეკადად იზოლირებული სადენის გრძელ მონაკვეთს და მას ზემოთ-ქვემოთ ამოძრავებენ თაღისებრი მაგნიტის ბოლოებს შორის. მცირე დენის მიხედვით ადგენენ, რომ შეკრულ წრედში გაჩნდა დენი და განსაზღვრავენ მის მიმართულებას. შემდეგ მიღებულ შედეგებზე დაყრდნობით ადგენენ მარჯვენა ხელის წესს.

ცდა 2. სადენს ყულფისებურად ახვევენ, ყულფს ხან ჩამოაცვამენ მაგნიტის პოლუსს, ხან მოხსნიან, ამ დროს დენის გაძლიერება შეინიშნება. ცდას იმეორებენ და თანდათანობით ზრდიან ხვეულების რაოდენობას.

ცდა 3. გალვანომეტრს უერთებენ კოჭას და სწორი ფორმის მაგნიტის დახმარებით მასში დენს აღძრავენ. გვიჩვენებენ, რომ მაგნიტის ნელა მოძრაობისას დენი უმნიშვნელოა, ჩქარი მოძრაობისას - უფრო ძლიერი. ორ მაგნიტს ერთნაირი პოლუსებით ერთმანეთს ადებენ და იმავე სიჩქარით მათი მოძრაობისას ძლიერ ინდუქციურ დენს ღებულობენ. განსაზღვრავენ კოჭაში ინდუქციური დენის მაგნიტური ველის მიმართულებას.

ცდა 4. აწყობენ დანადგარს ტრანსფორმატორის ორი კოჭასაგან. კოჭებს (გულარის გარეშე) გვერდიგვერდ დგამენ მარჯვენა ხვიაში დენი დაახლოებით 2ა-მდე მიჰყავთ. დენის მონაცვლეობით ჩართვა-გამორთვით მარცხენა კოჭაში სუსტი ინდუქციური დენის წარმოქმნას აკვირდებიან. ამ ცდებში განსაზღვრავენ დენებისა და მაგნიტური ველების მიმართულებებს და გამოკვლევის შედეგებს ლენცის წესს უკავშირებენ.

ცდა 5. დენს გამორთავენ. კოჭას გულარს უკეთებენ და ულლით კეტავენ. დენის ჩართვა-გამორთვისას დენის ძალა მკვეთრად იზრდება.

ცდა 6. დენს ჩართავენ. შემდეგ კი ნელა და შეძლებისდაგვარად თანაბრად ზრდიან მას. ამ დროის განმავლობაში ამპერმეტრი მეტ-ნაკლებად მუდმივ ინდუქციურ დენს უჩვენებს. შემდეგ ასევე ამცირებენ დენს მინიმუმამდე და აღინიშნება საწინააღმდეგო მიმართულების ინდუქციური დენი.

### **ერთ-გაზიანი ტრანსფორმატორი.**

ცდა 7. თავიდან ტრანსფორმატორის უქმი სვლის დემონსტრირება ხდება. ამისთვის უნივერსალური ტრანსფორმატორის პირველადი კოჭას მომჭერებს ამპერმეტრით უერთებენ ცვლადი დენის წყაროს. მეორადი გრაგნილის მომჭერებს ჯერ არ კეტავენ და მოსწავლეთა ყურადღებას იმაზე ამახვილებენ, რომ პირველადი გრაგნილის ჩართვისას დენის ძალა უმნიშვნელოა. ტრანსფორმატორის გრაგნილს მცირე აქტიური წინაღობა აქვს, მაგრამ ფოლადის გულარის წყალობით და დიდი რაოდენობით ხვიების წყალობით მას საკმარისი ინდუქციურობა აქვს.

ამიტომ უქმი სვლის დენი მცირეა. ამ შემთხვევაში ენერგია, რომელსაც ტრანსფორმატორი მოიხმარს, იხარჯება გრაგნილისა და გულარის გათბობაზე, მისი გადამაგნიტებისა და მცირე გრიგალური დენების წარმოქმნის შედეგად.

ცდა 8. შემდეგ მეორადი გრაგნილის განაპირა მომჭერებს რეოსტატს უერთებენ და მისი წინაღობის მდოვრედ შემცირებით გვიჩვენებენ, რომ დენი პირველად გრაგნილში იზრდება. ამგვარად მოსწავლეები რწმუნდებიან, რომ ტრანსფორმატორის მუშაობისას ავტომატურად მყარდება წონასწორობა იმ ენერგიების სიდიდეებს შორის, რომელსაც ერთი მხრივ დატვირთვა მოიხმარს ტრანსფორმატორისგან, და რომელსაც მეორე მხრივ ტრანსფორმატორი ღებულობს ქსელიდან.

