

ფიზიკა

სახელმძღვანელო

7



AZƏRBAYCAN RESPUBLİKASININ DÖVLƏT HİMNİ

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

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

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

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

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



ჰეიდარ ალიევი

აზერბაიჯანელი ხალხის საერთო ეროვნული ლიდერი

LaVine

იალჩინ ისლამზადე
ანარ ალლაჰვერდიევი
დუნიაშალი მემმედოვი

ფიზიკა

ზოგადსაგანმანათლებლო დაწესებულებების მე-7 კლასებისათვის
ფიზიკის საგნის სახელმძღვანელო (მე-2 ნაწილი)

©Azərbaycan Respublikası Elm və Təhsil Nazirliyi



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

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

İstinad zamanı nəşrin müəllif(lər)inin adı göstərilməlidir.

Nəşrdən kommersiya məqsədilə istifadə qadağandır.

Törəmə nəşrlər orijinal nəşrin lisenziya şərtlərilə yayılmalıdır.

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

7

მე-2 ნაწილი

განყოფილება 5 ელექტრული მუხტი და ელექტრული ველი

5.1	სხეულების ელექტრული მუხტი	6
5.2	ხახუნით დაელექტროება	11
5.3	ელექტროსკოპი	17
5.4	გამტარები და დიელექტრიკები	21
5.5	ელექტრული ველი	25
5.6	ინდუქციით დაელექტროება	29
	მეცნიერება, ტექნოლოგია და სიცოცხლე	33
	დასკვნა	34
	განმაზოგადებელი დავალებები	35

განყოფილება 6 ელექტრული წრედი და წრედის ელემენტები

6.1	ელექტრული წრედი და წრედის ელემენტები	38
6.2	ელექტრული დენი	42
6.3	ძაბვა	46
6.4	ომის კანონი	50
6.5	რაზეა დამოკიდებულება გამტარის წინააღობა	54
6.6	ნათურების მიმდევრობითი და პარალელური შეერთება	59
	მეცნიერება, ტექნოლოგია და სიცოცხლე	63
	დასკვნა	64
	განმაზოგადებელი დავალებები	65

განყოფილება 7 მუდმივი მაგნიტი და მაგნიტური ველი

7.1	მუდმივი მაგნიტი	68
7.2	მაგნიტური ველი	72
	მეცნიერება, ტექნოლოგია და სიცოცხლე	75
	დასკვნა	76
	განმაზოგადებელი დავალებები	77
	ლექსიკონი	79

ელექტრული მუხტი და ელექტრული ველი

ყოველდღიურად ატმოსფეროში ხდება მილიონობით ელვის განმუხტვა. ელვა ზოგჯერ იწვევს ხანძრებს. როდესაც ელვა აზიანებს ელექტროგადამცემ და კავშირგაბმულობის ხაზებს, ამან შეიძლება მწყობრიდან გამოიყვანოს საყოფაცხოვრებო ტექნიკა.



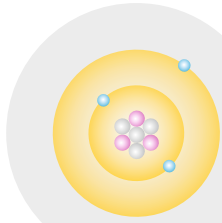
● ჭექა-ქუხილი ეს ერთ-ერთი ელექტრული მოვლენაა, რომელიც გვხვდება ბუნებაში. დიდი ხნის განმავლობაში ადამიანებმა არ იცოდნენ ელვის წარმოქმნის მიზეზი. ელექტრული მოვლენების შესწავლა ერთ-ერთმა პირველმა XVIII საუკუნეში მცხოვრებმა მეცნიერმა, ბენჯამინ ფრანკლინმა, დაიწყო. მან შეისწავლა ელვის წარმოქმნის მიზეზი და გამოიგონა მეხამრიდი, რომელიც იცავს შენობებს მეხის დაცემისაგან.

- 1. ელექტრული მოვლენების შესახებ კიდევ რომელი მაგალითების მოყვანა შეგიძლიათ?
- 2. რომელი ცნებები შეიძლება დაგვეხმარონ ბუნებრივი მოვლენების ახსნაში?

განყოფილებაში შეისწავლით

- არსებობს ორი სახის ელექტრული მუხტი: დადებითი და უარყოფითი
- სხეულები ელექტრული თვალსაზრისით არსებობს ნეიტრალურები და დამუხტულები
- სხეულის დაელექტროება შეიძლება ხახუნით ან შეხების გარეშე
- თავისი გამტარობით ნივთიერებები იყოფა: გამტარებად და დიელექტრიკებად
- დაელექტროებულია სხეული თუ არა შეიძლება გავიგოთ ელექტროსკოპის დახმარებით
- ელექტრული მუხტის მქონე სხეულები და ნაწილაკები თავის გარშემო ქმნის ელექტრულ ველს
- ელექტრული ურთიერთქმედება გადაიცემა ელექტრული ველის საშუალებით
- ელექტრული ველი ხასიათდება დამაბულობითა და ძალწირებით

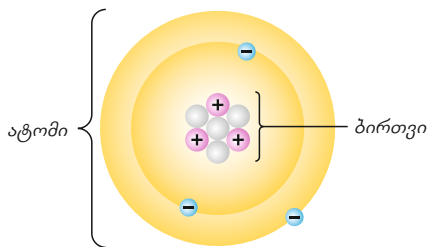
5.1 სხეულების ელექტრული მუხტი



- რა ნაწილაკები შედის სურათზე გამოსახული ატომის შემადგენლობაში?
- რისი ტოლია ამ ნაწილაკების ელექტრული მუხტი?
- რა არის მათი ელექტრული მუხტის ნიშანი?

საკვანძო სიტყვები

ელექტრული მუხტი,
ელექტრული ძალა, იონი



- ელექტრონი (ელექტრული მუხტი უარყოფითია)
- + პროტონი (ელექტრული მუხტი დადებითია)
- ნეიტრონი (დაუმუხტავი ნაწილაკია)

▲ სურათი 1.
ლითიუმის ატომი

იცით თუ არა თქვენ?

ამერიკელმა მეცნიერმა ბენჯამინ ფრანკლინმა (1706-1790), რომ განგვესხვაებინა ერთმანეთისაგან ორი სახის ელექტრული მუხტი, შემოგვთავაზა მათთვის პირობითად გვეწოდებინა “დადებითი მუხტი” და “უარყოფითი მუხტი”.

ბუნების გაკვეთილებზე თქვენ გაეცანით გამტარებსა და დიელექტრიკებს. ნივთიერებების ელექტრული თვისებების განმარტებისთვის საჭიროა ატომის აგებულების შესწავლა.

ატომის აგებულება და ელექტრული მუხტი

ატომი შედგება ბირთვისა და მის გარშემო მბრუნავი ელექტრონებისაგან, ბირთვი კი შედგება პროტონებისა და ნეიტრონებისაგან (სურათი 1). ელექტრონი არის უარყოფითად დამუხტული ნაწილაკი, პროტონი - დადებითად დამუხტული, ხოლო ნეიტრონი არ ფლობს მუხტს, ე.ი. წარმოადგენს ელექტრონეიტრალურ ნაწილაკს. ნაწილაკებს, რომლებიც ფლობენ მუხტს, **ელექტრული მუხტის მატარებლებს** ანუ **დამუხტულ ნაწილაკებს** უწოდებენ. ბუნებაში არსებობს მუხტის ორი სახე. პირობითად მათ უწოდებენ **უარყოფით და დადებით მუხტებს**. ელექტრული მუხტი სკალარული სიდიდეა. მას აღნიშნავენ q ასოთი. SI-ში ელექტრული მუხტის საზომ ერთეულად მიღებულია **კულონი** (1 კ), რომელიც ეწოდა ფრანგი მეცნიერის შარლ კულონის პატივსაცემად:

$$[q] = 1\text{კ}$$

როგორც გამოცდილება უჩვენებს, უმცირესი ელექტრონული მუხტი ბუნებაში ელექტრონის მუხტის ტოლია. ამ მუხტს უწოდებენ **ელემენტარულ მუხტს** და აღნიშნავენ e ასოთი. პროტონებისა და ელექტრონების ელექტრული მუხტები რიცხობრივად ტოლია, მაგრამ მოპირდაპირე ნიშნები აქვს. ასე რომ, ელექტრონებს აქვთ უმცირესი უარყოფითი მუხტი, ხოლო პროტონებს უმცირესი დადებითი მუხტი. რადგან ნაწილაკების მუხტი ძალიან მცირეა, მიღებულია მათი მუხტის ელემენტარული მუხტით გამოსახვა. ამასთან, ელემენტარული მუხტი მიიღება ერთეულად. ელემენტარული მუხტის ერთეულებში ელექტრონი - 1-ის ტოლია, ხოლო პროტონის ელექტრული მუხტი + 1-ის ტოლია. მაგალითად, ელექტრული მუხტის $-2e$ -თი ჩაწერა უჩვენებს, რომ ის არის -2 , $+5e$ -თი ჩაწერა კი ნიშნავს, რომ არის $+5$.

ქვემოთ ცხრილში მოცემულია ელექტრონის, პროტონისა და ნეიტრონის ელექტრული მუხტის მნიშვნელობები და აღნიშვნები.

ატომის შემადგენელი ნაწილაკები	ნაწილაკის აღნიშვნა	ნაწილაკის მუხტი	ნაწილაკის მუხტის ელემენტარული მუხტის ერთეულის მნიშვნელობა
ელექტრონები	e	$q = -e$	-1
პროტონები	p	$q = +e$	+1
ნეიტრონები	n	$q = 0$	0

▲ ელექტრონის, პროტონისა და ნეიტრონის აღნიშვნა და ელექტრული მუხტი

ატომის ელექტრული მუხტი მისი შემადგენელი ელექტრონებისა და პროტონების ელექტრული მუხტების ჯამის ტოლია. ვინაიდან ატომში ელექტრონების რაოდენობა პროტონების რაოდენობის ტოლია, ამიტომ ატომი ელექტრონეიტრალურია ანუ უმუხტო ნაწილაკია.

ამოცანის ამოხსნა

გამოთვალეთ სურათი 1-ზე გამოსახული Li ატომის ელექტრული მუხტი.

ამოხსნა. ბირთვის ელექტრული მუხტი პროტონების ელექტრული მუხტების ჯამის ტოლია. პროტონების ელექტრული მუხტი, ელექტრონის ელექტრული მუხტის მნიშვნელობით იმავე, ნიშნით მოპირდაპირეა. რადგან Li ატომის ბირთვის მუხტია $+3e$, ელექტრონების მუხტის ჯამი კი $-3e$ ამიტომ:

$$q = (-3e) + (3e) = 0$$

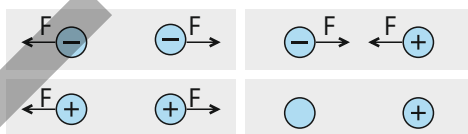
პასუხი: Li ატომის ელექტრული მუხტი ნულის ტოლია.

ელექტრული ძალა

ელექტრულად დამუხტულ ნაწილაკებს შორის ხდება ურთიერთქმედება. ისინი მიიზიდავს ან განიზიდავს ერთმანეთს.

● ურთიერთქმედების ძალებს, დამუხტულ ნაწილაკებს შორის, ელექტრული ძალები ეწოდება.

პრაქტიკით დადასტურდა, რომ ერთნაირი ნიშნის ელექტრული მუხტები განიზიდავს, ხოლო სხვადასხვა ნიშნის - მიიზიდავს ერთმანეთს. დაუმუხტავ ნაწილაკებს ან დამუხტულ და დაუმუხტავ ნაწილაკებს შორის ელექტრული ურთიერთქმედება არ არსებობს (სურათი 2).

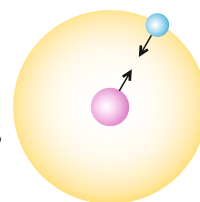


◀ სურათი 2.
ელექტრული ურთიერთქმედება
ნაწილაკებს შორის

კითხვა

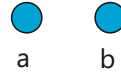
სურათზე გამოსახულია წყალბადის ატომი. როგორ ურთიერთქმედებენ ელექტრონი და პროტონი?

განმარტება. რადგან ელექტრონი დამუხტულია უარყოფითად, ხოლო პროტონი დამუხტულია დადებითად, მათ შორის არსებობს ელექტრული მიზიდულობა.



რომელ შემთხვევაში არ მოქმედებს ნაწილაკები ერთმანეთზე ელექტრული ძალით? სამუშაოს მსვლელობა:

- სურათზე წარმოდგენილია ნაწილაკები **a** და **b**.



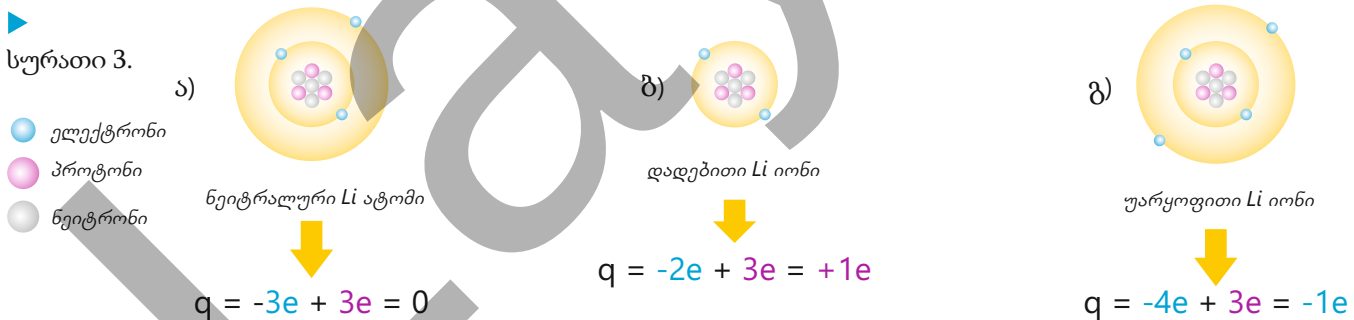
დავუშვათ, რომ **a** ნაწილაკი არის ელექტრონი, ხოლო **b** ნაწილაკი - რიგრიგობით ელექტრონი, პროტონი და ნეიტრონი. განიხილეთ, რომელ შემთხვევაში ნაწილაკებს შორის არ იარსებებს ელექტრული ძალა.

იონები

ზოგიერთ შემთხვევაში ნეიტრალურმა ატომმა შეიძლება მიიღოს ან გასცეს ელექტრონი. როდესაც ატომი იღებს ელექტრონს, ის უარყოფითად დამუხტული ნაწილაკი ხდება, ხოლო როცა გასცემს - დადებითად დამუხტული ნაწილაკი. ამისი მიზეზი მდგომარეობს იმაში, რომ ელექტრონების მიმღებ ატომში ელექტრონების რიცხვი მეტია, ვიდრე პროტონების რიცხვი, ხოლო ატომში, რომელიც გასცემს ელექტრონებს, - ნაკლები.

- იონი არის დამუხტული ატომი, რომელშიც ერთი ან რამდენიმე ელექტრონი მეტია ან ნაკლებია.**

თუ ატომმა დაკარგა ელექტრონი, მას ეწოდება დადებითი იონი, ხოლო თუ მიიღო დამატებითი ელექტრონი - უარყოფითი იონი. იონის ელექტრული მუხტი ტოლია ელექტრული დამუხტული ნაწილაკების ჯამისა, რომლებსგანაც ის შედგება (სურათი 3).



ამოცანის ამოხსნა

იონის ბირთვში, რომლის მუხტიც $-2e$ -ს ტოლია, იმყოფება 16 პროტონი. იპოვეთ ელექტრონების რიცხვი იონში.

ამოხსნა. თუ ელექტრონების რიცხვს აღვნიშნავთ n -ით, მაშინ იონის ელექტრონების საერთო მუხტი იქნება $n(-e)$, პროტონების საერთო მუხტი იქნება $16e$. იონების ელექტრული მუხტი კი ამ მუხტების ჯამის ტოლი იქნება:

$$\begin{aligned} n(-e) + 16e &= -2e \\ -ne &= -2e - 16e \\ -ne &= -18e \\ n &= 18 \\ \text{პასუხი: } 18 \end{aligned}$$

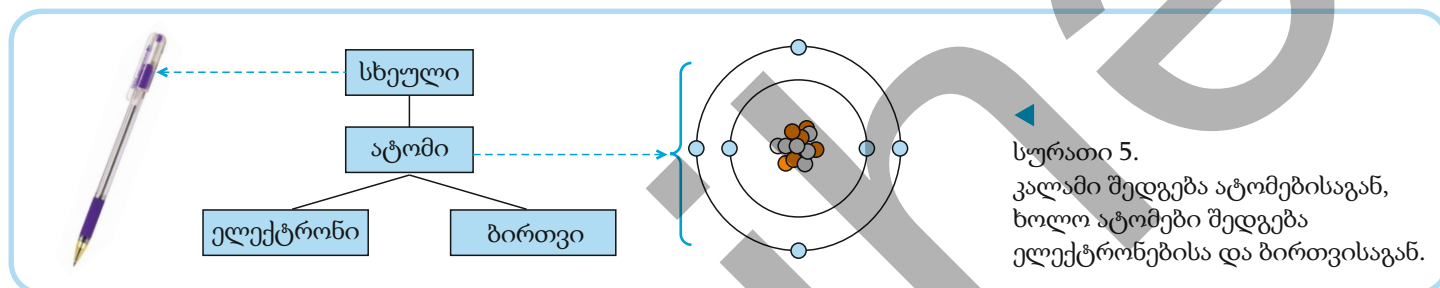
იონის მუხტის რაოდენობის რიცხვითი მნიშვნელობა განისაზღვრება $q = ne$ ფორმულით. სადაც n დაკარგული ან შეძენილი ატომების ელექტრონების რაოდენობაა.

ნივთიერების აგებულება და სხეულის ელექტრული მუხტი

ბუნების გაკვეთილებიდან თქვენ იცით, რომ ყველა სხეული შედგება ნივთიერებისაგან, ხოლო ნივთიერება ატომებისაგან. მაგალითად, მე-4 სურათზე გამოსახულია წიგნი, რომლის ქაღალდი დამზადებულია ხისაგან, ხოლო ხე შედგება ნახშირბადის (C), წყალბადის (H) და ჟანგბადის (O) ატომებისაგან. სხეულის მუხტი განპირობებულია იმ ნაწილაკების ელექტრული მუხტებისაგან, რომლებსაგანაც შედგება სხეული. ნივთიერებების ატომებისაგან აგებულება მთლიანობაში შეიძლება წარმოვიდგინოთ ქვემოთ მოცემული სახით (სურათი 5).



სურათი 4.



სურათი 5.
კალამი შედგება ატომებისაგან, ხოლო ატომები შედგება ელექტრონებისა და ბირთვისაგან.