ცდა 9. ამ მოვლენის ანალიზისას იკვლევენ დენისა და ძაბვის რხევების ფაზურ თანაფარდობას. ადგენენ, რომ დატვირთული ტრანსფორმატორის პირველად და მეორად წრედებში დენები ფაზების მიხედვით თითქმის  $180^\circ$ -თ განსხვავდება. ეს დასტურდება შემდეგი ცდით. წინა დანადგარს მოხსნიან რეოსტატსა და მეორად კოჭას. გულარის უღელს ვერტიკალურად მოათავსებენ დარჩენილ კოჭაზე ზემოდან და ალუმინის რგოლს ჩამოაცვამენ. დენის ჩართვისას რგოლი მკვეთრად ახტება და უდლიდან ვარდება. ხელმეორედ ჩამოცმის შემდეგ რგოლი გარკვეულ სიმაღლეზე ჩერდება. ცდას განაგრძობენ, ერთ-ერთ მოსწავლეს სთხოვონ ჩასწიოს რგოლი ქვემოთ და ეჭიროს ის კოჭასთან. ამ დროს დენი ძლიერდება, გარკვეული დროის შემდეგ კი ირკვევა, რომ ექსპერიმენტატორი ვეღარ იჭერს რგოლს, რომელიც ძალიან გაცხელდა. მიღებული შედეგების მიხედვით მოსწავლეები დაასკვნიან, რომ ინდუქციური დენი რგოლში საკმაოდ დიდია და კოჭაში არსებული დენის მიმართულების საწინააღმდეგო მიმართულება აქვს. ეს ინდუქციური დენი გულარში ცვლად მაგნიტურ ნაკადს ქმნის, რომელიც ძირითადი დენის მიერ შექმნილი ნაკადის საწინააღმდეგო მიმართულებისაა.

**ლაბორატორიული სამუშაო: ელექტრომაგნიტური ინდუქციის მოვლენის შესწავლა**

მიზანი: ელექტრომაგნიტური ინდუქციის მოვლენის ექსპერიმენტული შესწავლა

**აღჭურვილობა:**

სადენები | შემაერთებლებით



კოჭა რკინის მოძრავი გულარით



მაგნიტი



ელექტრომზომი (ციფრული ან ელექტრომექანიკური) - შემავალ სადენებთან თავსებადი შესაერთებლით



### სამუშაოს მსვლელობა

1. მიუერთეთ კოჭა-ხვია მილიამპერმეტრის მომჭერებს. დააყენეთ მაგნიტი კოჭადან 20 სმ. მანძილზე. თვალი ადევნეთ მილიამპერმეტრის ჩვენებებს. ნელა მიუახლოვეთ მაგნიტის ერთ-ერთი პოლუსი ხვიას, შემდეგ რამდენიმე წამით გააჩერეთ მაგნიტი, შემდეგ კი ისევ მიუახლოვეთ ხვიას, ისე, რომ პოლუსი მის შიგნით შესწიოთ. ჩაიწერეთ: ა) წარმოიქმნა თუ არა კოჭაში ინდუქციური დენი, როდესაც მაგნიტს ხვიას მიმართ ვამოძრავებდით? ბ) როდესაც მას ვაჩერებდით?

2. ჩაიწერეთ, იცვლებოდა თუ არა ხვიაში გამავალი მაგნიტური ნაკადი  $\Phi$ : ა) მაგნიტის მოძრაობისას? ბ) მისი გაჩერებისას?

3. განაზოგადეთ თქვენი დაკვირვებები და გააკეთეთ დასკვნა იმის შესახებ, თუ რა პირობებში წარმოიქმნა კოჭაში ინდუქციური დენი?

4. შეამოწმეთ, ერთნაირი იქნება თუ განსხვავებული კოჭაში ინდუქციური დენის მიმართულება, როდესაც მას მაგნიტს მივუახლოვებთ და მოვაცილებთ მაგნიტის იმავე პოლუსს. გააკეთეთ დასკვნა.

5. შეამოწმეთ, შეიცვლება თუ არა ინდუქციური დენის ძალა, თუ მაგნიტის მოძრაობის სიჩქარეს შევცვლით? ამის დასადგენად მაგნიტი კოჭას უფრო სწრაფად მიუახლოვეთ, ვიდრე პირველი ცდისას. როგორ გადაიხრება ამ დროს მილიამპერმეტრის ისარი? როგორ იცვლება ამ დროს ინდუქციური დენის ძალა? როგორ იცვლება ამ დროს კოჭას კონტურში გამავალი მაგნიტური ნაკადი?

6. გაიმეორეთ ცდა - ნაკლები სიჩქარით მიიტანეთ მაგნიტი კოჭასთან. კოჭას მიმართ მაგნიტის მეტი ან ნაკლები სიჩქარით მოძრაობის შემთხვევაში იცვლებოდა თუ არა უფრო ჩქარა ამავე კოჭაში გამავალი მაგნიტური ნაკადი  $\Phi$ ? წარმოიშვებოდა თუ არა კოჭაში მოდულით უფრო დიდი ინდუქციური დენი კოჭაში გამავალი მაგნიტური ნაკადის სწრაფი ან ნელი ცვლილებისას? გააკეთეთ დასკვნა იმის შესახებ, თუ როგორ არის დამოკიდებული ინდუქციური დენის ძალა კოჭას კონტურში გამავალი მაგნიტური ველის ცვლილების სიჩქარეზე.

7. შეცვალეთ მაგნიტის პოლუსი და გაიმეორეთ ყველა დაკვირვება მე-3-ე პუნქტიდან მე-7-ე პუნქტის ჩათვლით. აღწერეთ თქვენი დაკვირვებები. განაზოგადეთ თქვენი დაკვირვებები და გააკეთეთ დასკვნა იმის თაობაზე, თუ რაზეა დამოკიდებული კოჭაში წარმოქმნილი ინდუქციური დენის სიდიდე და მიმართულება.