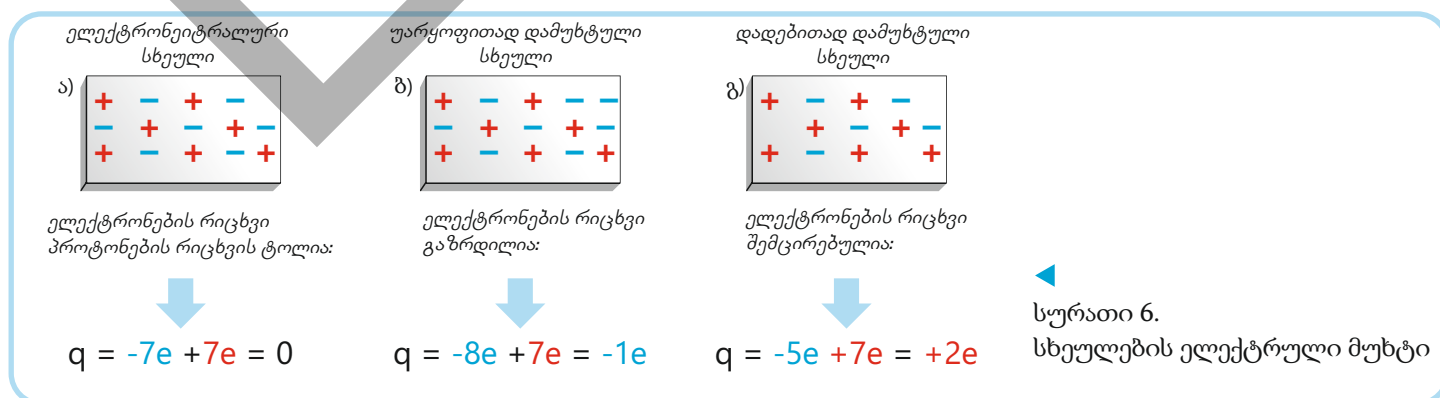
თუ სხეულის ელექტრული მუხტი უარყოფითია, მაშინ მისი მუხტი ტოლია ელექტრონის მუხტის მთელი ჯერადებისა. მაგალითად,

$$q = -1e, q = -2e, q = -3e \text{ და სხვ.}$$

თუ სხეულის ელექტრული მუხტი დადებითია, მაშინ მისი მუხტი ტოლია მთელი რიცხვის პროტონის რიცხვზე ნამრავლისა. მაგალითად,

$$q = +1e, q = +2e, q = +3e \text{ და სხვ.}$$

სხეული შედგება ატომებისაგან. რადგან ატომის მუხტი ნულის ტოლია, სხეულის მუხტიც, ასევე ნულის ტოლია (სურათი 6, ა). ზოგჯერ ნეიტრალურმა სხეულებმა შეიძლება დაკარგოს ან შეიძინოს ელექტრონები, ამიტომ ელექტრონების რიცხვი შეიძლება იყოს პროტონების რიცხვზე მეტი ან ნაკლები. თუ ნეიტრალური სხეული შეიძენს ელექტრონებს, მაშინ იგი ხდება უარყოფითად დამუხტული (სურათი 6, ბ), ხოლო თუ ის კარგავს ელექტრონებს, მაშინ ხდება დადებითად დამუხტული (სურათი 6, გ). დაელექტროებული სხეულის მუხტის რიცხვითი მნიშვნელობა შეიძლება გამოვთვალოთ $q = Ne$ ფორმულით, სადაც N არის სხეულის მიერ შეძენილი ან დაკარგული ელექტრონების რიცხვი.



სურათი 6.
სხეულების ელექტრული მუხტი

გაიაზრე • განიხილე • გააზიარე

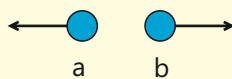
რა მსგავსება და განსხვავებაა გრავიტაციულ და ელექტრულ ძალებს შორის?

გამოიყენეთ მიღებული ცოდნა

- რომელი ძალები აკავებენ ელექტრონებს ბირთვის გარშემო?
- ნეიტრალური ატომის ბირთვში 6 პროტონია. იპოვეთ ელექტრონების რიცხვი ამ ატომში.
- ქვემოთ მოცემული ელექტრული მუხტებიდან რომლები მიიზიდავენ ერთმანეთს? ქვემოთ მოცემული სიტუაციებიდან განმარტეთ თითოეული.
 - ელექტრონი - ელექტრონი
 - ელექტრონი - პროტონი
 - ელექტრონი - ნეიტრონი
- ელექტრონული მუხტი $+4e$ მქონე იონის ბირთვში არის 16 პროტონი. იპოვეთ ელექტრონების რიცხვი მოცემულ იონში.
- რას აღნიშნავს “სხეულის ელექტრული მუხტი $+9e$ ტოლია.” წინადადება?

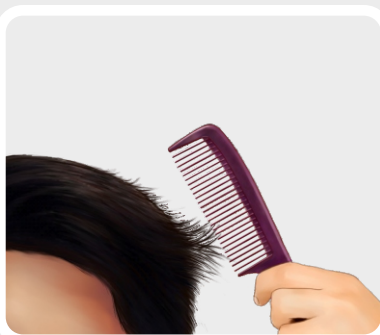
შეამოწმეთ თქვენი ცოდნა

- რომელი ნაწილაკებისაგან შედგება ატომი? რისი ტოლია მათი ელექტრული მუხტი?
- რატომ არის ატომი ელექტრონეიტრალური, როცა ის შედგება დამუხტული და დაუმუხტავი ნაწილაკებისაგან?
- რას ეწოდება იონი?
- ქლორის ატომის ბირთვში (Cl) არის 17 პროტონი. ქვემოთ მოცემული პირობებიდან რომლები უნდა შესრულდეს, რომ მოცემული იონი იყოს უარყოფითი? დაასაბუთეთ თქვენი პასუხი.
 - ელექტრონების რაოდენობა უნდა იყოს 17-ზე მეტი.
 - ელექტრონების რაოდენობა უნდა იყოს 17-ზე ნაკლები.
- დადებითი Li იონის ელექტრული მუხტი $+1e$ -ს ტოლია. იპოვეთ მისი პროტონების რაოდენობა, თუ ელექტრონების რაოდენობა 2-ის ტოლია.
- სურათზე მოცემული **a** და **b** ნაწილაკები რომელი ნაწილაკები შეიძლება იყოს? ღერძები უჩვენებს ელექტრული ძალის მიმართულებას.



5.2 ხახუნით დაელექტროება

აზერმა სარკის წინ თმების დავარცხნისას შეამჩნია შემდეგი: მას შემდეგ, რაც მან რამდენჯერმე გაატარა პლასტმასის სავარცხელი თმებში, მათ დაიწყეს მიზიდვა სავარცხლისაკენ.



- რა მიზეზით იზიდავს სავარცხელი თმებს?
- რატომ არ იზიდავს სავარცხელი თმებს თმებთან პირველი მიახლოებისას და იზიდავს რამდენიმე გადავარცხნის შემდეგ?

როცა ჩვენ ვივარცხნით თმებს სავარცხელი და ჩვენი თმები გარეგნულად არ იცვლება, მაგრამ როცა ჩვენ სავარცხელს მივუახლოვებთ თმებს, ისინი მიიზიდება ერთმანეთისაკენ. აქედან გასაგები ხდება, რომ ხახუნის შემდეგ სხეულებში მოხდა ცვლილება. იმისათვის, რომ გავიგოთ თუ რა ცვლილებებია ეს და როგორ ხდება იგი, აუცილებელია შევისწავლოთ სხეულების ელექტრული* თვისებები.

საკვანძო სიტყვები

დიელექტრიკი, ხახუნი, დაელექტროება

როგორ ხდება ხახუნით დაელექტროება?

ჯერ კიდევ ჩვენს ერამდე ძველმა ბერძნებმა შენიშნეს, რომ ქარვის შალის ქსოვილზე ხახუნის შემდეგ, ის იწყებს სხვა სხეულების მიზიდვას. ამ მოვლენის მიზეზი გახდა ქარვის ხახუნით **დაელექტროება**. როცა ჩვენ თმებს ვივარცხნით, სავარცხელსა და თმებს შორის ხდება ხახუნი, ამიტომ ხდება სავარცხლისა და ჩვენი თმების დაელექტროება. სავარცხლისა და თმების ელექტრული მუხტები მოპირდაპირე ნიშნისაა და ამიტომ ისინი მიიზიდავს ერთმანეთს.

* სიტყვა “ელექტრული” წარმოიშვა სიტყვისაგან “ელექტრონი”. “ელექტრონი” ბერძნული სიტყვაა და ნიშნავს ქარვას.

საქმიანობა

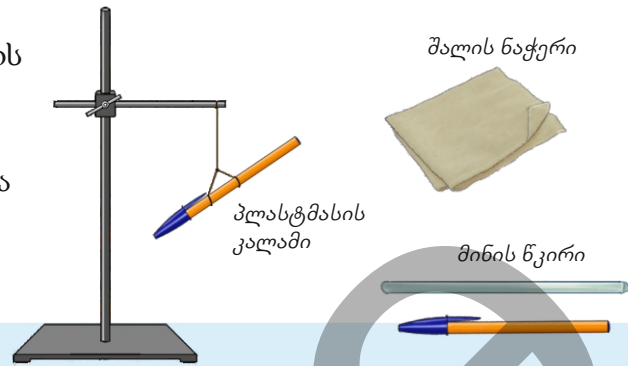
ხახუნით დაელექტროებაზე დაკვირვება

რესურსები: შტატივი, ერთი მინის ღერო, ორი პლასტმასის კალამი, პატარა შალის ქსოვილი.

სამუშაოს მსვლელობა:

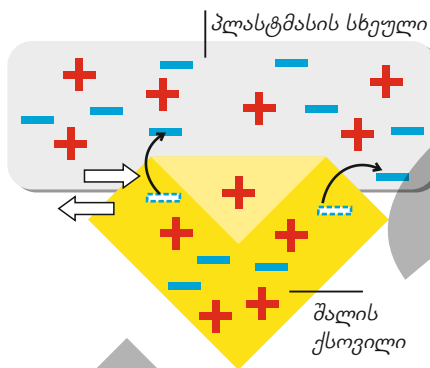
1. ჩამოკიდეთ პლასტმასის კალამი შტატივზე ისე, როგორც სურათზეა ნაჩვენები.
2. ძაფით ჩამოკიდებულ კალამს 10-15 წამის განმავლობაში წაუსვით შალის ქსოვილი.
3. ხელი აიღეთ ისე, რომ კალამმა არ იქანაოს. არ შეახოთ ხელი კალამის იმ ნაწილს, სადაც წაუსვით შალის ნაჭერი.
4. შალის ნაჭერი წაუსვით მეორე პლასტმასის კალამს და მიიტანეთ იგი ჩამოკიდებული კალამის გაწმენდილ ნაწილთან, მაგრამ ნუ შეახებთ მას. ჩაიწერეთ რა შენიშვნით დაკვირვებისას.

5. გადადეთ გვერდით პლასტმასის კალამი და შალის ნაჭრით გაწმინდეთ მინის წკირი. მიუახლოვეთ იგი ჩამოკიდებული კალმის გასუფთავებულ ნაწილს, მაგრამ ნუ შეახებთ მას. ჩაწერეთ თქვენი დაკვირვება მოვლენაზე.



განიხილეთ:

1. რა მოხდა, როცა შალის ქსოვილით გაწმინდეთ პლასტმასის კალამი და მიიტანეთ შტატივზე ჩამოკიდებულ პლასტმასის კალამთან?
2. რა მოხდა, როცა შალის ქსოვილით გაწმინდეთ მინის წკირი და მიიტანეთ შტატივზე ჩამოკიდებულ პლასტმასის კალამთან?
3. რა დასკვნის გაკეთება შეიძლება მინის წკირისა და პლასტმასის კალმის ელექტრული მუხტების ნიშნების შესახებ?



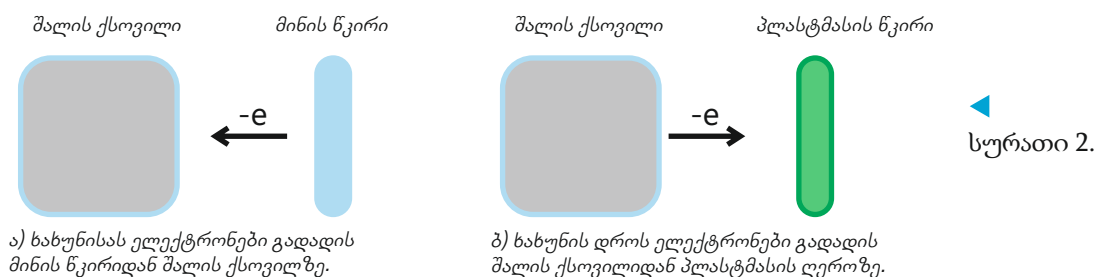
სურათი 1.
ხახუნით დაელექტროება

როცა სხვადასხვა ნივთიერებისაგან დამზადებული ორი სხეული ეხახუნება ერთმანეთს, ელექტრონების გარკვეული რაოდენობა ერთი სხეულიდან გადადის მეორე სხეულზე. ამის მიზეზი მდგომარეობს იმაში, რომ ერთ-ერთი სხეულის ატომის ბირთვები იზიდავს ელექტრონებს დიდი ელექტრული ძალით, ვიდრე მეორე ატომის ბირთვი. ამიტომ ელექტრონების გარკვეული რაოდენობა ტოვებს ხახუნში მყოფ სხეულს და უერთდება მეორე სხეულის ატომებს. შედეგად ხდება ორივე სხეულის დაელექტროება (სურათი 1).

ახლა განვიხილოთ ხახუნით დაელექტროება მაგალითზე.

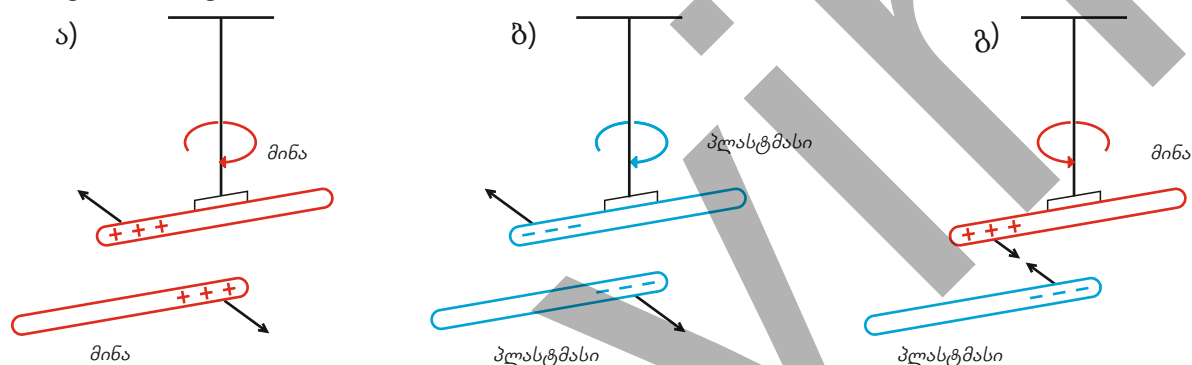
1. როცა თქვენ მინის წკირის უსვამთ შალის ქსოვილს, ელექტრონების გარკვეული რაოდენობა გადაეცემა მინის წკირის და ან შალის ქსოვილს, იმიტომ რომ შალის ქსოვილის ატომები იზიდავენ ელექტრონებს დიდი ელექტრული ძალით (სურათი 2, ა).
2. შალის ქსოვილის პლასტმასის ღეროზე ხახუნისას კი შალის ქსოვილის ატომებიდან ელექტრონების გარკვეული რაოდენობა გამოეყოფა შალის ქსოვილის ატომებს და გადაეცემა პლასტმასის ღეროს ატომებს. იმიტომ, რომ პლასტმასის ღეროს ატომები იზიდავს ელექტრონებს დიდი ელექტრული ძალით (სურათი 2, ბ).

ზემოთ მოყვანილი ორი მაგალითიდან გასაგებია, რომ შალის ქსოვილი ერთ შემთხვევაში იმუხტება უარყოფითად და იღებს დამატებით ელექტრონებს, ხოლო მეორეში - დადებითად, რადგან გადასცემს ელექტრონებს. მაშასადამე დაელექტრებული სხეულის ელექტრული მუხტის ნიშანი დამოკიდებულია იმაზე, თუ რომელ სხეულს ეხახუნება იგი.



აქედან შეიძლება გავაკეთოთ დასკვნა, რომ თუ შალის ქსოვილს ვუხახუნებთ ორ მინის წკირისა და ორ პლასტმასის ლეროს, ამის შედეგად:

- მინის წკირები განიზიდავს ერთმანეთს (სურათი 3, ა).
- პლასტმასის ლეროები განიზიდავს ერთმანეთს (სურათი 3, ბ).
- მინისა და პლასტმასის ლეროები მიიზიდავს ერთმანეთს (სურათი 3, გ).



შალის ქსოვილთან ხახუნისას მინის წკირი კარგავს ელექტრონებს, ხოლო პლასტმასის წკირი - იერთებს ელექტრონებს. მაშასადამე, მინის წკირი დამუხტულია დადებითად, ხოლო პლასტმასის - უარყოფითად. ამიტომ თუ დადებითად დამუხტული მინის წკირი მიიზიდავს რომელიმე სხვა სხეულს, შეიძლება გავაკეთოთ დასკვნა, რომ ამ სხეულის ელექტრული მუხტი უარყოფითია.

როგორც ვხედავთ, სხეულების ხახუნით დაელექტროება ხდება ხახუნის დროს განსაზღვრული რაოდენობის ელექტრონების ერთი სხეულიდან მეორეზე გადაცემის შედეგად.

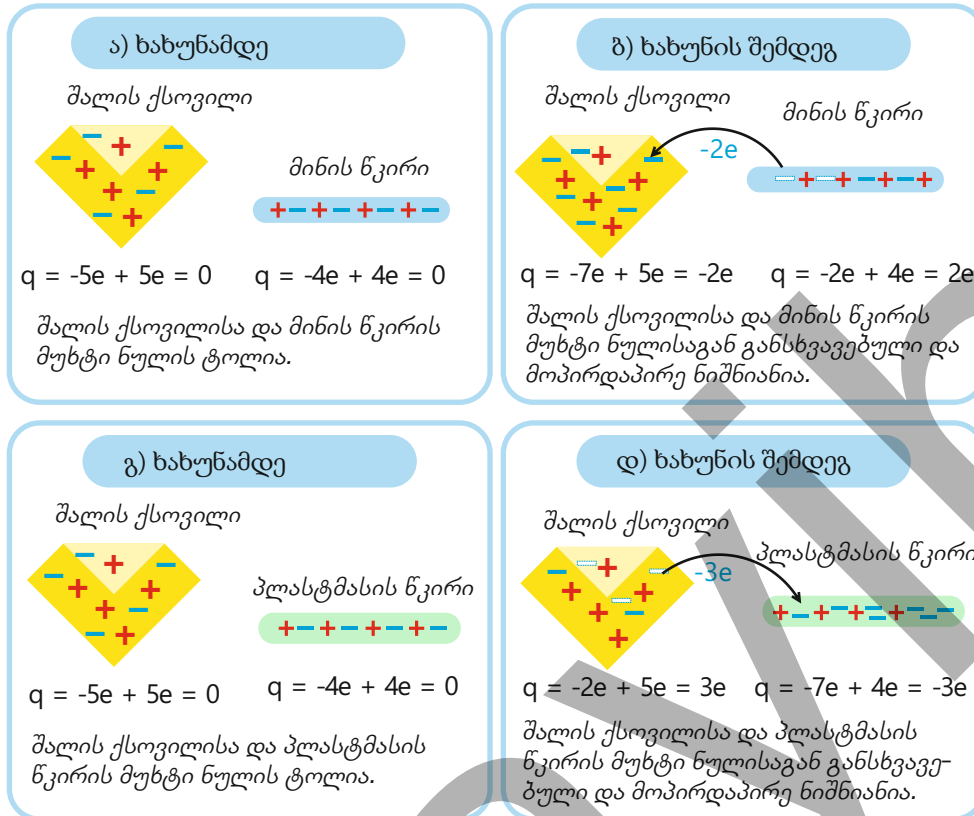
რადგან ელექტრონების მასა ძალიან მცირეა, ამიტომ სხეულის ხახუნით დაელექტროებისას სხეულის მასის ცვლილება ძალიან უმნიშვნელოა. ამის გამო სხეულების გარე ცვლილებების ან მათი მასის ცვლილებების შემჩნევა ხახუნით დაელექტროებისას შეუძლებელია.

იციტ თუ არა თქვენ?



- ქარვა ეს არის გაქვავებული ხის ფისი. როგორც წესი, ის არის ყვითელი, ყავისფერი ან წითელი ფერის. ქარვისაგან ამზადებენ სამაჯურსა და სხვა სამკაულებს.

უარყოფითი და დადებითი მუხტების რაოდენობა ქსოვილსა და თითოეულ ღეროზე სურათი 4, ა და გ-ზე ტოლია. ამიტომ თითოეული მათგანის საბოლოო ელექტრული მუხტი ნულის ტოლია. სურათი 4 ბ და დ-ზე კი ნაჩვენებია, რომ ღეროების ქსოვილზე ხახუნის შემდეგ მუხტები ნულისაგან განსხვავებულია.



▲ სურათი 4.

მინის წკირიდან გამოყოფილი ელექტრონების რაოდენობა შალის ქსოვილზე გადაცემული ელექტრონების რაოდენობის ტოლია. პლასტმასის წკირზე გადაცემული ელექტრონების რაოდენობა კი შალის ქსოვილიდან გამოყოფილი ელექტრონების რაოდენობის ტოლია. ეს კი იმას ნიშნავს, რომ ხახუნისას სხეულებში ახალი მუხტი არ წარმოიქმნება და არ იკარგება.