**ექსპერიმენტი №16. აირის ტემპერატურას, მოცულობასა და წნევას შორის კავშირის  
გაზომვა და გამოკვლევა (მე-11 კლასი)**

**სადემონსტრაციო ექსპერიმენტი**

**აღჭურვილობა:**

ლითონის სადგარზე დამაგრებული  
დგუშიანი ცილინდრი მანომეტრით



ცდა1. ხელსაწყო წარმოადგენს 60 მლ ტევადობის პლასტიკის ცილინდრს, რომელსაც დანაყოფები და დგუში აქვს; დგუში გადაადგილდება საყრდენკუთხვილებიანი ხრახნითა და სახელურით, რომელიც დრეკადი მილით აირის შეერთებული სადემონსტრაციო ისრიან მანომეტრთან. ცილინდრის ქვედა ნაწილში დაყენებულია თერმომგრძნობიარე წინაღობა, რომელიც შეერთებულია ტემპერატურის ციფრულ ინდიკატორთან.

ხელსაწყო ბოილ-მარიოტის კანონის ექსპერიმენტული შემოწმების საშუალებას იძლევა.

ცდების ჩატარებისას ათანაბრებენ წნევას დგუშის ქვეშ და გარეთა არეში ორივე ონკანის მოშვებით. შემდეგ კეტავენ გარეთა ონკანს და სახელურის მოტრიალებით ქვემოთ სწევვენ დგუშის ჭოკს. აკეთებენ პაუზებს და ცხრილში იწერენ დგუშის გადაადგილებას, წნევას და ტემპერატურას. მიღებული მონაცემების საფუძველზე აგებენ მუდმივი ტემპერატურის პირობებში წნევის მოცულობაზე დამოკიდებულებას.

**ლაბორატორიული სამუშაო: ატმოსფერული წნევის განსაზღვრა ბოილ-მარიოტის კანონის გამოყენებით**

**აღჭურვილობა:**

ორი მინის მილაკი (ერთი - საცობიანი)

შტატივი

სადემონსტრაციო სახაზავი ( $\pm 5$  მმ)

წყალი

სილიკონის მილაკი

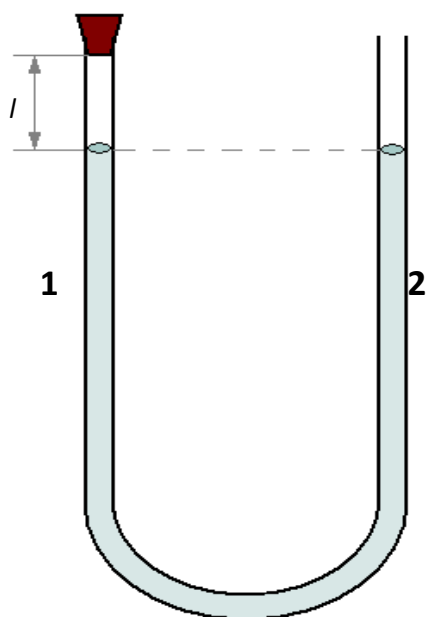
მოსწავლის სახაზავი ( $\pm 1$  მმ)

ბარომეტრი

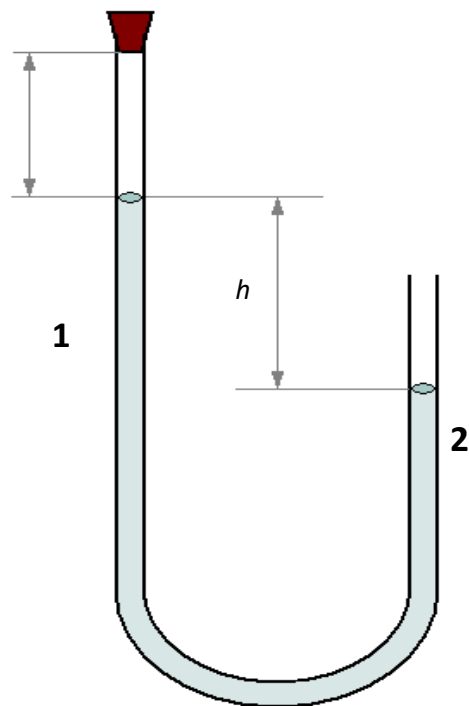
**სამუშაოს მსვლელობა:**

1. ვეცნობით ლაბორატორიულ დანადგარს.
2. 1 და 2 მილებში წყლის დონეს ვათანაბრებთ. სახაზავით ვზომავთ ჰაერის სვეტის სიგრძეს ( $l$ ) (ნახ. 46).
3. ვწევთ მე-2-ე მილს დიდ სიმაღლეზე. ვზომავთ მილებში წყლის დონეებს შორის სხვაობას ( $h$ ) და მილში ჰაერის სვეტის სიმაღლეს 1 ( $l-l_1$ ).
4. ვიმეორებთ მე-3-ე პუნქტის მოქმედებებს სხვადასხვა სიმაღლისათვის. შემდეგ მილს პირველ მილში წყლის დონეზე დაბლა ვწევთ და ვზომავთ სვეტის სიმაღლეს პირველ მილში 1 ( $l+l_1$ ) (ნახ. 47).
5. ყველა გაზომვა ცხრილში შეგვაქვს.
6.  $l+l_1$ ,  $l-l_1$  და  $h$  გაზომვების ყველა შედეგის გამოყენებით გამოვთვლით ჰაერის ატმოსფერულ წნევას ( $p$ ). ვადარებთ მიღებულ შედეგებს ბარომეტრის ჩვენებებს ( $p_0$ ).