ხახუნში მყოფ სხეულებში ელექტრული მუხტების საერთო რაოდენობა არ იცვლება. სხეულების დაელექტროებისას ელექტრონების ერთი სხეულიდან მეორეზე გადაცემა ხდება. პროტონები ბირთვში მდებარეობს და ერთი სხეულიდან მეორეში არ გადადის.

ხახუნით დაელექტროების პირობები

სხეულების ხახუნით დაელექტროებისათვის დაცული უნდა იყოს ორი პირობა:

1. ნივთიერებები, რომლებიცგანაც დამზადებულია სხეულები, უნდა იყოს სხვადასხვა. რადგან სხეულების ატომების ბირთვი, რომლებიც შედგება ერთი და იმავე ნივთიერებისაგან, მიიზიდავს ელექტრონებს ერთნაირი ელექტრული ძალით, ელექტრონები მოზიდვისათვის ხახუნისას არ გადაეცემა ერთი სხეულიდან მეორეს და შედეგად არ ხდება დაელექტროება. მაგალითად, თუ შალის ქსოვილს ვუხახუნებთ შალის ქსოვილზე არ დაელექტროვდება.

2. სხეულები უნდა დამზადდეს დიელექტრიკული ნივთიერებებისაგან. დიელექტრიკებს მიეკუთვნებიან: მინა, შალი, აბრეშუმი, ბამბა, პლასტმასა და სხვ.

დაელექტროების მიმდევრობა

ცდით განისაზღვრა ზოგიერთი სხეულის დაელექტროების მიმდევრობა ხახუნის გზით. ეს მიმდევრობა ასეთია: თუ ჩვენ ცხრილიდან რომელიმე სხეულს ვუხახუნებთ იმ სხეულს, რომელიც მოდის მის შემდეგ, მაშინ ელექტრონები გადაეცემა შემდეგ სხეულს. ასე რომ ზედა იქნება დამუხტული დადებითად, ხოლო ქვედა უარყოფითად. მაგალითად, თუ ჩვენ ვუხახუნებთ მინის სხეულს, დანარჩენი ხუთი სხეულიდან რომელიმეს, მაშინ მინის სხეულიდან ელექტრონები გადაეცემა სხვას. თუ ბამბის სხეულს ვუხახუნებთ ცხრილში მოცემული სხეულებიდან რომელიმეს, მაშინ სვეტში მოცემულებიდან ის მხოლოდ პლასტმასის სხეულს გადასცემს ელექტრონებს. თავის წინ მყოფი ოთხი სხეულიდან კი ელექტრონებს მიიღებს.

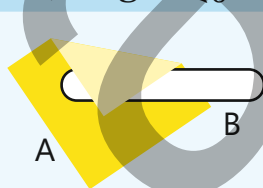
	სხეული	მუხტის ნიშანი
1	მინა	
2	შალი	
3	აბრეშუმი	
4	ქაღალდი	
5	ბამბა	
6	პლასტმასა	

▶ ხახუნით დაელექტროების მიმდევრობა

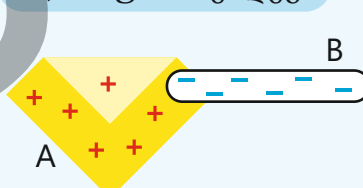
ამოცანის ამოხსნა

როცა A და B ნეიტრალური სხეულები ეხახუნება ერთმანეთს, A სხეულიდან 6 ელექტრონი გადაეცემა B სხეულს. რისი ტოლია A და B სხეულების მუხტების ჯამი ხახუნის შემდეგ?

ა) ხახუნამდე



ბ) ხახუნის შემდეგ



ამოხსნა. როცა A ნეიტრალური სხეულიდან B-ს გადაეცემა 6 ელექტრონი, A სხეულის მუხტი ხდება $+6e$ -ს ტოლი, ხოლო B სხეულის მუხტი $-6e$. ვიპოვოთ ორივე სხეულის მუხტების ჯამი:

$$q = -6e + 6e = 0.$$

ეს ნიშნავს, რომ მუხტების ჯამი რჩება უცვლელი.

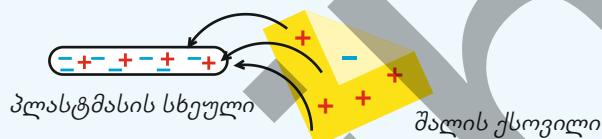
პასუხი: A და B სხეულების მუხტების ჯამი ხახუნის შემდეგ 0-ის ტოლია.

გაიანზრე • გაანოხილე • გააანალიზე

ყოველდღიური ცხოვრებიდან რომელი მოვლენა შეგიძლიათ განმარტოთ ხახუნით დაელექტროების დახმარებით?

გამოიყენეთ მიღებული ცოდნა

1. თმების დავარცხნისას ხდება თქვენი თმებისა და სავარცხლის დაელექტროება. რისი ტოლია მუხტების ჯამი თქვენს თმებსა და სავარცხელზე? დაასაბუთეთ თქვენი პასუხი.
2. მინისა და პლასტმასის წკირის შალის ნაჭრით ხახუნისას ხდება მათი დაელექტროება.
 - ა) დაელექტროების თანმიმდევრობის ცხრილის გამოყენებით განსაზღვრეთ თითოეული მათგანის ელექტრული მუხტის ნიშანი. დაასაბუთეთ თქვენი პასუხი.
 - ბ) რისი ტოლია სამივე სხეულის მუხტის ჯამი ხახუნის შემდეგ?
3. პლასტმასის სხეულზე შალის ქსოვილის ხახუნისას, სხეულს გადაეცემა უარყოფითი ელექტრული მუხტი, ხოლო შალის ქსოვილს - დადებითი. ეს ნიშნავს, რომ ხახუნისას ელექტრონები შალის ქსოვილიდან გადაეცემა პლასტმასის სხეულს. რატომ გადაეცემა ელექტრონები შალის ქსოვილიდან პლასტმასის სხეულს და არა პლასტმასიდან შალს?



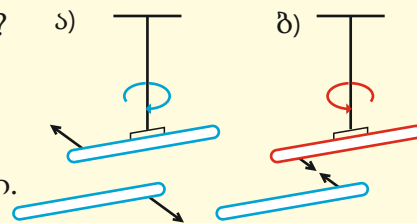
შეამოწმეთ თქვენი ცოდნა

1. A ნეიტრალური სხეულის 5 ელექტრონი გადაეცა B ნეიტრალურ სხეულს. განსაზღვრეთ, თითოეული ამ სხეულის ელექტრული მუხტის მნიშვნელობა და ნიშანი.
2. თუ გავაპრიანებთ მინისა და პლასტმასის წკირებს შალის ქსოვილით, ორივე ღერო დაელექტროვდება, თუმცა, როცა შალის ქსოვილები ეხახუნება ერთმანეთს, დაელექტროება არ ხდება. განმარტეთ ამ მოვლენის მიზეზი.
3. ქვემოთ მოცემული ჩამონათვალიდან რომელია სწორი? როცა სხვადასხვა ნივთიერებისაგან დამზადებული ორი სხეული ეხახუნება ერთმანეთს:
 - ა) ერთი დაელექტროვდება, მეორე დარჩება ნეიტრალური;
 - ბ) ორივეს გადაეცემა ერთი ნიშნის ელექტრული მუხტი;
 - გ) ერთი დაიმუხტება უარყოფითად, მეორე დადებითად.
4. როცა ა და ბ სხეულებს აპრიანებენ აბრეშუმის ქსოვილით, ა სხეული იმუხტება დადებითად, ხოლო ბ - უარყოფითად. დაელექტროების მიმდევრობის ცხრილით განსაზღვრეთ, რომელი ნივთიერებებისგან შეიძლება იყოს დამზადებული ეს სხეულები?

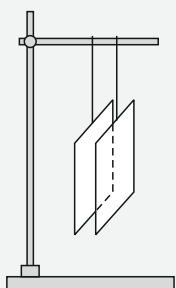


5. როგორი ნიშნითაა დამუხტული სურათზე მოცემული ღეროები?

6. როცა მოსწავლეებმა გაწმინდეს ბამბის ქსოვილით ერთ-ერთი სხეული დაელექტროების მიმდევრობის ცხრილიდან, ბამბის ქსოვილი დაიმუხტა დადებითად, ხოლო სხეული - უარყოფითად. განსაზღვრეთ ნივთიერება, რომლისგანაც დამზადებულია სხეული. რომელი ნივთიერებისგან დამზადებულ სხეულთან ხახუნისას გადაეცემა ბამბის ქსოვილს უარყოფითი მუხტი?



5.3 ელექტროსკოპი



ორი წვრილი მეტალის ფირფიტა ჩამოკიდებულია გაუმტარი ძაფების საშუალებით.

- თუ ორივე ფირფიტას დამუხტავთ ერთნაირნიშნის ელექტრული მუხტით მიიზიდება ერთმანეთისაკენ თუ განიზიდება ერთმანეთისაგან?
- როგორ შეიცვლება დაშორება ფირფიტებს შორის მათი მიზიდვისას ან განიზიდვისას?
- როგორ შეიცვლება დაშორება დამუხტულ ფირფიტებს შორის, თუ გაიზრდება ან შემცირდება მათი მუხტი?

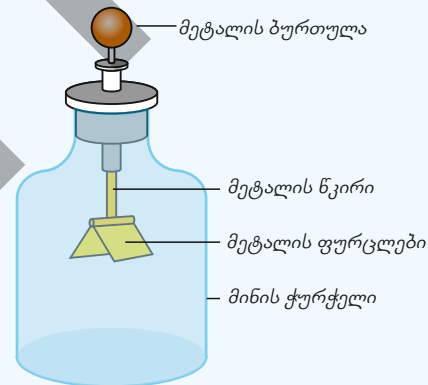
საკვანძო სიტყვები

ელექტროსკოპი

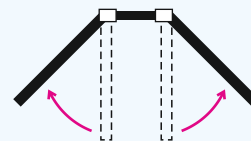
იმის გასარკვევად დაელექტროვებულია თუ არა სხეული გამოიყენება ხელსაწყო, რომელსაც **ელექტროსკოპი** ეწოდება. ელექტროსკოპი შედგება მეტალის ბურთულის, მეტალის ღეროსა და მიღზე მიმაგრებული მეტალის ფურცლებისაგან (სურათი 1). რადგან ალუმინისაგან შეიძლება დამზადდეს ძალიან წვრილი და მსუბუქი ფურცლები ელექტროსკოპის ფურცლებს, როგორც წესი, ამზადებენ ალუმინის ფოლგისაგან. ამიტომ დაელექტროებისას ადვილად შეიძლება ურთიერთქმედების შედეგად განიზიდონ ერთმანეთისაგან. ელექტროსკოპის მუშაობის პრინციპი დაფუძნებულია ერთნიშნა დამუხტული სხეულების ურთიერთქმედებაზე. თუ ელექტროსკოპს არა აქვს მუხტი, მაშინ მისი ფურცლები იკავებს ვერტიკალურ მდგომარეობას. თუ ელექტროსკოპის ბურთულა ეხება დაელექტროვებულ სხეულს, მაშინ ფურცლები იმუხტება ერთნიშნის მუხტებით და მათ შორის წარმოიქმნა განიზიდვის ძალა (სურათი 2).

თუ სხეულით, რომლის დაელექტროების შემოწმებაც ჩვენ გვინდა, შევეხებით მეტალის ბურთულას, შეიძლება მოხდეს 3 შემთხვევიდან ერთ-ერთი:

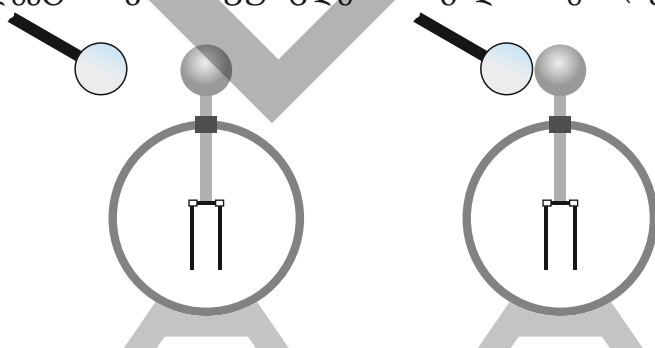
ა) თუ სხეული არ არის დაელექტროვებული, მაშინ ელექტროსკოპის ფურცლები არ გადაიხრება (სურათი 3).



სურათი 1.
ელექტროსკოპის აგებულება

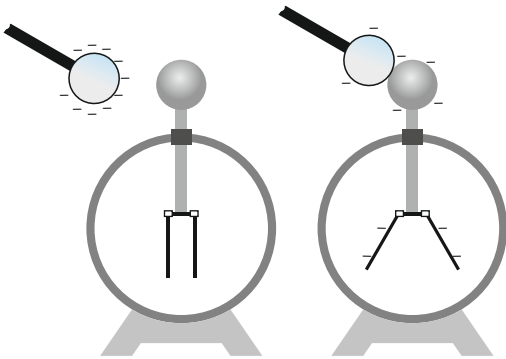


სურათი 2.
ერთნიშნა ელექტრული მუხტებით დამუხტული მეტალის ფურცლები განიზიდებიან ერთმანეთისაგან.



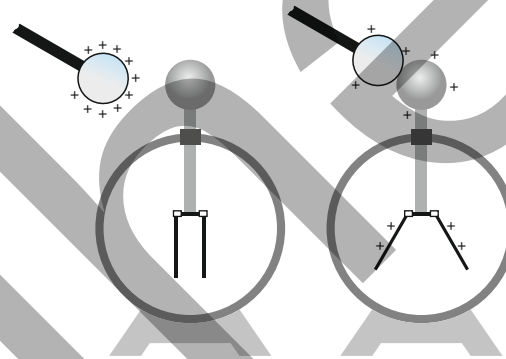
სურათი 3.
ელექტროსკოპი და დაუმუხტავი სხეული

ბ) თუ სხეულს აქვს უარყოფითი ელექტრული მუხტი, ელექტრონები გადადის მეტალის წკირზე და მისი გავლით ალუმინის ფურცლებზე და ისინი უარყოფითად იმუხტება. ვინაიდან ფურცლები დაიმუხტა ერთნაირ ნიშნიან უარყოფითი ელექტრული მუხტებით, ისინი განიზიდება და ფურცლები შორდება ერთმანეთს (სურათი 4).



სურათი 4.
ელექტროსკოპი და უარყოფითად დამუხტული სხეული

გ) თუ სხეულის ელექტრული მუხტი დადებითია, იგი მიიზიდავს და შეითავსებს მეტალის მილისა და ფურცლების თავისუფალი ელექტრონების ნაწილს. ვინაიდან ორივე ფურცლის ელექტრონების რიცხვი მცირდება, ორივე მათგანი დადებითად იმუხტება. დამუხტული ფურცლები განიზიდვის ელექტრული ძალის ზემოქმედებით დაშორდებიან (სურათი 5).



სურათი 5.
ელექტროსკოპი და დადებითად დამუხტული სხეული

იცით თუ არა თქვენ?

სიტყვა “ელექტროსკოპი” ბერძნული წარმოშობისაა, რაც ნიშნავს “ელექტრული მუხტის აღმოჩენას”.

ნეიტრალურ მდგომარეობაში ელექტროსკოპის ფურცლები განთავსებულია ვერტიკალურად. როცა ფურცლები დაელექტროვებულია, ისინი განიზიდებიან და ერთმანეთისგან გადაიხრებიან. რაც უფრო გაიზრდება მუხტი, ფურცლები, მით უფრო მეტად გადაიხრებიან.

საქმიანობა

იმის განსაზღვრა არის თუ არა ურთიერთქმედება ერთნაირნიშნიან დამუხტულ სხეულებს შორის მიმზიდველი ან განმზიდველი.

რესურსები: ელექტროსკოპი, პლასტმასის წკირი, მინის წკირი, შალის ქსოვილი.

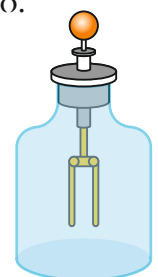
სამუშაოს მსვლელობა:

1. გაწმინდეთ პლასტმასის წკირი შალის ქსოვილით. შეეხეთ ღერით ელექტროსკოპის ბურთულას და ჩაიწერეთ ელექტროსკოპის მეტალის ფურცლებზე დაკვირვების შედეგი.
2. ბურთულაზე ხელის შეხებით მოახდინეთ მისი ნეიტრალიზება.
3. მინის წკირი შალის ქსოვილით გაწმენდის შემდეგ შეეხეთ ბურთულას და აღნიშნეთ დაკვირვების მოვლენა.

პლასტმასის წკირი

მინის წკირი

შალის ქსოვილი



ელექტროსკოპი

განიხილეთ:

1. როგორ შეიძლება განვსაზღვროთ, რომ ელექტროსკოპის ფურცლები დამუხტულია ერთნაირ ნიშნიანი ელექტრული მუხტით?
2. ამ საქმიანობაში, რომელ შემთხვევაში ელექტროსკოპის ფურცლების მუხტი უარყოფითი, რომელ შემთხვევაში დადებითია? დაასაბუთეთ პასუხი სხეულის დაელექტროების მიხედვით ცხრილის გამოყენებით.
3. შეიძლება თუ არა იმის მტკიცება, რომ მეტალის წკირსა და ელექტროსკოპის ფურცლები დაიმუხტა ერთნაირ ან სხვადასხვანაირი მუხტებით? დაასაბუთეთ თქვენი პასუხი.
4. თქვენი აზრით, ელექტროსკოპის ბურთულაზე ხელის შეხებისას ფურცლები რატომ უახლოვდება ერთმანეთს?

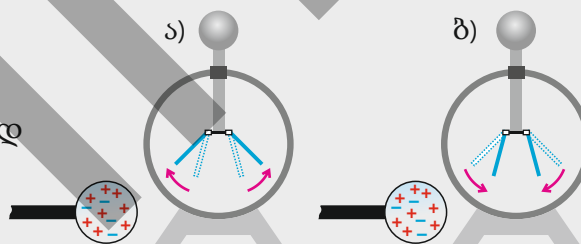
კითხვა

დადებითად დამუხტული სხეულების დადებითად დამუხტულ ელექტროსკოპებთან შეხებისას

ა) პირველი ელექტროსკოპის ფურცლები უფრო მეტად გადაიხრებიან ერთმანეთისაგან.

ბ) მეორე ელექტროსკოპის ფურცლები მიუახლოვდებიან ერთმანეთს.

განმარტეთ დაკვირვების ქვეშ მყოფი ორივე მოვლენა.



განმარტება. თითოეული ამ სხეულის მუხტი გამოსახულების თანახმად:

$$q = -4e + 8e = +4e.$$

ა) თუ შეხებამდე ელექტროსკოპის მუხტი (მაგალითად, $+2e$) ნაკლებია სხეულის მუხტზე ($+4e$), მაშინ შეხების შემდეგ ელექტროსკოპის მუხტი გაიზრდება. ამასთან ფურცლები უფრო მეტად დაშორდება ერთმანეთს (ელექტროსკოპი ა).

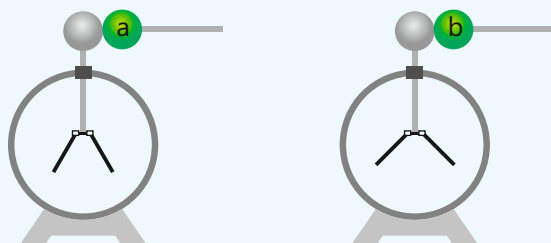
ბ) თუ შეხებამდე ელექტროსკოპის მუხტი, (მაგალითად, $+6e$) მეტია სხეულის მუხტზე ($+4e$), მაშინ შეხების შემდეგ ელექტროსკოპის მუხტი შემცირდება, იმიტომ რომ ელექტრონების ნაწილი გადაეცემა სხეულიდან ელექტროსკოპს. შესაბამისად, ფურცლები დაიწყებს ერთმანეთისაგან ნაკლებად დაშორებას (ელექტროსკოპი ბ).

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

რატომ ათავსებენ ელექტროსკოპს მინის ჭურჭელში?