7. ვაგებთ გრაფიკს, ვადგენთ გაზომვების ცდომილებას, ვაკეთებთ დასკვნას.



| ნახ 46 |



| ნახ 47 |

გამოთვლათა ფორმულები:

| თუ წყლის დონე 1-ელ მილში უფრო მაღალია, ვიდრე მე-2-ე მილში                                                                   | თუ წყლის დონე 1-ელ მილში უფრო დაბალია, ვიდრე მე-2-ე მილში                                                                   |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $pV = (p - \Delta p)(V + V_1)$ $p = \frac{\Delta p(V + V_1)}{V_1}$ $p = \frac{\rho gh(l + l_1)}{l_1}$ $l_1 = (l + l_1) - l$ | $pV = (p + \Delta p)(V - V_1)$ $p = \frac{\Delta p(V - V_1)}{V_1}$ $p = \frac{\rho gh(l - l_1)}{l_1}$ $l_1 = l - (l - l_1)$ |

*შედეგების ცხრილი*

| № | $l+l_1,$<br>მ | $l-l_1,$<br>მ | $l_1,$ მ | $h,$ მ | $p,$ პა | $p_6,$ პა |
|---|---------------|---------------|----------|--------|---------|-----------|
| 1 |               |               |          |        |         |           |
| 2 |               |               |          |        |         |           |
| 3 |               |               |          |        |         |           |
| 4 |               |               |          |        |         |           |
| 5 |               |               |          |        |         |           |
| 6 |               |               |          |        |         |           |

## ექსპერიმენტი №17. მექანიკური ქანქარა, ტალღები გრძელ ზამბარაზე, რეზონანსი, რხევებისა და ტალღების მახასიათებლები (მე-11 კლასი)

### სადემონსტრაციო ექსპერიმენტი

#### აღჭურვილობა:

კაუჭებიანი საწონები შესანახი

ყუთით



შტატივი

მაფი

სადემონსტრაციო წამმზომი

ზამბარების ნაკრები



გრძელი ზამბარა



ცდა 1. თავისუფალი რხევები სიმძიმის ძალისა და დრეკადობის ძალის მოქმედებით.

თავიდან ხდება უმარტივესი რხევის სისტემის დემონსტრაცია - მაფის ქანქარა, რომელიც უნივერსალური შტატივისგან აწყობილ Γ-ს ფორმის დგარზეა დაკიდებული. ქანქარას ხელით გადასწევნ წონასწორობის მდგომარეობიდან და ხელს უშვებენ, აკვირდებიან თავისუფალ რხევებს. მოსწავლეებს განუმარტავენ, რომ ნებისმიერ რხევით სისტემაში თავისუფალი რხევები მხოლოდ შიდა ძალების მოქმედებისა და სხეულის ინერციის ხარჯზე ხდება. სისტემაში ქანქარა - დედამიწა შიდა ძალა არის სიმძიმის ძალა. ამას უნდა მიეყვას ყურადღება, რადგან მოსწავლეები ხშირად სიმძიმის ძალას გარე ძალად თვლიან.

ქანქარას რხევის დაკვირვებისას ადგენენ, რომ ენერგია, რომელიც რხევით სისტემას გადაეცა, თანდათან გარემოში იფანტება. ამის შედეგად ამპლიტუდა თანდათან მცირდება და ბოლოს რხევები წყდება. ცდა გვიჩვენებს, რომ თავისუფალი რხევები მიღევადაა.

ამის შემდეგ ხდება ზამბარული ქანქარას დემონსტრაცია.

შემდეგ გვიჩვენებენ, როგორ წარმოიშვება რხევითი მოძრაობები, როდესაც სხეულზე ერთდროულად ორი განსხვავებული ძალა მოქმედებს: სიმძიმის ძალა და დრეკადობის ძალა.

ცდის დემონსტრირება ხდება ვერტიკალურ ზამბარიან ქანქარაზე. წონასწორობის მდგომარეობაში ბირთვზე მოქმედებს ორი ძალა: სიმძიმის ძალა და ზამბარის დრეკადობის ძალა. ეს ძალები სიდიდით ტოლია, მიმართულებით კი საწინააღმდეგო. შესაბამისად მათი ტოლქმედი ნულის ტოლია. ტვირთის წონასწორობის მდგომარეობის ვერტიკალიდან ყოველი გადახრისას მარეზულტირებელი ტოლქმედი ძალა ნულისგან განსხვავებული ხდება, ვინაიდან ბურთის წონა მუდმივი რჩება, ხოლო დრეკადობის ძალა იცვლება ზამბარის დაგრძელების პროპორციულად.

ამის საჩვენებლად ტვირთს ოდნავ ძირს დასწევენ და მოსწავლეების ყურადღებას ამახვილებენ იმაზე, რომ ახლა ზამბარის დრეკადობის ძალა ბურთის წონაზე მეტი გახდა და მათი სხვაობის ტოლი ტოლქმედი ძალა ვერტიკალურად მაღლაა მიმართული. ამაში ვრწმუნდებით, როცა ტვირთს ვუშვებთ. ტოლქმედი ძალის მოქმედებით ის საწყის მდგომარეობას უბრუნდება, მაგრამ ინერციით მას გაივლის.