გამოიყენეთ მიღებული ცოდნა

1. დადებითად დამუხტული **a** და **b** სხეულები ეხებიან დაუმუხტავი ელექტროსკოპებს. შეადარეთ მათი ელექტრული მუხტები კონტაქტამდე.



2. უარყოფითად დამუხტული სხეულების უარყოფითად დამუხტულ ელექტროსკოპებთან შეხებისას:

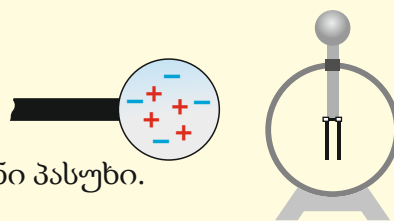
- ა) პირველი ელექტროსკოპის ფურცლები კიდევ უფრო შორდებიან ერთმანეთს;
- ბ) მეორე ელექტროსკოპის ფურცლები ნაკლებად შორდებიან ერთმანეთს. განმარტეთ, ორივე დაკვირვების ქვეშ მყოფი მოვლენა.



შეამოწმეთ თქვენი ცოდნა

1. რა მიზნით გამოიყენება ელექტროსკოპი?

2. რა მოხდება თუ სურათზე გამოსახული სხეული შეეხება დაუმუხტავი ელექტროსკოპის ბურთულას? დაასაბუთეთ თქვენი პასუხი.



3. რაზეა დამოკიდებული რამდენად მეტად ან ნაკლებად გადაიხარნენ ელექტროსკოპის ფურცლები?

- ა) ელექტრონული მუხტის ნიშანზე.
- ბ) მათი ელექტრული მუხტის რაოდენობაზე.

4. ქვემოთ მოცემული მტკიცებულებებიდან რომელია სწორი?

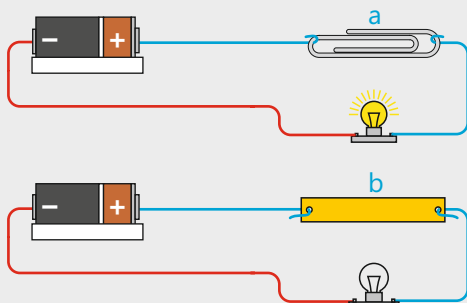
დაუმუხტავი ელექტროსკოპის დადებითად დამუხტვისას ელექტრონები:

- ა) გადაეცემა სხეულიდან ელექტროსკოპის ფურცლებს;
- ბ) გადაეცემა ელექტროსკოპის ფურცლებიდან სხეულს.

5. რა არის ელექტროსკოპის ნეიტრალიზაციის მიზნები მის ბურთულასთან შეხებისას?

5.4 გამტარები და დიელექტრიკები

გამტარების ნაწილები, რომლებიც აერთებს ნათურებს დენის წყაროსთან, როგორც სურათზეა ნაჩვენები შეცვლილია სხეულებით **a** და **b**, რომლებიც დამზადებულია სხვადასხვა ნივთიერებისაგან.



- რა არის მიზეზი იმისა, რომ ერთი ნათურა ინთება, ხოლო მეორე არა?
- რით განსხვავდება იმ ნივთიერებების ელექტრული თვისებები, რომლისგანაც დამზადებულია სხეული **a** და **b**?

ბუნების გაკვეთილებზე შეისწავლეთ, რომ ნივთიერებები ელექტრობის გამტარიანობის მიხედვით იყოფა ორ ჯგუფად: გამტარებად და დიელექტრიკებად. ნივთიერება გამტარია თუ დიელექტრიკი მისი შემადგენელი ატომების აგებულებაზე დამოკიდებული. მაშასადამე, ატომის აგებულების მხედველობაში მიღებით შეიძლება განვმარტოთ, რატომ არის გარკვეული ნივთიერება გამტარი ან არ ატარებს ელექტრულ დენს.

გამტარები

ატომში ელექტრონები მოძრაობს ბირთვის გარშემო გარკვეულად დაშორებულ ორბიტაზე. ზოგიერთი ელექტრონის ორბიტები განლაგებულია ბირთვთან ახლოს, ხოლო ზოგიერთი - შორს (სურათი 1). რადგან ელექტრონები და ბირთვი დამუხტულია სხვადასხვა ნიშნით, ისინი მიიზიდება ერთმანეთისაკენ. ელექტრონები, რომლებიც მოძრაობს ბირთვთან ახლოს მყოფ ორბიტებზე, ბირთვის მიერ მიიზიდება მეტი ძალით, ხოლო ელექტრონები, რომლებიც მოძრაობს ბირთვისაგან დაშორებულ ორბიტებზე ბირთვის მიერ მიიზიდება ნაკლები ძალით. ზოგიერთ ნივთიერებაში მიიზიდულობის ძალა გარე ობიექტის ელექტრონებსა და ბირთვს შორის ძალიან მცირეა. ამიტომ ამ ელექტრონებს შეუძლია დატოვოს თავისი ატომი და თავისუფლად ნივთიერების შიგნით სხვადასხვა მიმართულებით გადაადგილდნენ. ატომი, რომელმაც დაკარგა თავისი ელექტრონი, იქცევა დადებით იონად. საბოლოოდ ეს ნივთიერება შედგება დადებითი იონებისა და ელექტრონებისგან, რომლებიც თავისუფლად გადაადგილდება ამ იონებს შორის (სურათი 2).

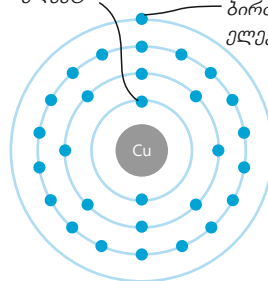
- ელექტრონებს, რომლებსაც შეუძლიათ თავისუფლად გადაადგილდნენ ნივთიერების შიგნით, თავისუფალი ელექტრონები ეწოდება.

რადგან ელექტრონები დამუხტული ნაწილაკებია, თავისუფალ ელექტრონებს მუხტის თავისუფალ მატარებლებსაც უწოდებენ. ნივთიერებებს, რომლებსაც აქვს თავისუფალი ელექტრონები, ანუ თავისუფალი მუხტის მატარებლებია, გამტარები ანუ სადენები ეწოდება.

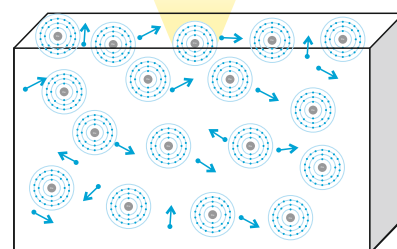
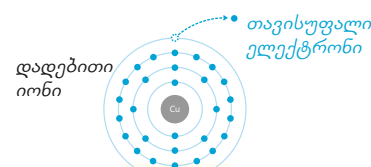
საკვანძო სიტყვები

გამტარი, დიელექტრიკი, თავისუფალი ელექტრონი, მუხტის თავისუფალი მატარებელი

ბირთვთან ახლოს მყოფი ელექტრონი
ბირთვიდან შორს მყოფი ელექტრონი



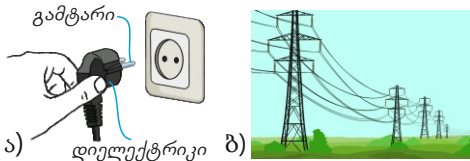
სურათი 1.
სპილენძის ატომი



სურათი 2.
სპილენძისაგან დამზადებული სხეული



სურათი 3.

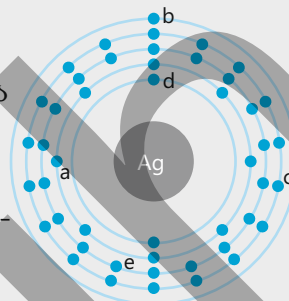


სურათი 4.
გამტარების გამოყენება

ყველა მეტალი გამტარია. ყველაზე კარგი გამტარებია, ვერცხლი, სპილენძი და ოქრო, მაგრამ პრაქტიკაში ძირითადად გამოიყენება, სპილენძი, ალუმინი და ფოლადი (სურათი 3). გამტარი ნივთიერებები გამოიყენება ელექტრონული დენის გამტარი ელექტრული მოწყობილობის ნაწილების დასამზადებლად (სურათი 4, ა). ასევე გამტარები ელექტრული ენერგიის ელექტროსადგურებიდან ქალაქებამდე, სოფლებამდე, დასახლებებამდე გადაცემისათვის მზადდება მეტალებისაგან (სურათი 4, ბ).

კითხვა

რომელი ელექტრონი შეიძლება გახდეს თავისუფალი ელექტრონი ვერცხლისაგან დამზადებულ სადენში?



განმარტება. ვერცხლის ატომში ბირთვის მიერ შედარებით სუსტად მხოლოდ ელექტრონი **b** ელექტრონი და ის შეიძლება გახდეს თავისუფალი ელექტრონი.

იცით თუ არა თქვენ?

მეტალებში ბევრი თავისუფალი ელექტრონებია, ამიტომ ისინი წარმოადგენენ როგორც ელექტრობის, ისე სითბოს კარგ გამტარებს.

საქმიანობა

იმის განსაზღვრა სხეული გამტარია თუ დიელექტრიკი

რესურსები: ელექტროსკოპი, პლასტმასის წკირი, კალამი, ერთი ცალი A4 ქაღალდის ფურცელი, ალუმინის, სპილენძისა და მინის წკირები, შალის ქსოვილი.

სამუშაოს მსვლელობა:

1. გადაიხაზეთ ცხრილი რვეულში.

სხეული	ელექტროსკოპის ფურცლების მდგომარეობა (ვერტიკალური/დაშორებული)	მეტალის ფურცლების მუხტი (არ იცვლება/ანეიტრალდება)	სხეულის ნივთიერება (გამტარია/დიელექტრიკია)
ალუმინის წკირი	ვერტიკალური	ანეიტრალდება	გამტარია
კალამი			
A4 ფურცელი			
სპილენძის წკირი			
მინის წკირი			

2. გაუხახუნეთ პლასტმასის წკირი შალის ქსოვილს. შემდეგ ჩხირის გახეხილი ნაწილით შეეხეთ ელექტროსკოპის ბურთულას და დააელექტროეთ იგი. ნუ შეეხებით ხელით ელექტროსკოპს დამუხტვის შემდეგ. თუ თქვენ მას შეეხებით, მოხდება მისი ნეიტრალიზება.

3. შეახეთ პლასტმასის კალამი ელექტროსკოპს. ელექტროსკოპის ფურცლების მდგომარეობის მიხედვით “კალამი” დაწერებულ სტრიქონში აღნიშნეთ შესაბამისი ინფორმაციები.

ისარგებლეთ პირველ სტრიქონში მოცემული ნიმუშით.

4. შესამოწმებელი სხეულის ელექტროსკოპის მეტალის ბურთულასთან შეხების შემდეგ, თუ მეტალის ფურცლები ვერტიკალურ მდგომარეობას დაუბრუნდება, პლასტმასის წკირის შალის ქსოვილზე ხახუნის შემდეგ კვლავ დამუხტეთ ელექტროსკოპი.

5. რიგრიგობით შეახეთ ცხრილში ნაჩვენები სხეულები ელექტროსკოპის მეტალის ბურთულას და ჩაწერეთ თქვენი დაკვირვება ფურცლების მდგომარეობის შესაბამისად.

განიხილეთ:

1. როგორ განსაზღვრეთ, რომელი სხეულია გამტარი და რომელი - დიელექტრიკი?
2. ზოგიერთი სხეულის ელექტროსკოპის მეტალის ბურთულასთან კონტაქტის შემდეგ, მისი ფურცლები დგებიან ვერტიკალურ მდგომარეობაში, ხოლო ელექტროსკოპის მეტალური ბურთულის სხვა სხეულებთან კონტაქტისას ფურცლები არ იცვლიან თავის მდგომარეობას. განმარტეთ ამისი მიზეზი.

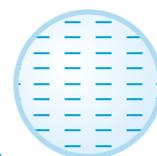
საქმიანობის დროს ელექტროსკოპი დამუხტული იყო უარყოფითად. ის, რომ ფურცლებმა დაიკავეს ვერტიკალური მდგომარეობა, უჩვენებს იმას, რომ ელექტროსკოპი ნეიტრალიზებულია. ელექტროსკოპის ნეიტრალიზაციის მიზეზია ის, რომ მისი ბურთულა შეეხო სხეულს, რომელიც გამტარია. ამასთან, ელექტრონები ელექტროსკოპის ბურთულიდან გადადის სხეულზე და ნაწილდება მის ზედაპირზე (სურათი 5).

დიელექტრიკები

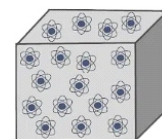
გამტარებისაგან განსხვავებით მინასა და პლასტმასაში, ისევე როგორც მრავალ სხვა ნივთიერებაში, ელექტრონებს არ შეუძლიათ ატომების დატოვება, იმიტომ რომ ამ ნივთიერებებში ატომის ბირთვი მისგან შორს მდებარე ელექტრონებსაც იზიდავს დიდი ძალით. ეს კი ნიშნავს, რომ ეს ნივთიერება შედგება ნეიტრალური ატომებისგან და არ გააჩნია თავისუფალი ელექტრონები (სურათი 6). ამიტომ ასეთ ნივთიერებებში შეუძლებელია ელექტრული მუხტის გადატანა.

- ნივთიერებებს, რომლებიც არ ფლობენ თავისუფალი მუხტის მატარებელს დიელექტრიკები ეწოდება.

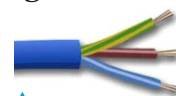
უსაფრთხოების მიზნით გამტარები და ელექტრო მოწყობილობების მეტალის დეტალები იფარება დიელექტრიკებით (სურათი 7).



სურათი 5.



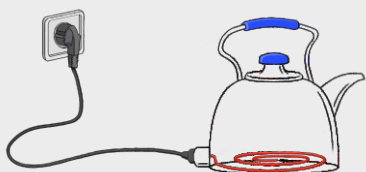
სურათი 6.



სურათი 7.

კითხვა

სურათზე გამოსახული ელექტრული ჩაინიკის დამზადებისას, რატომ იყენებენ პლასტმასსა და მეტალსაც?



განმარტება. ელექტრული დენის გატარებისათვის ჩანგლის გამტარსა და გამაცხელებელ სპირალს ამზადებენ მეტალისაგან. უსაფრთხოების მიზნით ჩანგალი და გამტარი იზოლირებულია პლასტმასით, რომელიც დიელექტრიკია. რადგან პლასტმასი ცუდად ატარებს სითბოს, ამიტომ ჩაინიკის სახელურიც ამ მასალისგანაა დამზადებული.

ბაიბარე • ბანიხილე • ბაბიარე

მიუხედავად იმისა, რომ ოქრო წარმოადგენს კარგ გამტარს, ელექტრული მოწყობილობის დამზადებისას მას არ იყენებენ. მაგრამ კომპიუტერის სისტემური პანელის წრედში (ინგლისურად: "motherboard") ის გამოიყენება. თქვენი აზრით, რატომ?

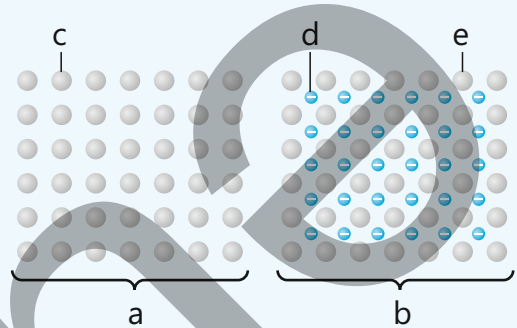
გამოიყენეთ მიღებული ცოდნა

1. სურათზე ნაჩვენებია ორი სხვადასხვა ნივთიერება.

სურათების მიხედვით განსაზღვრეთ:

- 1) გამტარი ნივთიერება
- 2) დიელექტრიკი ნივთიერება
- 3) თავისუფალი ელექტრონები
- 4) დადებითი იონები
- 5) ნეიტრალური ატომები

2. მინის წკირზე შალის ქსოვილის ხახუნისას მინის გახახუნებული ნაწილი იმუხტება დადებითად, ხოლო გაუხახუნებელი ნაწილი რჩება ნეიტრალური. ახსენით ამ მოვლენის მიზეზი.

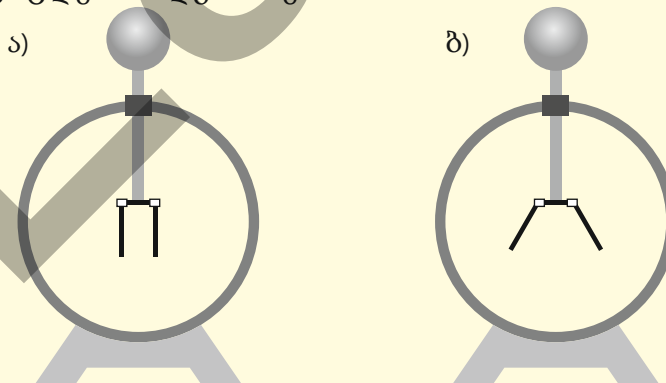
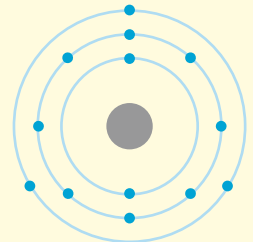


შეამოწმეთ თქვენი ცოდნა

1. დაასახელეთ ერთი მსგავსება და ერთი განსხვავება გამტარებსა და დიელექტრიკებს შორის.

2. სურათზე გამოსახულია ალუმინის ატომი. თითოეული ატომის რამდენ ელექტრონს შეუძლია გახდეს თავისუფალი ელექტრონი ალუმინის გამტარში? დაასაბუთეთ თქვენი პასუხი.

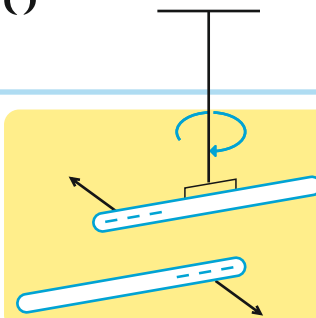
3. სურათზე გამოსახული ელექტროსკოპებიდან ერთი დამუხტულია, მეორე ნეიტრალური. თუ შევაერთებთ ამ ელექტროსკოპებს მეტალის სადენით, როგორ შეიცვლება თითოეული ელექტროსკოპის ფურცლების მდგომარეობა?



4. რა დასკვნის გაკეთება შეიძლება ხელის შეხებით დამუხტული ელექტროსკოპის ნეიტრალიზაციის საფუძველზე?

5.5 ელექტრული ველი

აზერი თოკმობმულ ყუთს თავისკენ ეწევა.



• რის ხარჯზე განიზიდებიან ერთმანეთისაგან ერთნიშნა დაელექტროებული ღეროები?

ელექტრული მუხტების ურთიერთქმედება ეს არის ერთნიშნა მუხტების განზიდვა და მოპირდაპირე ნიშნიანი მუხტების მიზიდვა. ელექტრულ მუხტებს შორის ურთიერთქმედება ხორციელდება **ელექტრული ველის** საშუალებით. ყოველი დაელექტროებული სხეულის ირგვლივ არსებობს ელექტრული ველი. ამ ველის შეუიარაღებელი თვალით დანახვა შეუძლებელია. ელექტრული ველის არსებობა ჩვენ შეიძლება გავიგოთ დაელექტროებული სხეულების მიზიდვითა და განზიდვით. ელექტრული ველის შესწავლისას გამოიყენება ისეთი ცნებები, როგორებიცაა: **ელექტრული ველის დაძაბულობა** და **ელექტრული ველის ძალწირები**.

ელექტრული ველის დაძაბულობა

იმისათვის, რომ განვსაზღვროთ არსებობს თუ არა ელექტრული ველი სივრცის რომელიმე წერტილში, აუცილებელია ამ წერტილთან მივიტანოთ ელექტრული მუხტი. ამ მუხტს **საცდელი მუხტი** (q) ეწოდება. საცდელ მუხტზე ელექტრული ველის მხრიდან მოქმედებს ელექტრული ძალა (F). გამოცდილებით დადასტურებულია, რომ ძალის მნიშვნელობა, რომლითაც ელექტრული ველი მოქმედებს საცდელ მუხტზე, საცდელი მუხტის სიდიდის პირდაპირპროპორციულია.

მაგალითად, თუ საცდელი მუხტი გაიზრდება ორჯერ, მაშინ მუხტზე მოქმედი ელექტრული ძალა ასევე ორჯერ გაიზრდება (სურათი 1).