ზემოთ ასულ ტვირთს ისევ აჩერებენ ამ მდგომარეობაში, განმარტავენ, რომ დრეკადობის ძალა ტვირთის წონაზე ნაკლები გახდა ტოლქმედი ძალა ვერტიკალურად ქვემოთ არის მიმართული. ტვირთს ხელს უშვებენ და ის თავისუფალ რხევით მოძრაობას ასრულებს.

ზემოთ აღწერილი ცდების უფრო მეტი თვალსაჩინოებისა და გამომსახველობისათვის უნდა გავითვალისწინოთ შემდეგი შენიშვნები. ძაფის ქანქარის დემონსტრაციისას ტვირთი საკუთარი ღერძის გარშემო არ უნდა ტრიალებდეს. ამიტომ მას დაუგრეხავ ძაფზე კიდებენ ან ორძაფ საკიდელს იყენებენ. ქანქარა იმ სიბრტყეში უნდა ასრულებდეს რხევებს, რომელიც მოსწავლეთა მხედველობის სხივის პერპენდიკულარულია.

ცდა 2. ჰარმონიული რხევითი მოძრაობა, რხევების პარამეტრები

საკმარისად ნელი და ხანგრძლივი რხევების მისაღებად აწყობენ ვერტიკალურ ზამბარიან ქანქარას. შტატივის ღვარის ზედა ბოლოსთან ლითონის მოკლე ღეროზე ამაგრებენ ზამბარას, ქვემოთ კი შტატივის თათში ვერტიკალურად ამაგრებენ სახაზავს.

ზამბარის თავისუფალ ბოლოზე კიდებენ 1 კგ წონის საკიდს და ისე ამაგრებენ სკალას, რომ მისი ნულოვანი დანაყოფი უძრავი საწონის შუა წერტილის დონეზე იყოს. მაგიდაზე ქანქარას გვერდით დგამენ სადემონსტრაციო წამმზომს.

ქანქარა რხევაში მოჰყავთ ვერტიკალური ხაზის გასწვრივ და ცდის გამოყენებით შემოჰყავთ შემდეგი ცნებები.

1. რხევის პერიოდი და სიხშირე. ერთ-ერთ იმ მომენტში, როცა ქანქარა უკიდურეს (განაპირა) მდებარეობას გადის, რთავენ სადემონსტრაციო წამმზომს და ზომავენ რამდენიმე სრული რხევის დროს. მიღებული მონაცემებით გამოთვლიან ერთი სრული რხევის დროს. ამ დროის უკუპროპორციულ სიდიდეს რხევების სიხშირეს უწოდებენ.

2. ამპლიტუდა და წანაცვლება. იმეორებენ ცდას და როდესაც საწონი უკიდურეს ზედა ან ქვედა წერტილშია, მას ხელით აჩერებენ. რხევაში მყოფი სხეულის წონასწორობის მდგომარეობიდან ასეთ უდიდეს გადახრას ამპლიტუდას უწოდებენ, ხოლო ყველა შუალედურ გადახრას - წანაცვლებას.

სადემონსტრაციო სკალაზე ზომავენ რხევის ამპლიტუდას. ცდის საშუალებით უჩვენებენ, როგორ არის ამპლიტუდის სიდიდე დამოკიდებული პირველი ბიძგის ძალაზე, რომელსაც ქანქარა მოძრაობაში მოჰყავს (სხეულისათვის გადაცემული ენერგიის სიდიდეზე).

3. რხევის ფაზა. განაგრძობენ ქანქარას რხევებზე დაკვირვებას და აღნიშნავენ, რომ სხვადასხვა მომენტში ის წონასწორობის მდგომარეობის მიმართ სხვადასხვა მდგომარეობას იკავებს. ყოველ მდგომარეობას გარკვეული წანაცვლება და მოძრაობის მიმართულება აქვს. ერთსა და იმავე მდგომარეობას უკიდურესი მდგომარეობების გარდა, ქანქარა ორჯერ გადის პერიოდის განმავლობაში, მაგრამ ერთხელ ისე, რომ ზემოთ არის მიმართული მისი მოძრაობა, მეორედ კი - ქვემოთ. ყოველი პერიოდის შემდეგ ქანქარა ისევ წინა მდგომარეობას უბრუნდება, ხოლო ყოველი ნახევარი პერიოდის შემდეგ მდგომარეობებს შორის სხვაობა მხოლოდ მოძრაობის მიმართულებაშია. ამასთან დაკავშირებით აღნიშნავენ, რომ რხევაში მყოფი სხეულის წანაცვლება და მისი მოძრაობის მიმართულება წონასწორობის მდგომარეობის მიმართ დროის ნებისმიერ მომენტში ხასიათდება გარკვეული ფიზიკური სიდიდის მეშვეობით, რომელსაც რხევის ფაზა ეწოდება.