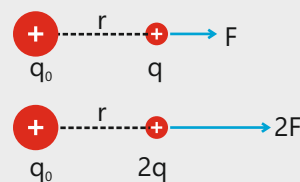
თუ ველის შემქმნელი მუხტის სიდიდე (q_0) და მანძილი ველის წერტილიდან (r) რჩება უცვლელი (სურათი 2) მაშინ საცდელ მუხტზე მოქმედი ძალის შეფარდება ამ მუხტის სიდიდესთან არ იცვლება.

• ელექტრული ველის მხრიდან საცდელ მუხტზე მოქმედი ძალის შეფარდებას ამ მუხტის სიდიდესთან ეწოდება **ელექტრული ველის დაძაბულობა**:

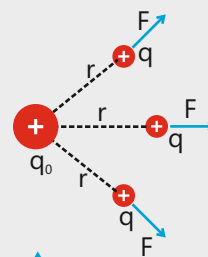
$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q}.$$

საკვანძო სიტყვები

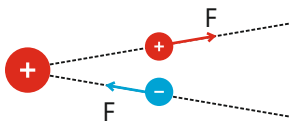
ელექტრული ველი, ელექტრული დაძაბულობა, ელექტრული ველის ძალწირები



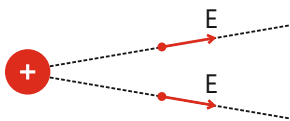
სურათი 1.



სურათი 2.

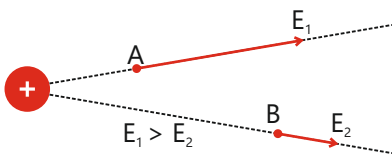


ა) დამუხტულ ნაწილაკებზე მოქმედი ძალის მიმართულება

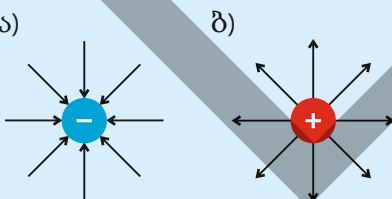


ბ) ელექტრული ველის დაძაბულობის მიმართულება ველის მოცემულ წერტილში

▲
სურათი 3.



▲
სურათი 4.
მუხტიდან დაშორების შესაბამისად ელექტრული ველის დაძაბულობა მცირდება.



▲
სურათი 5.
მუხტის ელექტრული ველის ძალწირები

სადაც $\vec{E}$ – ელექტრული ველის დაძაბულობაა, q – საცდელი მუხტია, $\vec{F}$ კი საცდელ მუხტზე მოქმედი ელექტრული ძალაა. ელექტრული ველის დაძაბულობა წარმოადგენს ვექტორულ სიდიდეს. SI-ში მისი ერთეულია:

$$[E] = 1 \frac{\text{ნ}}{\text{კ}}$$

ელექტრული ველის დაძაბულობის მიმართულება ემთხვევა ძალის მიმართულებას, რომელიც მოქმედებს ველის მოცემულ წერტილში დადებით მუხტზე. მაგრამ ძალა, რომელიც მოქმედებს უარყოფით მუხტზე, ელექტრული ველის დაძაბულობის მიმართულების საპირისპიროა (სურათი 3). ელექტრული მუხტის დაძაბულობა დამოკიდებულია შექმნილი ველის მუხტამდე მანძილზე. მუხტისაგან დაშორების კვალობაზე ელექტრული ველის დაძაბულობა მცირდება (სურათი 4).

იციოთ თუ არა თქვენ?

ელექტრული ურთიერთქმედების ელექტრული ველის საშუალებით გადაცემის იდეა მეცნიერებაში შემოიტანა ინგლისელმა მეცნიერმა მაიკლ ფარადეიმ (1791-1867).

ელექტრული ველის ძალწირები

ელექტრული ველი პირობითად გამოისახება **ელექტრული ველის ძალწირებით**. უარყოფითი ელექტრული მუხტის ძალწირები მიმართულია მუხტისაკენ, ხოლო დადებითი მუხტის ელექტრული ველის ძალწირები კი მუხტიდან გარეთაა მიმართული (სურათი 5).

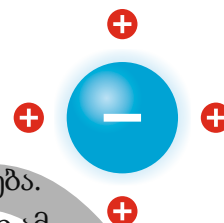
ელექტრული ველის ძალწირების მიმართულების განსაზღვრისთვის აუცილებელია მოცემულ ველში შევიტანოთ დადებითი ელექტრული მუხტი. ელექტრულ ველში შეტანილ ელექტრულ მუხტზე მოქმედებს ელექტრული ძალა. ამ ძალის მიმართულება უჩვენებს ელექტრული ველის ძალწირების მიმართულებას.

ელექტრული ველის ძალწირების მიმართულება ემთხვევა ამ მუხტის ელექტრული ველის დაძაბულობის მიმართულებას. ისინი ემთხვევა დადებით მუხტზე მოქმედი ელექტრული ძალების მიმართულებას და მიმართულნია უარყოფით მუხტზე მოქმედი ელექტრული ძალების საწინააღმდეგოდ.

გამოცვლა

უარყოფითი ელექტრული მუხტებით შექმნილი დაძაბულობის მიმართულება სამუშაოს მსვლელობა:

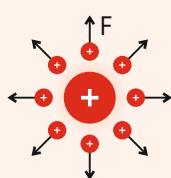
1. ჩაიხატეთ რვეულში სურათზე გამოსახული უარყოფითად დამუხტული სხეული
2. სხეულის გარშემო, როგორც სურათზეა ნაჩვენები, დახატეთ დადებითი მუხტები და ისრებით უჩვენეთ ამ მუხტზე მოქმედი ძალების მიმართულება.
3. სხეულის გარშემო დახატეთ უარყოფითი მუხტები და ისრებით უჩვენეთ ამ მუხტზე მოქმედი ძალების მიმართულება.



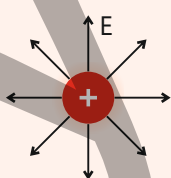
განიხილეთ:

1. ემთხვევა თუ არა სხეულის გარშემო მყოფ დადებით მუხტებზე მოქმედი ელექტრული ძალების მიმართულება სხეულის ელექტრული ველის დაძაბულობის მიმართულებას?
2. ემთხვევა თუ არა სხეულის გარშემო მყოფ უარყოფით მუხტებზე მოქმედი ელექტრული ძალების მიმართულება სხეულის ელექტრული ველის მიმართულებას?

მრავალი დადებითი მუხტის დახატვით დადებითად (სურათი 6) და უარყოფითად (სურათი 7) დამუხტული სხეულის გარშემო, მათზე მოქმედი ელექტრული ძალების თანახმად, შეიძლება ელექტრული ველის ძალწირების დახატვა. სწორედ ეს არის ელექტრული ველის დაძაბულობის მიმართულება.

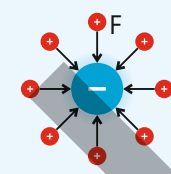


ა) დადებით მუხტებზე მოქმედი ელექტრული ძალების მიმართულება

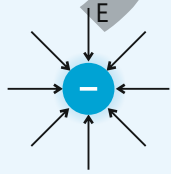


ბ) დადებითი მუხტის ელექტრული ველის ძალწირები

სურათი 6.



ა) დადებით მუხტებზე მოქმედი ელექტრული ძალების მიმართულება



ბ) უარყოფითი მუხტის ელექტრული ველის ძალწირები

სურათი 7.

კითხვა

სურათზე გამოსახულია q_0 მუხტი და q საცდელი მუხტი, ამ მუხტით შექმნილ ელექტრულ ველში. თუ მანძილი მუხტებს შორის დარჩება მუდმივი, ხოლო საცდელი მუხტის სიდიდე გაიზრდება სამჯერ, მაშინ რამდენჯერ გაიზრდება მასზე მოქმედი ელექტრული ძალა?



განმარტება. ელექტრული ველის დაძაბულობის ფორმულის გამოყენებით შეიძლება ვიპოვოთ, რამდენჯერ გაიზრდება ელექტრული ძალა: $F = qE$ელექტრული ველის დაძაბულობა შეუცვლელია. ამასთან, საცდელი მუხტი გაიზარდა 3-ჯერ. მაშასადამე, ელექტრული ძალა გაიზრდება ასევე სამჯერ.

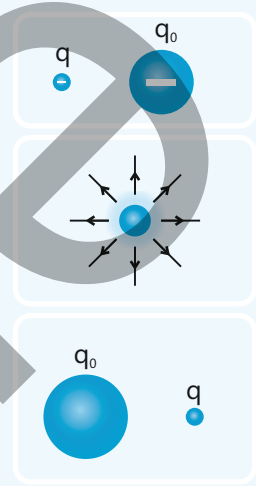
გაიან რეზანდონი • გაიან რეზანდონი

დამუხტული სხეულის ელექტრული ველის დამაბულობა არის თუ არა დამოკიდებული ამ

ველში შემოტანილი საცდელი მუხტის სიდიდეზე?

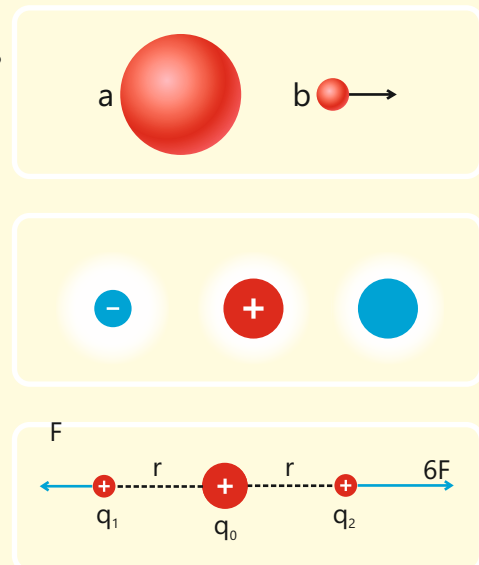
გამოყენეთ მიღებული ცოდნა

- როგორც სურათზეა ნაჩვენები q მუხტი მოათავსეს q_0 მუხტით შექმნილ ელექტრულ ველში. იპოვეთ ელექტრული ძალის მიმართულება, რომელიც მოქმედებს q_0 მუხტის მხრიდან q მუხტზე. საით არის მიმართული q_0 მუხტის ელექტრული ველის დამაბულობა q მუხტის მდებარეობის წერტილში?
- სურათზე დამუხტული სხეულის ელექტრული ველის ძალწირებია გამოსახული. განსაზღვრეთ სხეულის მუხტის ნიშანი. დაასაბუთეთ თქვენი პასუხი ელექტრული ველის ძალწირების მიმართულების განსაზღვრის წესის გამოყენებით.
- სურათზე გამოსახულია სხეული q_0 მუხტითა და q საცდელი მუხტით. თუ საცდელი მუხტის სიდიდე გაიზრდება 5-ჯერ, შეიცვლება თუ არა q_0 მუხტის ელექტრული ველის დამაბულობა საცდელი მუხტის მდებარე წერტილში? დაასაბუთეთ თქვენი პასუხი.



შეამოწმეთ თქვენი ცოდნა

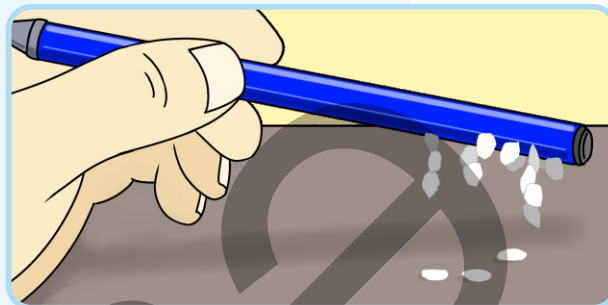
- დამუხტული **a** სხეულის მხრიდან **b** სხეულზე მოქმედებს ელექტრული ძალა. რის საშუალებით ხდება ეს ზემოქმედება? როგორი შეიძლება იყოს ამ სხეულების ელექტრული მუხტების ნიშანი?
- სურათზე გამოსახულია ელექტრონი, პროტონი და ნეიტრონი. რომელ ნაწილაკზე არ იმოქმედებს ელექტრული ველი? დაასაბუთეთ თქვენი პასუხი.
- დახატეთ ელექტრონისა და პროტონის ელექტრონული ველის ძალწირები.
- სურათზე q_0 მუხტით შექმნილ ელექტრულ ველში q_1 და q_2 საცდელ მუხტებზე ზეგავლენის მომხდენი ძალებია ნაჩვენები. რამდენჯერ მეტია q_2 მუხტი q_1 მუხტზე?



5.6 ინდუქციით დაელექტროება

კალმის დაელექტროება შეიძლება მისი შალის ქსოვილზე ხახუნით. როცა დამუხტულ კალამს მიუახლოებენ დახეულ ნეიტრალურ ქაღალდებს, ქაღალდის ნაკუწები კალმის მიერ მიიზიდება და ეკვრის მას.

- თქვენი აზრით, ნეიტრალური ქაღალდის ნაკრები რატომ მიიზიდებიან დაელექტროებული კალმისაკენ?



დაელექტროებული სხეულის გარშემო ყოველთვის არსებობს ელექტრული ველი. ამიტომ ელექტრული სხეულები ყოველთვის ურთიერთქმედებს ერთმანეთზე ელექტრული ველის საშუალებით. ისინი მიიზიდავს ან განიზიდავს ერთმანეთს. მაშასადამე, სხეულებს შორის ელექტრული მიზიდვის ან განიზიდვის არსებობისათვის ისინი ორივე უნდა იყოს დაელექტროებული. ეს წესი მისაღებია ნაწილაკებისათვისაც. თუ არ არის ელექტრული მუხტი, მაშინ არ არის არც ელექტრული ურთიერთქმედება. მაგალითად, პროტონებს და ნეიტრონებს შორის არ არსებობს ელექტრული ურთიერთქმედება (სურათი 1).

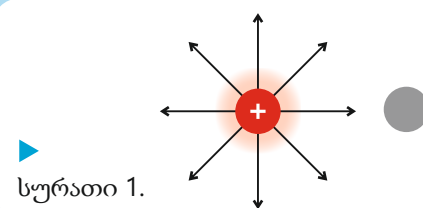
ნეიტრონს არ გააჩნია ელექტრული მუხტი. ამიტომ მას არ აქვს ელექტრული ველი, ხოლო ელექტრული ველის არ არსებობის გამო, შეუძლებელია ელექტრული ურთიერთქმედება. მაგრამ თუ ნეიტრალურ სხეულთან მივიტანთ დამუხტულ სხეულს, მაშინ დამუხტული ნაწილაკები გადანაწილდება, რომლისგანაც შედგება ნეიტრალური სხეული და ის იწყებს მიზიდვას.

თქვენ იცით, რომ ნივთიერებები ატომებისაგან, ხოლო ატომები კი ელექტრონებისა და ბირთვისაგან შედგება. დამუხტული სხეულის ნეიტრალურ სხეულთან მიახლოებისას (სურათი 2) ნეიტრალური სხეულის ელექტრონები ელექტრონული ძალის გავლენით ან მიიზიდება ან განიზიდება.

უარყოფით მუხტიანი სხეულის ნეიტრალურ სხეულთან მიახლოებისას ელექტრული დაშორების ძალის გავლენით ელექტრონები ნეიტრალური სხეულის მოპირდაპირე მხარეს გროვდება (სურათი 3). ამრიგად, ნეიტრალური სხეულის ერთი მხარე დადებითად, მეორე მხარე კი უარყოფითად დამუხტული ხდება. უარყოფით მუხტიან სხეულსა და ნეიტრალური სხეულის დადებითად დამუხტულ ნაწილებს შორის წარმოიქმნება ელექტრული მიზიდულობის ძალა და ისინი მიიზიდავს ერთმანეთს.

საკვანძო სიტყვები

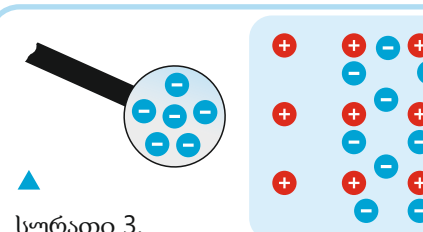
ინდუქციით დაელექტროება



სურათი 1.

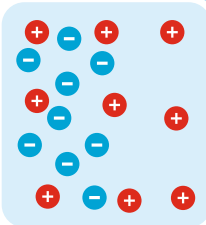
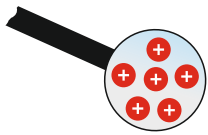


სურათი 2.
ნეიტრალური
სხეული



სურათი 3.

უარყოფით მუხტიანის სხეულის გავლენით ნეიტრალური სხეულის ერთი მხარე დადებითად, მეორე მხარე კი უარყოფითად იმუხტება.



სურათი 4.

დადებითად დამუხტული სხეულის ზემოქმედებით ნეიტრალური სხეულის ერთი მხარე გახდა უარყოფითად დამუხტული, ხოლო მეორე დადებითად დამუხტული.

ახლა წარმოვიდგინოთ, რომ ნეიტრალურს სხეულთან მიგვაქვს დადებითად დამუხტული სხეული. ამ შემთხვევაში დადებითად დამუხტული მხარე მიიზიდავს თავისკენ ნეიტრალური სხეულის ელექტრონებს და ელექტრონები თავს იყრიან დამუხტული სხეულის ზედაპირის ახლო მდგომარეობაში (სურათი 4). ნეიტრალური სხეულის უარყოფითად დამუხტული ნაწილი იწყებს ურთიერთქმედებას დადებითად დამუხტულ სხეულთან.

ნეიტრალური სხეულის დამუხტულ სხეულთან ელექტრიზაციას მასთან კონტაქტის გარეშე ინდუქციით დაელექტროება ეწოდება.

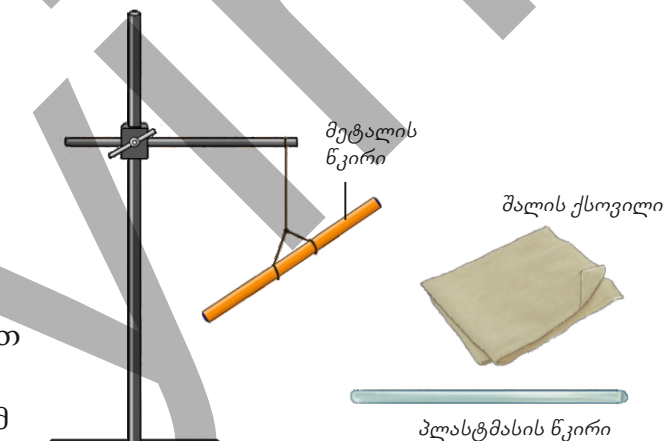
საქმიანობა

ინდუქციით დაელექტროებაზე დაკვირვება

რესურსები: შტატივი, წვრილი ძაფი, მეტალის წკირი, პლასტმასის წკირი და შალის ქსოვილის ნაჭერი.

სამუშაოს მსვლელობა:

1. მეტალის წკირი ჩამოკიდეთ შტატივზე წვრილ ძაფზე, როგორც სურათზეა ნაჩვენები.
2. პლასტმასის წკირი მიიტანეთ მეტალის წკირის ბოლოსთან და ჩაიწერეთ დაკვირვების შედეგი.
3. პლასტმასის წკირის კარგად წაუსვით შალის ქსოვილი და ეს ნაწილი მიუახლოვეთ მეტალის წკირის, მაგრამ ნუ შეახებთ მას. ისევ დააკვირდით მოვლენას და ჩაიწერეთ.