ცდა 3. ქანქარების რეზონანსი

აწყობენ დანადგარს ნახატის მიხედვით (ნახ. 48) ცდა შემდეგი თანმიმდევრობით ტარდება:

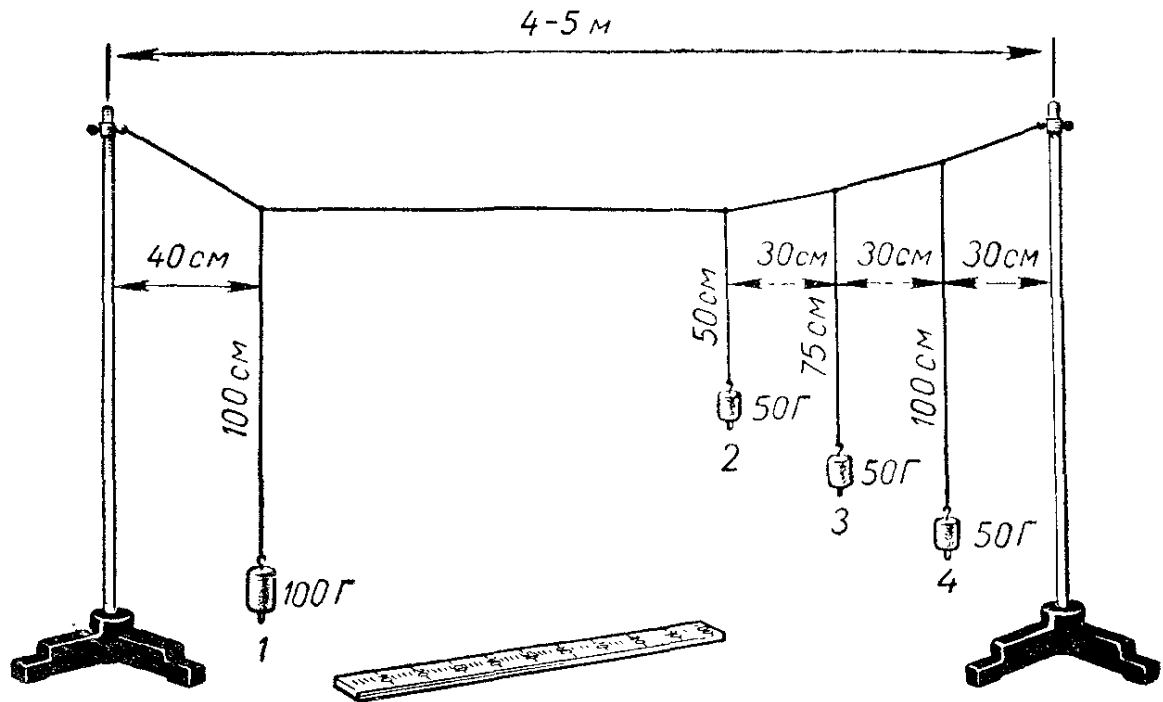
მაფს შუაში ჰკიდებენ ხელს და მცირე ამპლიტუდით რხევაში მოჰყავთ. რხევების სიხშირე ისეთივე უნდა შეირჩეს, როგორიც ერთ-ერთი ქანქარას საკუთარი რხევების სიხშირეა. შერჩეული ქანქარას რხევის ამპლიტუდა თანდათან იზრდება, მაშინ, როდესაც დანარჩენი ქანქარები ოდნავ ირხევა.

მაფის რხევის სიხშირეს ცვლიან და ცდას რიგრიგობით იმეორებენ ყველა ქანქარაზე, განმარტავენ მოვლენის არსს.

ყველა ქანქარას აჩერებენ, პირველი ქანქარა კი რხევაში მოჰყავთ (ის ვიბრატორის როლს ასრულებს) და დანარჩენ ქანქარებს აკვირდებიან. ამჩნევენ, რომ ყველაზე მეტად მე-4-ე ქანქარა ირხევა, რომლის რხევების სიხშირეც ვიბრატორისას ემთხვევა.

მოსწავლეთა ყურადღება უნდა გამახვილდეს ვიბრატორისა და რეზონატორის რხევების ფაზების სხვაობაზე. რეზონანსის დროს ის 90°-ის ტოლია, რაც ძალიან კარგად ჩანს ცდის მსვლელობისას იმის გამო, რომ ქანქარების რხევა ნელია.

აღწერილი ცდების დაყენებისას დიდი მნიშვნელობა აქვს, თუ რამდენად ძლიერია ქანქარებს შორის გადაბმა. ძაფი მათ შორის ძალზე დუნედ უნდა იყოს დაჭიმული, რომ ვიბრატორიდან ენერგია მხოლოდ ერთი მიმართულებით ვრცელდებოდეს - რეზონატორის მიმართულებით. ძლიერი გადაბმისას ხდება ქანქარებს შორის ენერგიის გაცვლა და რეზონანსის მოვლენას ფეთქვა ართულებს.



ნახ. 48

#### ცდა 4. ტალღა გრძელ ზამბარაზე

გრძელ ზამბარას ერთი ბოლოთი ამაგრებენ მდგრად საყრდენზე (კედელზე). მეორე ბოლო ექსპერიმენტატორს ხელში უჭირავს. ტალღის წარმოშობის ასახსნელად ექსპერიმენტატორს ზამბარის თავისუფალი ბოლო ვერტიკალურ რხევაში მოჰყავს. ზამბარის გასწვრივ წარმოიქმნება განივი ტალღა. ყურადღება მახვილდება წონასწორობის მდგომარეობიდან ზამბარის ნაწილების გადახრის მაქსიმუმებზე. საგულისხმოა, რომ მაქსიმუმები ზამბარის გასწვრივ გადაადგილდება, რაც ტალღის გავრცელების მიმართულებას გვიჩვენებს. მაქსიმუმებს შორის მანძილი (ტალღის სიგრძე) ზამბარის დაჭიმულობის ძალით განისაზღვრება. იგივე ექსპერიმენტის დემონსტრირება შეიძლება იატაკის გლუვ ზედაპირზეც. არჩევენ ისეთ ზამბარის დაჭიმულობას და გრძივი ტალღის წარმოქმნის სიხშირეს, რომელთა დროსაც მიიღება მდგარი ტალღა, რომელშიც მაქსიმუმები ადგილს არ იცვლის. ყურადღებას ამახვილებენ იმაზე, რომ მდგარი ტალღა პირდაპირი და არეკლილი ტალღების შეკრების შედეგად მიიღება.

გრძელ ზამბარას ერთი ბოლოთი უძრავ საყრდენზე ამაგრებენ. მეორე ბოლო ექსპერიმენტატორს რხევით მოძრაობაში მოჰყავს ზამბარის მიმართულებით. ხდება

შეკუმშვის გრძივი ტალღის წარმოქმნის დემონსტრირება. საჭირო პირობების შერჩევით ვუჩვენებთ შესქელებებს და ვადგენთ, როგორ არის მათ შორის მანძილი დამოკიდებული ზამბარის დაჭიმულობაზე. შემდეგ ხდება მდგარი გრძივი ტალღის წარმოშობის დემონსტრირება.

### **ლაბორატორიული სამუშაო: მაფიანი ქანქარას გამოკვლევა**

#### **აღჭურვილობა:**

შტატივი ქუროთი და თათით

ლითონის ბურთულა, რომელზეც მაფია

მიმაგრებული

საზომი ლენტა

წამმზომ-ისრიანი საათი

#### **სამუშაოს მსვლელობა:**

1. დადგით შტატივი მაგიდის კიდესთან. დაამაგრეთ შტატივის თათით რეზინის ნაჭერი, რომელზეც ქანქარა კიდია.

2. პირველი ცდისთვის დააყენეთ 5 სმ ქანქარის სიგრძე (ქანქარის სიგრძე იზომება საკიდი წერტილიდან ბურთულის შუამდე). გადახარეთ ბურთულა წონასწორობის მდგომარეობიდან მცირე ამპლიტუდით (1 -2 სმ) და გაუშვით. გაზომეთ დროის მონაკვეთი, რომლის განმავლობაშიც ქანქარა 30 სრულ რხევას ასრულებს. გაზომვის შედეგები ცხრილში შეიტანეთ.

3. ჩაატარეთ კიდევ 4 ცდა ისევე, როგორც პირველი. ყოველ ჯერზე მაფის სიგრძე დააყენეთ ცხრილში მითითებული სიდიდის შესაბამისად.

4. ყოველი ცდისთვის რხევების პერიოდის მნიშვნელობა გამოიანგარიშეთ შემდეგი ფორმულით:

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

5. გამოთვალეთ რხევების სიხშირე შემდეგი ფორმულით :

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

6. გამოთვლების შედეგები შეიტანეთ ცხრილში.

7. გააკეთეთ დასკვნა იმის შესახებ, თუ როგორ არის დამოკიდებული რხევების პერიოდი და სიხშირე ქანქარის სიგრძეზე.

8. გამოთვალეთ თავისუფალი ვარდნის აჩქარების მნიშვნელობა ექსპერიმენტის მსვლელობისას მიღებული მონაცემების მიხედვით, შემდეგი ფორმულის მიხედვით  $g = \frac{4\pi^2 l}{T^2}$

**შედეგთა ცხრილი:**

| ცდის №<br>ფიზიკური<br>სიდიდე  | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|-------------------------------|---|---|---|---|---|
| ქანქარას სიგრძე L, მ          |   |   |   |   |   |
| სრული რხევების<br>რაოდენობა N |   |   |   |   |   |
| დრო t, -ს წმ                  |   |   |   |   |   |
| რხევების პერიოდი T, -ს წმ     |   |   |   |   |   |
| რხევების სიხშირე ν, ჰერცი     |   |   |   |   |   |

**ლაბორატორიული სამუშაო. ზამბარიანი ქანქარას რხევების შესწავლა**

**აღჭურვილობა:**

კაუჭებიანი საწონები

შესანახი ყუთით



შტატივი

წამმზომი

ზამბარების ნაკრები



**სამუშაოს მსვლელობა**

1. შეარჩიეთ ერთი ზამბარა და ააწყვეთ ზამბარიანი ქანქარა.
2. გამოიყვანეთ ქანქარა წონასწორობის მდგომარეობიდან, ჩართეთ

წამმზომი და გადათვალეთ ათი რხევა. წამმზომის ჩვენებების გამოყენებით გათვალეთ რხევების პერიოდი და შეავსეთ ცხრილის პირველი სტრიქონი.

| № | N | t,(წმ) | T,(წმ) | m,(კგ) | k,(ნ/მ) |
|---|---|--------|--------|--------|---------|
| 1 |   |        |        |        |         |
| 2 |   |        |        |        |         |
| 3 |   |        |        |        |         |
| 4 |   |        |        |        |         |
| 5 |   |        |        |        |         |

3. გაიმეორეთ ექსპერიმენტი 4-ჯერ, გაზარდეთ მასა, მაგრამ არ შეცვალოთ ზამბარა.მიღებული შედეგები შეიტანეთ ცხრილში.