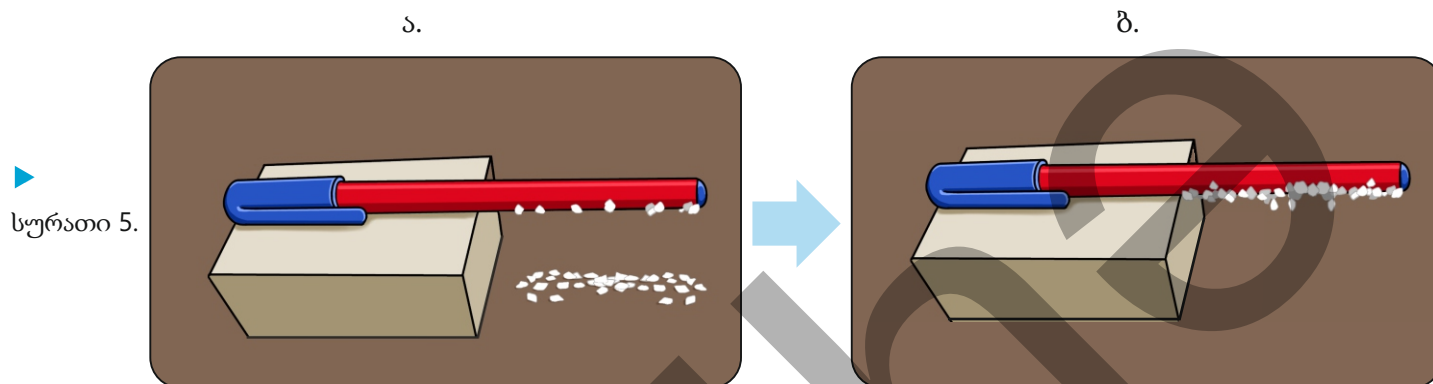


განიხილეთ:

1. რა არის შემჩნეული მოვლენის მიზეზი, როცა პლასტმასის წკირი შალის ქსოვილის წასმის გარეშე მიგვაქვს მეტალის წკირთან?
2. რა შეამჩნიეთ, როცა პლასტმასის წკირი შალის ნაჭრის გახახუნების შემდეგ მიიტანეთ მეტალის წკირთან. განმარტეთ ამ მოვლენის მიზეზი.
3. მეტალის წკირის რომელი ბოლო დაელექტროვდა დადებითად და რომელი - უარყოფითად?

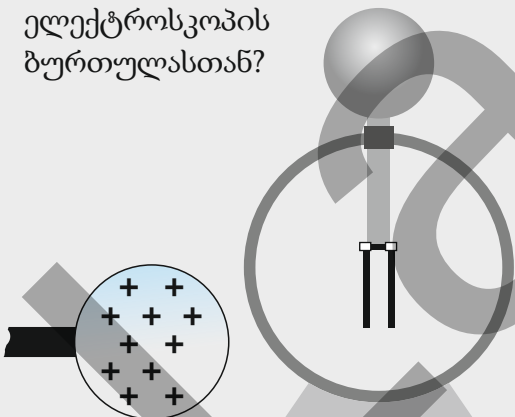
ხახუნით და ელექტროებისას ელექტრონების ნაწილი გადადის ერთი სხეულიდან მეორეზე. ამ დროს სხეულის მუხტი იცვლება, ხოლო ინდუქციით დაელექტროებისას ელექტრონები იცვლის თავიანთ მდებარეობას სხეულის შიგნით. ამასთან, სხეულის საერთო მუხტი არ იცვლება.

წარმოვიდგინოთ, რომ ჩვენ დავაელექტროვით პლასტმასის კალამი ხახუნით, ხოლო შემდეგ მიუახლოვებთ ქაღალდის ნაჭრებს. დამუხტული კალმის ელექტრული ველი მოქმედებს ქაღალდის ნაჭრებზე, ახდენს მათი ინდუქციით დაელექტროებას. შედეგად კალამსა და ქაღალდის ნაჭრებს შორის წარმოიქმნება ელექტრული მიზიდულობის ძალა და ქაღალდის ნაჭრები მიეკვრება კალამს (სურათი 5).

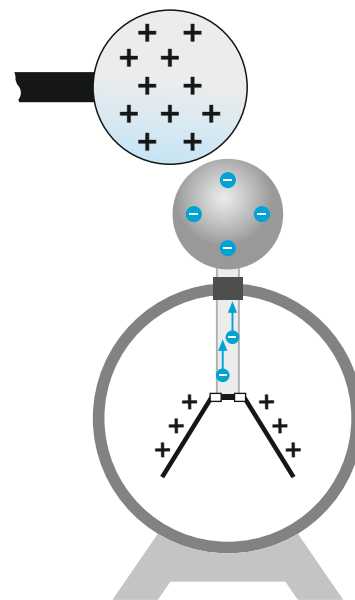


კითხვა

სურათზე გამოსახულია დადებითად დამუხტული სხეული და ნეიტრალური ელექტროსკოპი. რა მოხდება, თუ სხეულს მივიტანთ ელექტროსკოპის ბურთულასთან?

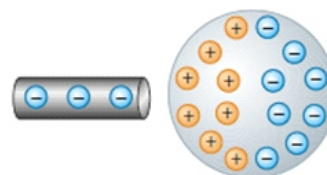


განმარტება. თუ დადებითად დამუხტულ სხეულს მივიტანთ ნეიტრალური ელექტროსკოპის ბურთულასთან, მაშინ ის დაიმუხტება ინდუქციით. შედეგად ელექტროსკოპის ფურცლებიდან ელექტრონების ნაწილი გადავა ბურთულაზე. ამასთან, ელექტროსკოპის ბურთულა დაიმუხტება უარყოფითი მუხტით, ხოლო ფურცლები გახდება დადებითად დამუხტულები. ელექტროსკოპის დადებითად დამუხტულ ფურცლებს შორის წარმოიქმნება განზიდვის ელექტრული ძალა და ისინი გადაიხრება სხვადასხვა მხარეს.



გაიანზრე • განიხილე • გააანალიზე

რა მოხდება, თუ ჩვენ შევეხებით სადენით ინდუქციით დამუხტული სხეულის უარყოფითად დამუხტულ მხარეს?

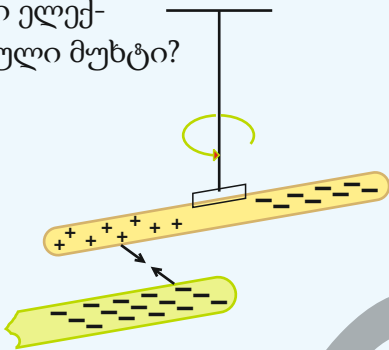


გამოიყენეთ მიღებული ცოდნა

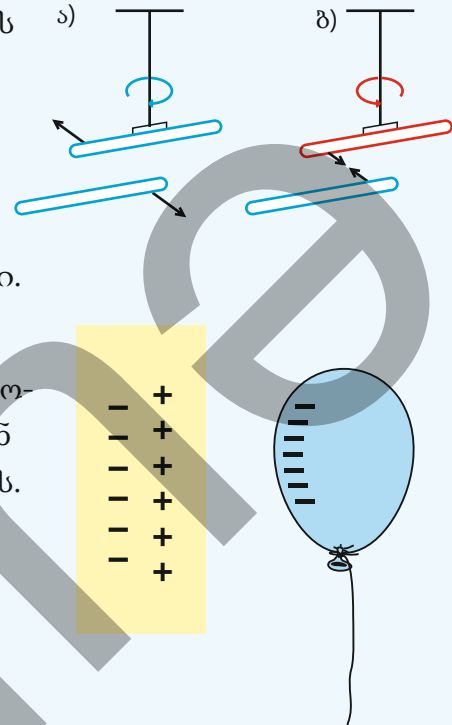
1. რა მოხდება, თუ ნეიტრალურ **A** სხეულს მოპირდაპირე მხარეებიდან მიუახლოვდება ორი უარყოფითად დამუხტული სხეული?



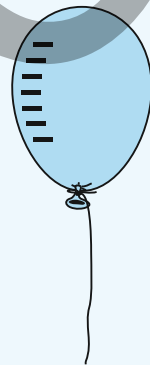
3. როგორც სურათზეა ნაჩვენები, ძაფზე ჩამოკიდებული ნეიტრალური მეტალის სხეული დამუხტულია ინდუქციის შედეგად. რისი ტოლია მისი ელექტრული მუხტი?



2. სურათზე გამოსახულია ორი ღერო, რომელთა შორის არსებობს ელექტრული ურთიერთქმედება. ძაფზე ჩამოკიდებული რომელი ღერო შეიძლება იყოს დამუხტული ინდუქციით? დაასაბუთეთ თქვენი პასუხი.



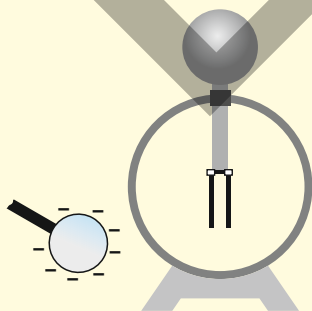
4. ქსოვილით გაწმენდილი საპაერო ბუშტი დაელექტრებულია. ბუშტის კედელთან მიახლოებისას ის მას ეკვრის. განმარტეს ამის მიზეზი.



შეამოწმეთ თქვენი ცოდნა

1. როგორ ხდება ინდუქციით დაელექტროება?

2. სურათზე უარყოფით მუხტიანი სხეული და ნეიტრალური ელექტროსკოპია გამოსახული. რა მოხდება, თუ სხეულს ელექტროსკოპის ბურთულას მივუახლოვებთ? დაასაბუთეთ თქვენი მოსაზრება.



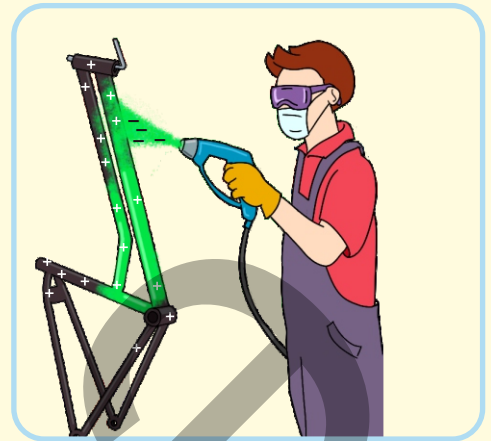
3. უარყოფითად დამუხტული სხეული ნეიტრალურ სხეულს მივუახლოვებთ. ამ დროს ნეიტრალურ სხეულში რომელი ნაწილაკები იცვლიან ადგილს?

- ა) ატომები
- ბ) პროტონები
- გ) ბირთვები
- დ) ნეიტრონები
- ე) ელექტრონები

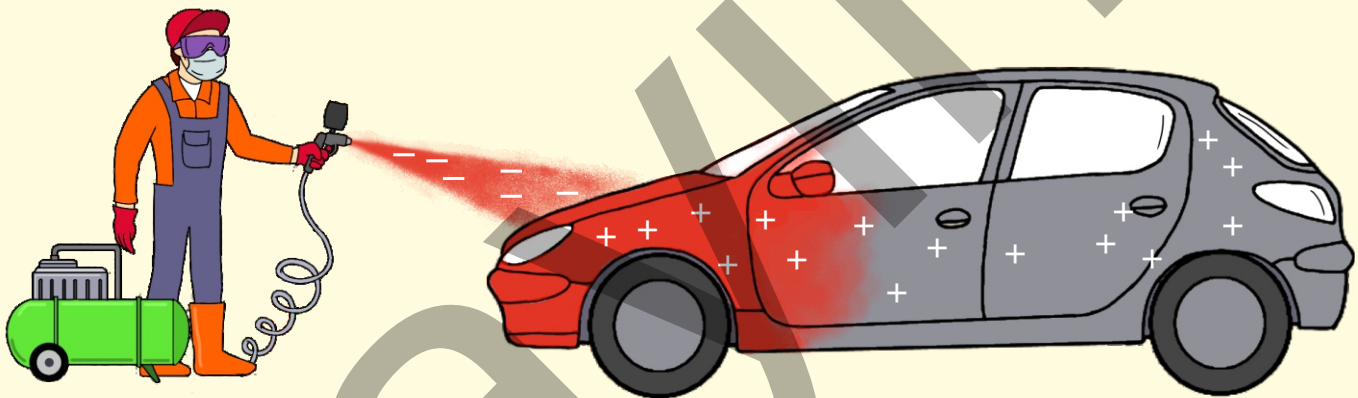
მეცნიერება, ტექნოლოგია და სიცოცხლე

უმრავ ელექტრულ მუხტებს უწოდებენ სტატიკური მუხტებს, ხოლო ფიზიკის განყოფილებას, რომელიც შეისწავლის სტატიკურ მუხტებს, უწოდებენ ელექტროსტატიკას. ელექტროსტატიკა გამოიყენება ბევრ სფეროში.

ელექტროსტატიკის გამოყენების მაგალითებად შეიძლება დავასახელოთ სხვადასხვა საგნის შეღებვა, ბაღჩეული მცენარისა და ხილის ხეებზე სასუქებისა თუ წამლის შეფრქვევა. სხვადასხვა საგნის შეღებვისთვის გამოიყენება ელექტროსტატიკური შეფრქვევის მეთოდი. ამ ტექნოლოგიის უპირატესობა იმაშია, რომ საღებავი თანაბარზომიერად ნაწილდება ზედაპირზე. ესე იგი საღებავის სისქე მთელ ზედაპირზე ერთნაირი ხდება. საღებავი და სხეული დაელექტროვდება სხვადასხვანიშნა ელექტრული მუხტით და იზიდავს ერთმანეთს. მეორე მხრივ, საღებავის ერთნიშნა დამუხტული ნაწილაკები შეღებვის დაწყების შემდეგ ელექტრული ძალის მოქმედებით ერთმანეთისაგან განიზიდება და თანაბარზომიერად ნაწილდება შეღებულ ზედაპირზე.



▲ ველოსიპედის ჩარჩოს შეღებვა

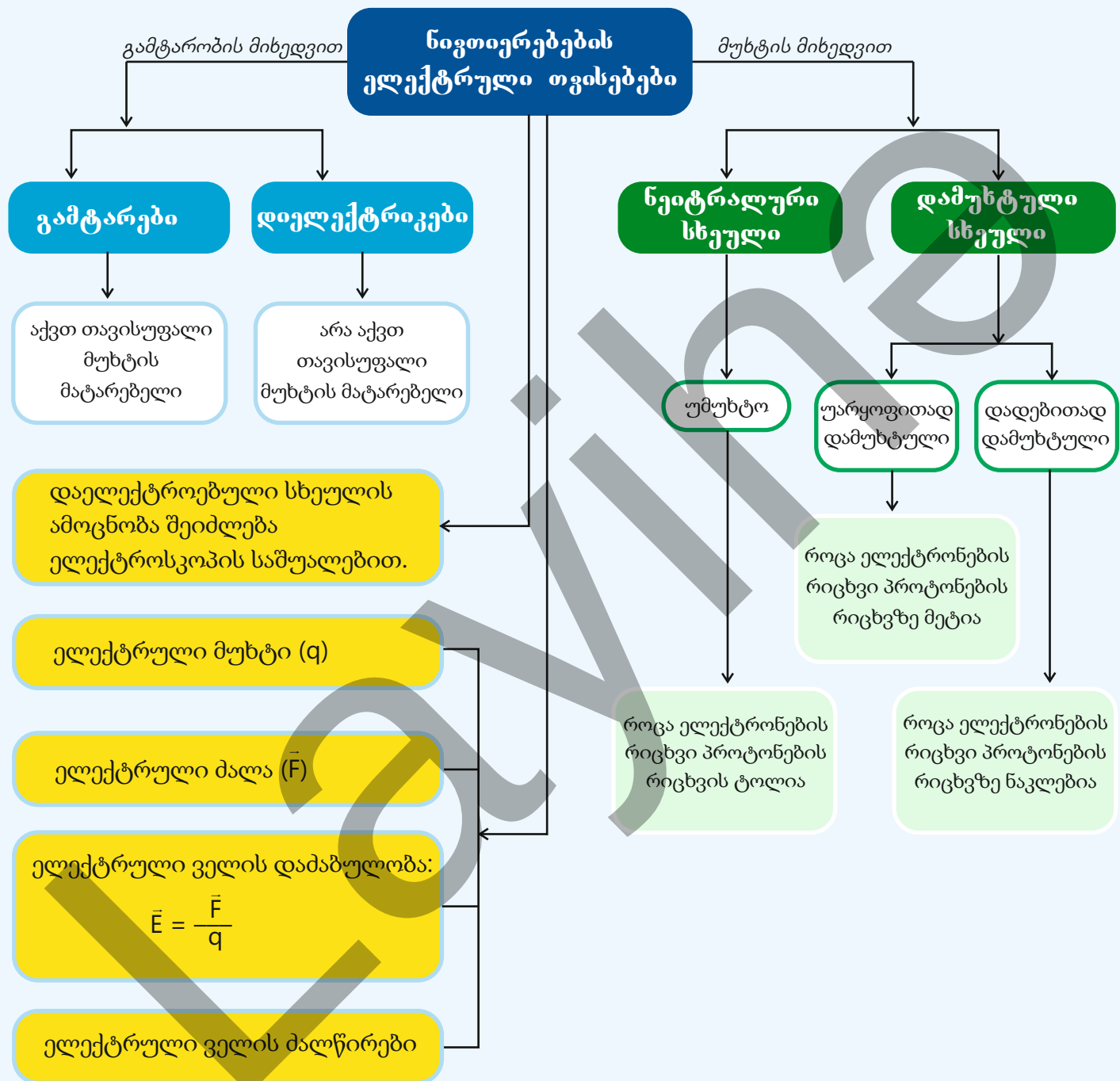


▲ ავტომობილის შეღებვა ელექტროსტატიკური შეფრქვევის მეთოდით

ელექტროსტატიკური შეფრქვევის ტექნოლოგია ფართოდ გამოიყენება სოფლის მეურნეობაში ბაღჩეული მცენარეებისა და ნაყოფის მომცემი ხეების დაავადებისაგან დასაცავად იყენებენ სამკურნალო საშუალებებს. პრეპარატების დანაკარგების შემცირებისა და მცენარეთა ზედაპირზე მათი თანაბარზომიერი განაწილებისთვის გამოიყენება ელექტროსტატიკური ელექტრიზაცია. პრეპარატი, ისევე, როგორც საღებავი, იმუხტება ერთნიშნა სტატიკური მუხტებით. პრეპარატის ნაწილაკები ელექტრული ძალის გამოყენებით თანაბრად ნაწილდება მცენარის ზედაპირზე. პრეპარატის ელექტრულად დამუხტული ნაწილაკების მცენარის ზედაპირთან მიახლოებისას, მცენარის ზედაპირი ელექტროსტატიკური ინდუქციის მოქმედებით მაშინვე იმუხტება და იზიდავს პრეპარატის ნაწილაკებს, ამიტომ წამალი დანაკარგის გარეშე თანაბარზომიერად ილექება მცენარის ზედაპირზე.

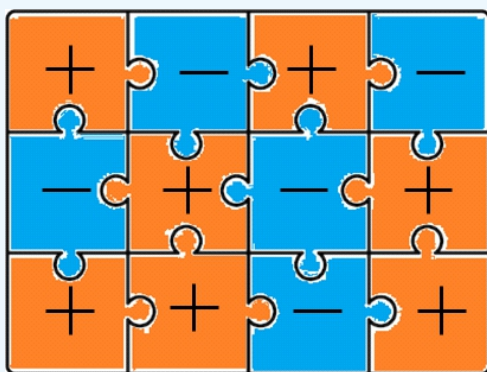


▲ დამუხტული წამლის ნაწილაკების მცენარეებზე შეფრქვევა



განმაჯიგადებელი დავალებები

1. არსებობს ისეთი ატომი, ბირთვში ნეიტრონი არ აქვს. შეიძლება იყოს ისეთი ატომი, რომ ბირთვში პროტონი არ ჰქონდეს? პასუხი დაასაბუთეთ.
2. ელექტრული მუხტი $+3e$ მქონე ალუმინის იონის ბირთვს 13 პროტონი აქვს. იპოვეთ ელექტრონების რაოდენობა ამ იონში.
3. სურათზე მოცემული ფიგურა რაიმე ადგილიდან ორ ნაწილად რომ გავყოთ, ქვემოთ მოცემული ვარიანტებიდან რომელი არ შეიძლება იყოს ამ ნაწილების მუხტი?



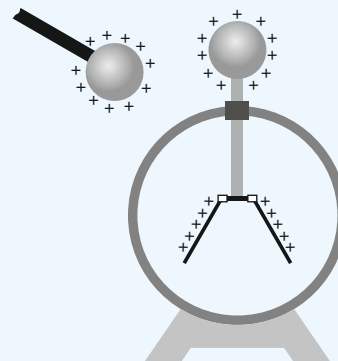
	I	II
ა)	0	$+2e$
ბ)	$+e$	$+e$
გ)	$-1e$	$+3e$
დ)	$-1e$	$+2e$
ე)	$-2e$	$+4e$

4. სხეულებს, მოცემულს დაელექტროების მიმდევრობის ცხრილში, დააელექტროებენ ქაღალდზე ხახუნით. ისარგებლეთ a ცხრილით და შეავსეთ b ცხრილი

a	სხეული	მუხტის ნიშანი
1	მინა	
2	მატყლი	
3	აბრეშუმი	
4	ქაღალდი	
5	ბამბა	
6	პლასტმასა	

b	სხეული	ელექტრული მუხტის ნიშანი
	მინა	
	მატყლი	
	აბრეშუმი	
	ბამბა	
	პლასტმასა	

5. სურათზე გამოსახულია დადებითად დამუხტული სხეული და დადებითად დამუხტული ელექტროსკოპი. რა მოხდება, თუ სხეულს მივიტანთ ელექტროსკოპის ბურთულასთან? დაასაბუთეთ თქვენი პასუხი.

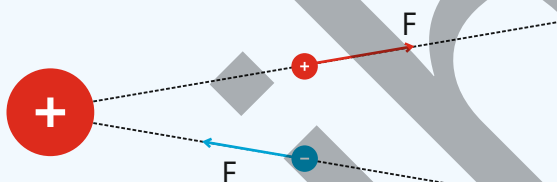


6. დაასახელეთ გამტარი და დიელექტრიკი ნივთიერებების ერთი განმასხვავებელი და ერთი მსგავსი თვისება.

7. როგორ განისაზღვრება ელექტრული ველის დაძაბულობის მიმართულება?

8. $0,02 \text{ კ}$ საცდელ მუხტზე 10 ნ ძალა მოქმედებს. გამოთვალეთ ამ საცდელი მუხტის არსებულ წერტილში ელექტრული ველის დაძაბულობის რიცხვითი მნიშვნელობა.

9. სურათზე დადებით და უარყოფით ელექტრულ მუხტებზე ზემოქმედი ელექტრული ძალების მიმართულებაა ნაჩვენები. განსაზღვრეთ ელექტრული ველის დაძაბულობის მიმართულება ამ მუხტების არსებულ წერტილებში.



10. რამდენჯერ მეტია q_2 მუხტი q_1 მუხტზე?



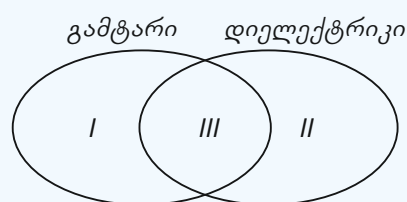
11. სურათზე მოცემული ელექტროსკოპის ბირთვზე დამუხტული სხეულის შეხებისას მისი ფურცლებისთვის რომელი ან რომლები შეიძლება იყოს სწორი?



1. განეიტრალდება.
2. დადებითად დაიმუხტება.
3. უარყოფითად დაიმუხტება.
4. ერთი დადებითად, მეორე უარყოფითად დაიმუხტება.
5. ბირთვისა და ფურცლების ელექტრული მუხტების ნიშანი ერთი და იგივე იქნება.

12. ეილერ-ვენის დიაგრამაზე შეარჩიეთ შესაბამისი პუნქტები.

1. აქვს თავისუფალი მუხტის მატარებლები.
2. არა აქვს თავისუფალი მუხტის მატარებლები.
3. ატარებს ელექტრულ დენს.
4. არ ატარებს ელექტრულ დენს.
5. გამოიყენება სიცხისაგან და ელექტრული საფრთხისაგან დაცვისათვის.



ელექტრული წრედი და წრედის ელემენტები

ელექტრული ენერგიის არ არსებობის ხანაში ადამიანები ბევრ სირთულეებს აწყდებოდნენ. ელექტრული ენერგიის წარმოების პირველ წლებში იგი გამოიყენებოდა ქუჩებისა და სახლების ნათურების განათებისთვის. თანამედროვე პერიოდში კი ბევრი მოწყობილობა და დანადგარი მუშაობს ელექტრული ენერგიით.



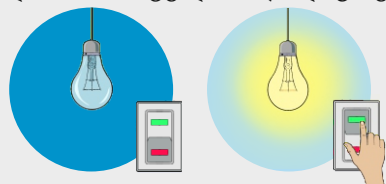
- ზოგი ელექტრო მოწყობილობა მოიხმარს ბევრ ელექტრო ენერგიას, ზოგი-ცოტას. მოწყობილობები, რომლებიც არ მოითხოვენ ენერგიის დიდ დანახარჯს, მუშაობენ ელემენტებსა და აკუმულატორებზე. ენერგიას, რომელიც აუცილებელია იმ მოწყობილობებისათვის, რომლებიც მოიხმარენ დიდი რაოდენობის ელექტროენერგიას, გამოიმუშავენ ელექტროსადგურებში და მომხმარებლებს მიეწოდება სადენებით.
- 1. რომელი ელექტრო მოწყობილობა გაქვთ თქვენ სახლში?
2. რისი საშუალებით ახდენთ ელექტრო მოწყობილობის ჩართვას?
3. რა სირთულეებს წააწყდებით, თუ თქვენს საცხოვრებელ რაიონში ერთ დღე-ღამეს არ იქნება ელექტრობა?

განყოფილებაში შეისწავლით

- ელექტრული წრედი შედგება წრედის ელემენტებისაგან
- წრედის ელემენტებს აქვთ სხვადასხვა ფუნქციები
- ელექტრული დენი წარმოიქმნება ელექტრული ნაწილაკების მოწესრიგებული მოძრაობის შედეგად
- ელექტრული დენის ძალა შეიძლება გამოითვალოს და გაიზომოს
- ძაბვის ცოდნით შეიძლება წრედის ელემენტებზე გადაცემული ენერგიის გამოთვლა
- ძაბვის გამოთვლა და გაზომვა შეიძლება
- გამტარის წინააღობა დამოკიდებულია მის ზომასა და მასალაზე, რომლისგანაც არის დამზადებული
- ნათურები შეიძლება შევაერთოთ მიმდევრობით და პარალელურად

6.1 ელექტრული წრედი და წრედის ელემენტები

სადამოს ოთახის განათებისათვის ჩვენ ვანათებთ ელექტრო ნათურას ელექტრული ჩამრთველის დილაკზე დაჭერით.



საკვანძო სიტყვები

ელექტრული წრედი, წრედის ელემენტები, დენის წყარო, გაღვანური ელემენტი

- თქვენი აზრით, რა სირთულეებს წავაწყდებით ელექტრო ჩამრთველის გარეშე?
- რა მსგავსება და განსხვავებაა ისეთ ელექტრო მოწყობილობებს შორის როგორებიცაა: ფენი და ელექტრული ფანარი?

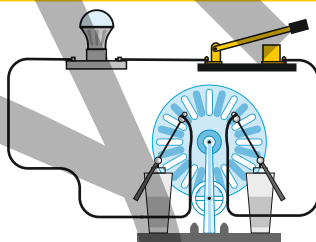
რისი გაკეთებაა საჭირო ნათურის ასანთებად?

რესურსები: ელექტროფორული მანქანა, გასაღები (ჩამრთველი), პატრონზე შეერთებული ლედ ნათურა, შემაერთებული სადენები.

სამუშაოს მსვლელობა:

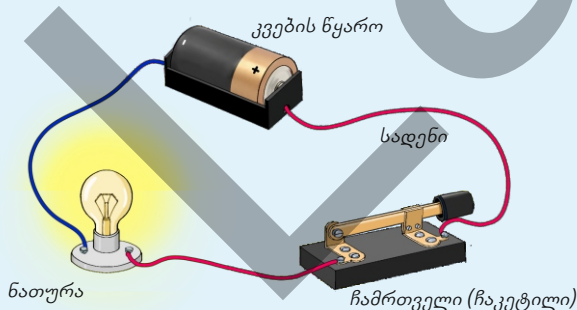
1. გაანეიტრალეთ ელექტროფორული მანქანა, მისი ბურთულების დაკონტაქტებით.
2. ააწყვეთ სურათზე მოცემული წრედი.
3. გასაღების ღიად დატოვებით, დაატრიალეთ ელექტროფონის მანქანის სახელური რამდენჯერმე და გააჩერეთ.
4. ჩაკეტეთ გასაღები და დააკვირდით ნათურას.

შენიშვნა. დაიცავით უსაფრთხოების წესები და ნუ შეეხებით ელექტროფონის მანქანას ბურთულებამდე.

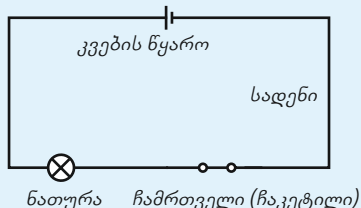


განიხილეთ:

1. რომელ შემთხვევაში აინთო ნათურა?
2. რა როლი აკისრია ელექტროფორულ მანქანას ნათურის ანთებაში?
3. როგორ უზრუნველყოთ ნათურის ხანგრძლივი ნათება ოთახში?



▲ სურათი 1.
ელექტრული წრედი და მისი სქემა



ბუნების გაკვეთილებზე თქვენ გაეცანით ელექტრულ წრედსა და მის ელემენტებს. გამტარებით შეერთებული კვების წყარო, ნათურა და გასაღები წარმოადგენს უმარტივეს ელექტრულ წრედს. ელექტრული წრედის გამოსახვისათვის საჭიროა გამოვიყენოთ ელემენტების პირობითი აღნიშვნები (სურათი 1).

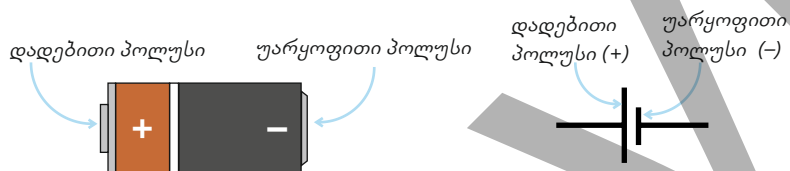
გასაღები - მოწყობილობა, რომელიც ნებისმიერ მომენტში კეტავს ან ხსნის მომხმარებელს ელექტრული წრედისაგან. გარდა ნათურისა, ელექტრულ ჯაჭვთან შეიძლება ტელევიზორის, კომპიუტერის, ელექტრო გამათბობლის, ზარისა და სხვა მომხმარებელთა შეერთება. თვითონ ეს მომხმარებელი ნებისმიერ მომენტში შეიძლება ჩაირთოს ან გამოირთოს ქსელიდან გასაღებით ან მასზე არსებული დილაკით.

კვების წყაროს ფუნქციაა უზრუნველყოს მომხმარებელი ელექტრული დენით. კვების წყაროებად შეგვიძლია ვუჩვენოთ ელემენტები, აკუმულატორები, ელექტროფორული მანქანები და მზის პანელები (სურათი 2).

დენის წყაროებში სხვადასხვა სახის ენერგია გარდაიქმნება ელექტრულ ენერგიად. ელემენტსა და აკუმულატორში ქიმიური, ელექტროფორულ მანქანაში კინეტიკური, მზის პანელში მზის ენერგია გარდაიქმნება ელექტრულ ენერგიად.

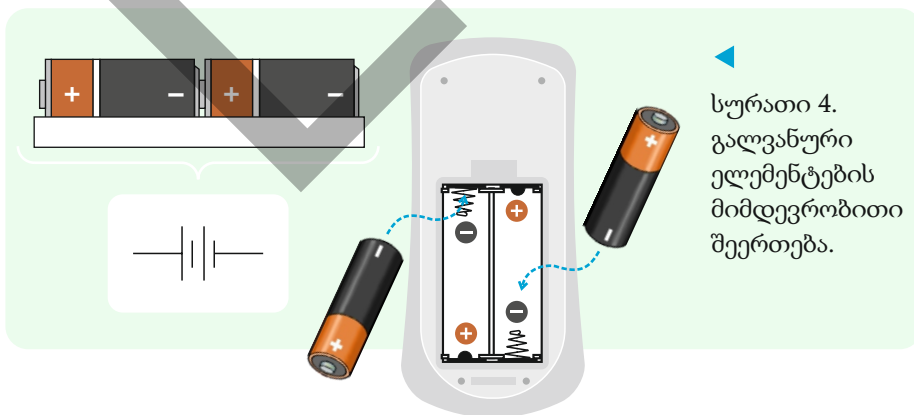
● **დენის წყაროს, რომელიც ქიმიურ ენერგიას გარდაქმნის ელექტრულად, გალვანური ელემენტი ეწოდება.**

დენის ისეთი წყაროები, როგორებიცაა: ბატარეები და აკუმულატორები, შედგება რამდენიმე გალვანური ელემენტისაგან. დენის წყაროებში მიმდინარეობს დადებითი და უარყოფითი მუხტების დაყოფის პროცესი. მაგალითად, გალვანურ ელემენტში მიმდინარე ქიმიური რეაქციის შედეგად დადებითი მუხტები გროვდება ერთ პოლუსზე, ხოლო უარყოფითი-მეორეზე (სურათი 3).



▲ სურათი 3.
გალვანური ელემენტი და მისი პირობითი აღნიშვნა

ზოგჯერ სარგებლობენ რამდენიმე გალვანური ელემენტის მიმდევრობითი შეერთებით. ამასთან, ერთ-ერთი ელემენტის დადებითი პოლუსი უერთდება მეორის უარყოფით პოლუსს. უფრო მეტი გალვანური ელემენტის მიმდევრობითი შეერთებით შეიძლება უფრო მეტი ენერგიის უზრუნველყოფა (სურათი 4).



▲ სურათი 4.
გალვანური ელემენტების მიმდევრობითი შეერთება.

ელემენტები



აკუმულატორი



ელექტროფორული მანქანა

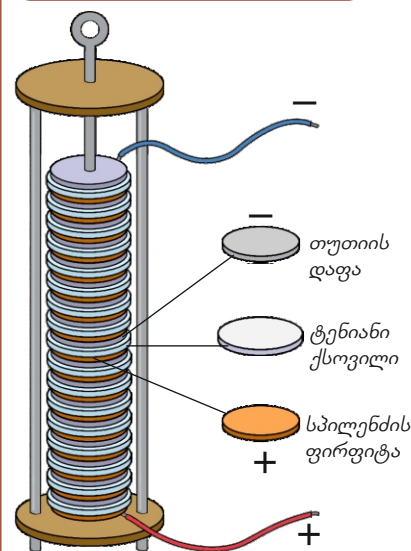


მზის პანელი

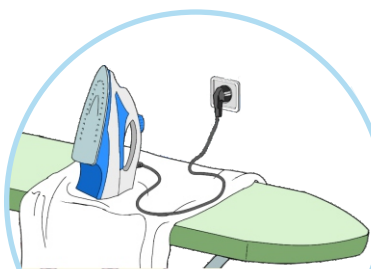


▲ სურათი 2.
დენის წყაროები

იცით თუ არა თქვენ?

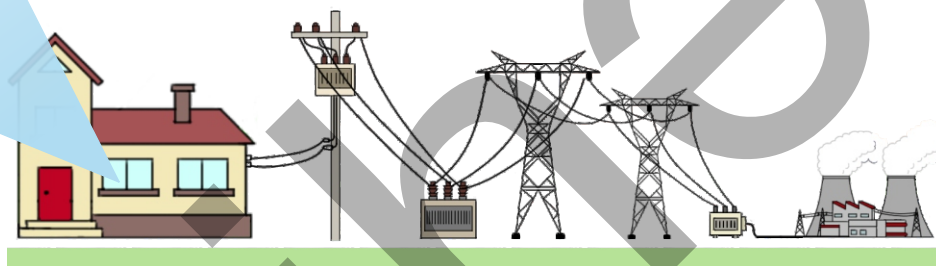


პირველი დენის წყარო გამოიგონა იტალიელმა მეცნიერმა ალესანდრო ვოლტამ. მან შენიშნა, რომ თუ თუთიისა და სპილენძის ფირფიტებს შორის ჩავდებთ მარილიან წყალში დასველებულ ქსოვილს, მაშინ სპილენძის ფირფიტა იმუხტება დადებითად, ხოლო თუთიისა უარყოფითად.



სურათი 5
ელექტროენერგიის
გადაცემა სადენებით
ელექტროსადგურებიდან
სახლებამდე და
მომხმარებლის შეერთება
მომჭერთ დენის
წყაროსთან.

წრედის ელემენტების ერთმანეთთან და დენის წყაროსთან შეერთებისათვის გამოიყენება სადენები. ელექტრული წრედი ჩვენს სახლებში მარტივი ელექტრული წრედის მსგავსია. მარტივ ელექტრულ წრედებში ელექტრობის უზრუნველყოფა ხდება ბატარეებით. ელექტრული ენერგიის ისეთი მომხმარებლის უზრუნველყოფისათვის როგორებიცაა: ტელევიზორი და უთო ეს წყაროები არ არის საკმარისი. მათი მუშაობისათვის აუცილებელი ელექტრული ენერგია სახლში მიეწოდება სადენებით (სურათი 5).



სახლის მშენებლობისთვის მომზადებულ პროექტში გათვალისწინებულ უნდა იყოს მოწყობილობის ჩართვა ქსელში, ამიტომ მშენებლობის პროექტს დაერთვის ელექტრული წრედის სქემა. ქვემოთ ცხრილში მოცემულია წრედის სქემებში გამოყენებული ელექტრული წრედის ზოგიერთი ელემენტის პირობითი აღნიშვნა.

ელექტრული წრედის ზოგიერთი ელემენტის პირობითი აღნიშვნა	წრედის ელემენტის დასახელება	პირობითი აღნიშვნა	წრედის ელემენტის დასახელება	პირობითი აღნიშვნა
	გალვანური ელემენტი		დენის წყაროს მომჭერები	
	გალვანური ელემენტის ბატარეა ან აკუმულატორი		ელექტრული მოტორი	
	სადენების შეერთება		ამპერმეტრი	
	ელექტრული ნათურა		ვოლტმეტრი	
	ელექტრული გასადები		რეზისტორი	
	ელექტრული ზარი		რეოსტატი	

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

თქვენი აზრით, რა პრობლემები შეიძლება წარმოიქმნას მშენებლობაზე, თუ წინასწარ არ დაიხაზება ელექტრული წრედის სქემა?

გამოიყენეთ მიღებული ცოდნა

1. ნიგარას მოტორის დახმარებით სურს გააკეთოს ვენტილატორი, რომელსაც ჩართავს და გამორთავს თავისი სურვილის მიხედვით.

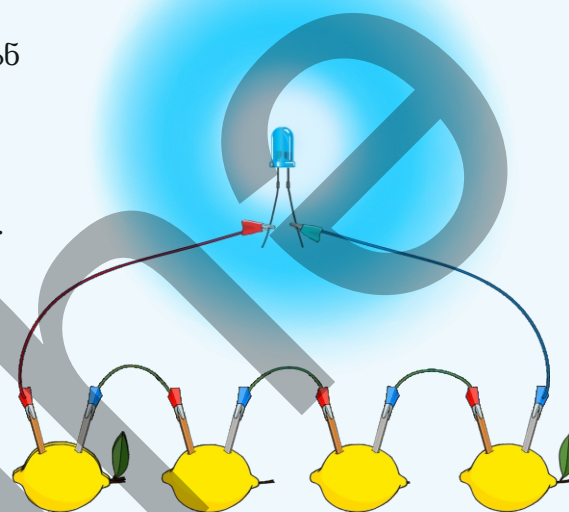
ა) რომელი მასალები და წრედის ელემენტები სჭირდება ნიგარას?

ბ) დახაზეთ ვენტილატორის წრედის სქემა.

2. ფიზიკის გაკვეთილზე მოსწავლეებმა ერთმანეთისგან გარკვეულ მანძილზე მყოფ რამდენიმე ლიმონიდან თითოეულში ჩაარჭეს სპილენძისა და თუთიის მილაკები. როდესაც მათ ეს მილაკები და LED ნათურა შეაერთეს სადენებით, დაინახეს რომ ნათურა განათდა.

ა. თქვენი აზრით, რომელი სახის ენერგიის ელექტროენერგიად გარდაქმნით განათდა ნათურა?