4. ააგეთ რხევების პერიოდის (T) დამოკიდებულების გრაფიკი მასის კვადრატულ ფესვზე ( $m^{1/2}$ ).

5. გრაფიკის ფორმის მიხედვით განსაზღვრეთ, რა სახის დამოკიდებულება არსებობს პერიოდსა და მასის კვადრატულ ფესვს შორის.

6. შეცვალეთ ქანქარას ზამბარა. გამოიყვანეთ ზამბარა წონასწორობის მდგომარეობიდან ჩართეთ წამმზომი და დათვალეთ 10 რხევა. წამმზომის ჩვენებების მიხედვით გამოთვალეთ რხევების პერიოდი და შეავსეთ ცხრილის პირველი სტრიქონი.

7. რიგ-რიგობით ცვალეთ ზამბარები და შეავსეთ ცხრილის მომდევნო სტრიქონები.

8. ააგეთ რხევების პერიოდის (T) დამოკიდებულების გრაფიკი სიხისტის კოეფიციენტის კვადრატულ ფესვზე. ( $k^{1/2}$ ).

9. გრაფიკის ფორმის მიხედვით განსაზღვრეთ, რა სახის დამოკიდებულება არსებობს პერიოდსა და სიხისტის კოეფიციენტის კვადრატულ ფესვს შორის.

10. გააკეთეთ დასკვნა, რა დამოკიდებულება არსებობს რხევების პერიოდსა და ტვირთის მასასა და ზამბარის სიხისტის კოეფიციენტს შორის.

| № | N | t,(წმ) | T,(წმ) | m, (კგ) | k,( ნ/მ) |
|---|---|--------|--------|---------|----------|
| 1 |   |        |        |         |          |
| 2 |   |        |        |         |          |
| 3 |   |        |        |         |          |
| 4 |   |        |        |         |          |
| 5 |   |        |        |         |          |

ექსპერიმენტი №18. მდგარი ტალღების ექსპერიმენტული გამოკვლევა, ინტერფერენცია, ჰაერის სვეტების რეზონანსული სიხშირე ღია და დახშულ მილაკებში (მე-11 კლასი)

**ლაბორატორიული სამუშაო: ბგერის ტალღის სიგრძის განსაზღვრა**

**აღჭურვილობა:**

კამერტონი რეზონატორზე



დანადგარი მილაკში მდგარი ბგერითი  
ტალღის შესასწავლად (კუნდტის მილი)

სახაზავი

სხვადასხვა სიგრძის ღია მილების ნაკრები

**სამუშაოს მსვლელობა:**

ცდისთვის საჭირო ჰაერის სვეტი კუნდტის ჰორიზონტალურ ლითონის მილშია მოთავსებული. სვეტის მარჯვენა ფუძე მილის ღია ბოლოთი არის შემოსაზღვრული, მარცხენა - მოძრავი დგუშით, რომელიც შეიძლება ვამოძრავოთ მილის გასწვრივ. ჰაერის სვეტის სიგრძე ღია ბოლოდან დგუშამდე იზომება სახაზავით.

1. კამერტონს რბილი მასალა შემოვახვიოთ და ჩაქუჩის დარტყმით მოქმედებაში მოვიყვანოთ.

2. ვამოძრავოთ დგუში მილის გასწვრივ იმისათვის, რომ მოინახოს მისი მდგომარეობები, რომელთა დროსაც ბგერა მნიშვნელოვნად ძლიერდება. ასეთი ადგილების მონიშვნით უფრო ზუსტად დავაყენოთ კამერტონი ნაპოვნი მონაკვეთის ფარგლებში მცირე მანძილზე დგუშის მოძრაობით. კამერტონი მილის ღია ბოლოსთან ახლოს გვეჭიროს.

3. გავზომოთ ჰაერის სვეტის ლიმაღლეები რეზონანსებისას და გამოვთვალოთ ტალღის სიგრძე  $\lambda_1$ .

4. გამოვთვალოთ ჰაერში ბგერის გავრცელების სიჩქარე მოცემულ ტემპერატურაზე, კამერტონისათვის მიღებული შედეგის აბსოლუტური და ფარდობითი ცდომილება.

5. რეზონანსის მეთოდით განვსაზღვროთ მეორე კამერტონის ბგერითი ტალღის სიგრძე  $\lambda_2$ .

6. განვსაზღვროთ მეორე კამერტონის სიხშირე ფორმულით:

7. შევიტანოთ შედეგები ცხრილში.

$$v_2 = \frac{v_1}{\lambda_2} = \frac{\lambda_1 v_1}{\lambda_2}$$

| №  | $\lambda_1, \vartheta$ | $\lambda_2, \vartheta$ | $v_1(\vartheta/\nabla\vartheta)$ | $v_2(\text{ჰერცო})$ |
|----|------------------------|------------------------|----------------------------------|---------------------|
| 1. |                        |                        |                                  |                     |
| 2. |                        |                        |                                  |                     |
| 3. |                        |                        |                                  |                     |