ბ. თუ ჩვენ შევადარებთ ლიმონებს გალვანურ ელემენტებთან, როგორ არიან ისინი შეერთებული? დაასაბუთეთ თქვენი პასუხი.

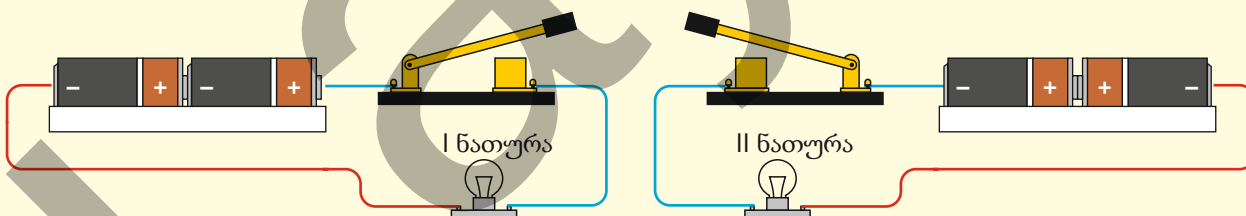


შეამოწმეთ თქვენი ცოდნა

1. სურათზე გამოსახულ სქემებში გასაღების ჩაკეტვისას ერთი ნათურა აინთო, ხოლო მეორე-არა.

ა. რომელი ნათურა აინთება გასაღების ჩაკეტვისას? დაასაბუთეთ თქვენი პასუხი.

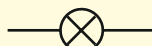
ბ. დახაზეთ წრედის სქემა, რომლის ნათურაც ინთება.



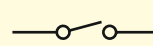
2. დაადგინეთ შესაბამისობა სქემაზე პირობითი ნიშნებით მოცემულ წრედის ელემენტებსა და შემდეგ გამონათქვამებს შორის.



1.



2.



3.

ა. ელექტრული ნათურის პირობითი ნიშანია.

ბ. ელექტრული ზარის პირობითი ნიშანია.

გ. გალვანური ელემენტის პირობითი ნიშანია.

დ. ელექტრული წრედის ენერგიით უზრუნველმყოფი მოწყობილობის პირობითი ნიშანია.

ე. ენერგიის მომხმარებლის წრედში ჩამრთველი და გამომრთველი მოწყობილობის პირობითი ნიშანია.

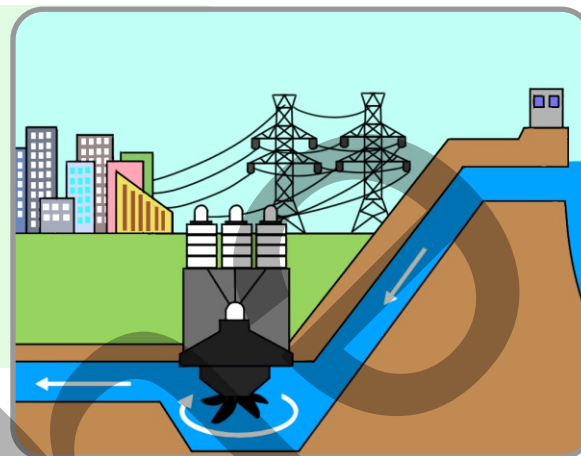
6.2 ელექტრული დენი

საკვანძო სიტყვები

ელექტრული დენი,
დენის ძალა.

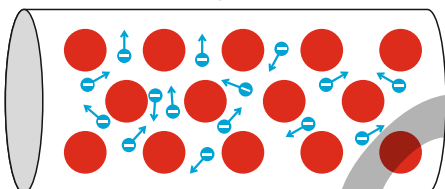
ჰიდროელექტროსადგურებში
ენერგიის გამომუშავებისათვის
გამოიყენება წყლის
მიმართული მოძრაობა.

• რა მსგავსებაა სადენებში
ელექტრულ დენსა და
მილში მიმავალ წყალს
შორის?

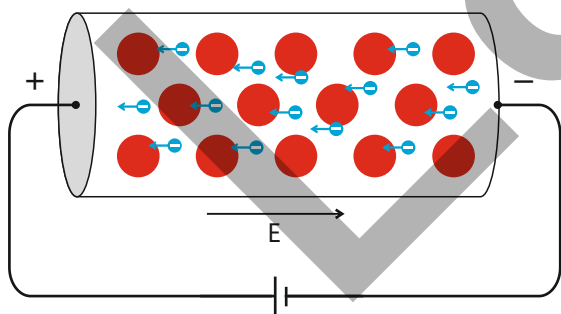


თავისუფალი ელექტრონები მეტალის გატარებაში შეიძლება მოძრაობდეს სხვადასხვა მიმართულებით, რადგან ბირთვი სუსტად იზიდავს მათ (სურათი 1, ა). თუ სადენის ბოლოებს მივუერთებთ ელექტრული ენერგიის წყაროს პოლუსებს გამტარში წარმოიქმნება ელექტრული ველი. ელექტრული ველი მოქმედებს ელექტრონებზე ელექტრული ძალით. შედეგად ელექტრონები იწყებს მოწესრიგებულ მოძრაობას, როგორც წყალი მილში (სურათი 1, ბ).

ა)



ბ)



სურათი 1.

**დამუხტული ნაწილაკების მიმართულ მოძრაობას
ელექტრული დენი ეწოდება.**

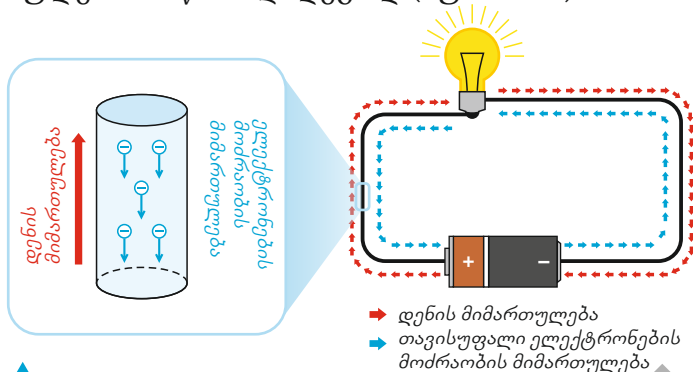
წრედში ელექტრული დენის წარმოქმნისათვის უნდა შესრულდეს შემდეგი პირობები:

1. ნივთიერებაში უნდა იყოს თავისუფლად მოძრავი ელექტრული მუხტები.
2. უნდა იყოს ელექტრული ველი, რომელიც მოიყვანს ელექტრულ მუხტებს მოწესრიგებულ მოძრაობაში.
3. წრედი უნდა იყოს შეკრული.

ელექტრული დენი მეტალის გამტარებში არსებობს თავისუფალი ელექტრონების მოწესრიგებული მოძრაობის ხარჯზე, თუმცა სხვა გამტარებში თავისუფალი მატარებლები შეიძლება იყოს სხვა დამუხტული ნაწილაკებიც. მაგალითად, ელექტრული დენის გამტარობა მარილწყალში თქვენ შეისწავლეთ ბუნების გაკვეთილებზე. როცა მარილი (NaCl) იხსნება წყალში, ის იყოფა დადებით (Na^+) და უარყოფით (Cl^-) იონებად. ელექტრული დენი ნარევებში წარმოიქმნება დადებითი და უარყოფითი იონების მოწესრიგებული მოძრაობის შედეგად.

ელექტრონების აღმოჩენამდე ვარაუდობდნენ, რომ ელექტრული დენი გამტარებში წარმოიქმნება დადებითად დამუხტული ნაწილაკების მოწესრიგებული მოძრაობის შედეგად. ელექტრული დენის მიმართულებად მეტალის სადენებში მიღებულია დადებითი მუხტების მიმართულება.

სინამდვილეში კი მეტალის სადენებში თავისუფალი ელექტრონები მოძრაობს ელექტრული დენის მიღებული მიმართულების საწინააღმდეგოდ (სურათი 2).



სურათი 2. წრედში თავისუფალი ელექტრონების მოძრაობის მიმართულება ელექტრული დენის მიმართულების საპირისპიროა.

დენის ძალა

ელექტრული დენის დახასიათებისათვის გამოიყენება ფიზიკური სიდიდე, რომელსაც **დენის ძალა** ეწოდება. ელექტრული დენის ძალის მნიშვნელობა დამოკიდებულია დროის ერთეულში გამტარის განივკვეთში გავლილი ელექტრული მუხტების რაოდენობაზე (სურათი 3).

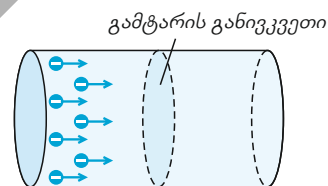
- გამტარის განივკვეთში ერთ წამში გავლილი ელექტრული მუხტების რაოდენობას **დენის ძალა** ეწოდება:

$$I = \frac{q}{t}$$

სადაც I – დენის ძალაა, q – გამტარის განივკვეთში გავლილი ელექტრული მუხტების რაოდენობაა, t – მუხტების გავლაზე დახარჯული დროა. დენის ძალა სკალარული სიდიდეა. SI სისტემაში დენის ძალის ზომის ერთეულად მიღებულია **ამპერი** (1 ა), რომელიც ეწოდა ფრანგი მეცნიერის ანდრე ამპერის პატივსაცემად.

$$[I] = \frac{[q]}{[t]} = 1 \frac{\text{კ}}{\text{წმ}} = 1 \text{ ა}$$

ამპერი ერთ-ერთი ძირითადი ერთეულია SI-ში. თუ დენის ძალის მნიშვნელობა ძალიან მცირეა, მაშინ გამოიყენება ზომის ერთეულის ნაწილები ($1 \text{ მა} = 0.001 \text{ ა}$, $1 \text{ მკა} = 0.000001 \text{ ა}$), ხოლო თუ ძალიან დიდია გამოიყენება ჯერადები ($1 \text{ კა} = 1000 \text{ ა}$).

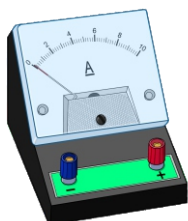


სურათი 3.

ამოცანის ამოხსნა

გამტარის განივკვეთში 40 წამში 0,2 კ მუხტი გადის. გამოთვალეთ გამტარში გამავალი დენის ძალა და გამოსახეთ მილიამპერებში.

მოცემულია	ფორმულა	ამოხსნა
$q = 0,2 \text{ კ}$ $t = 40 \text{ წმ}$ $I = ?$	$I = \frac{q}{t}$	$I = \frac{q}{t} = \frac{0,2 \text{ კ}}{40 \text{ წმ}} = 0,005 \text{ ა} = 5 \text{ მა}$ პასუხი: 5 მა

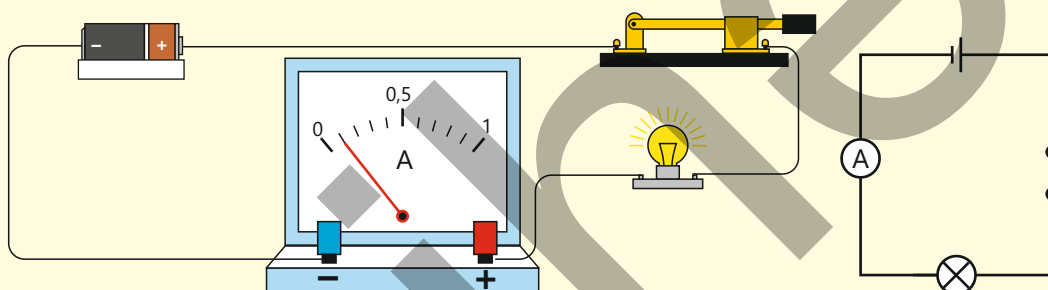


სურათი 4.
ამპერმეტრი

დენის ძალის გაზომვა

დენის ძალის გაზომვისათვის სარგებლობენ ამპერმეტრით (სურათი 4). ამპერმეტრს უერთებენ წრედის ელემენტებს თანმიმდევრობით. ამასთან ამპერიმეტრის დადებით მომჭერს, უერთებენ წყაროს დადებითი პოლუსის მხარეს, ხოლო უარყოფითს-უარყოფით მხარეს. სურათი 5-ზე ნაჩვენებია ელექტრული დენის ძალის გაზომვისათვის ამპერმეტრის ნათურასთან მიმდევრობითი შეერთება. ამ შემთხვევაში ამპერმეტრი ნათურაში გამავალი დენის ძალას გვიჩვენებს.

სურათი 5.
ამპერმეტრთან
შერთებული წრედი
და მისი სქემა



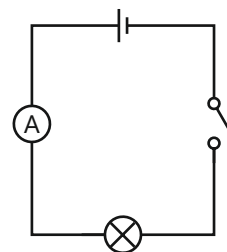
საქმიანობა

დენის ძალის გაზომვა წრედის სხვადასხვა ნაწილებში

რესურსები: გალვანური ელემენტი, გასაღები, შემაერთებული სადენები, პატრონზე შეერთებული ნათურა, ორი ცალი ამპერმეტრი.

სამუშაოს მსვლელობა:

1. ჩაიხაზეთ რვეულში ცხრილი და სქემა.



	როცა მხოლოდ ერთი ამპერმეტრია	როცა ორივე ამპერმეტრია	
		I ამპერმეტრი	II ამპერმეტრი
ამპერმეტრის მაჩვენებელი			

- სქემის საფუძველზე ააგეთ ელექტრული წრედი.
- ჩაკეტეთ გასაღებით და ჩაწერეთ ამპერმეტრის მაჩვენებელი.
- გახსენით გასაღებით და მეორე ამპერმეტრი ნათურის მეორე მხრიდან შეუერთეთ წრედს.
- ისევ ჩაკეტეთ გასაღები და აღნიშნეთ ამპერმეტრის მაჩვენებლები.

განხილვა:

- რვეულში სქემაზე უჩვენეთ ელექტრული დენის მოძრაობისა და მუხტის მატარებლების მიმართულება.
- შეამჩნიეთ თუ არა სხვაობა წრედში ჩართული ორი ამპერმეტრის მაჩვენებლებს შორის? თქვენი აზრით, რატომ?
- იყო თუ არა სხვაობა ამპერმეტრის მაჩვენებლებში, როცა წრედში იყო ჩართული ერთი ამპერმეტრი და ორი ამპერმეტრი? როგორ ფიქრობთ, რა არის ამის მიზეზი?

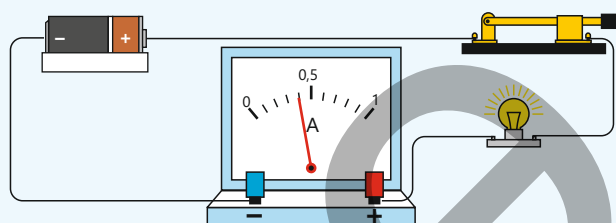
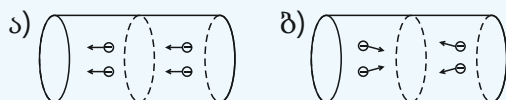
გაიანაზრე • განიხილე • გააზიარე

რა პრობლემები შეიძლება გაჩნდეს წრედში დენის ძალის აწევისას?

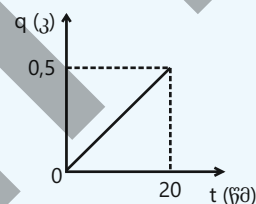
გამოიყენეთ მიღებული ცოდნა

1. ამპერმეტრის მაჩვენებლების მიხედვით იპოვეთ გამტარის განივკვეთში გავლილი მუხტების რაოდენობა 2 წუთში.

2. გამოსახულია ელექტრონების მოძრაობა გამტარში. რა შემთხვევაში წარმოიქმნება ელექტრული დენი? დაასაბუთეთ თქვენი პასუხი.



3. მოცემულია გამტარის განივკვეთში გავლილი ელექტრული მუხტების დროზე დამოკიდებულების გრაფიკი. იპოვეთ დენის ძალა გამტარში



შეამოწმეთ თქვენი ცოდნა

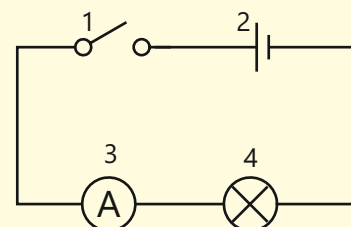
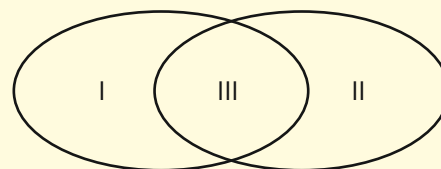
- მეტალებში რომელი ნაწილაკების მოძრაობის შედეგად წარმოიქმნება ელექტრული დენი?
- როგორ უნდა იმოძრაონ დამუხტულობა ნაწილაკებმა ელექტრული დენის წარმოქმნისათვის?
- ეილერ-ვენის დიაგრამაზე განსაზღვრეთ შესაბამისი პუნქტები ელექტრული მუხტისა და დენის ძალისათვის.

- ზომის ერთეული SI-ში არის 1 ა.
- ზომის ერთეული SI-ში არის 1 კ.
- სკალარული სიდიდეა.
- ზომავენ ამპერმეტრით.

4. წრედი აწყობილია სურათზე მოცემული სქემის მიხედვით.

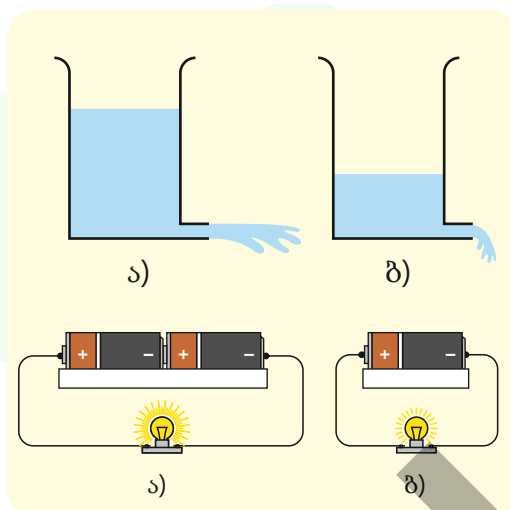
- რომელია ამპერმეტრის პირობითი ნიშანი?
- ზომავს თუ არა ამ შემთხვევაში დენის ძალას ამპერმეტრი წრედში? დაასაბუთეთ თქვენი პასუხი.

ელექტრული მუხტი დენის ძალა



6.3 ძაბვა

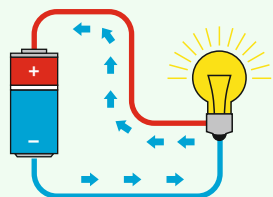
ჯერ შეადარეთ ჭურჭლებიდან გამომდინარე წყლის სიჩქარეები, შემდეგ წრედში ნათების სიკაშკაშე.



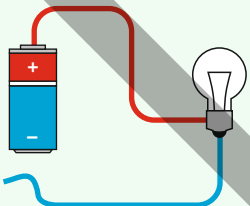
- რა კავშირია ჭურჭლიდან გამომდინარე წყლის კინეტიკური ენერგიასა და ჭურჭელში წყლის დონეს შორის?
- რომელ შემთხვევაში ანათებს ნათურა მეტი სინათლის ენერგიით? რა არის ამის მიზეზი?
- რა შესაბამისობა არსებობს ჭურჭელში წყლის სიმაღლესა და გაღვანური ელემენტების რაოდენობას შორის?

საკვანძო სიტყვები

ძაბვა



a ელექტრონების მიერ წყაროდან მიღებული ენერგია ნათურით გარდაიქმნება სითბურ და სინათლის ენერგიად.



b თუ გამოვრთავთ სინათლის წყაროს წრედიდან, მაშინ ელექტრონები შეწყვეტს ენერგიის მიღებას, შეწყდება მათი მოწესრიგებული მოძრაობა და ნათურა ჩაქრება.

სურათი 1.

ბუნების გაკვეთილებზე თქვენ შეისწავლეთ, რომ მეტალის გამტარებში ელექტრონების მოწესრიგებული მოძრაობა შესაძლებელია მათი დენის წყაროდან მიღებული ენერგიით უზრუნველყოფისას. ნათურაში დენის გატარებისას ელექტრონები ეჯახებიან სპირალში მყოფ იონებს და მათ ენერგიას გადასცემენ. ამის შედეგად ნათურის სპირალი ცხელდება, ვარვარდება და სინათლეს გამოსცემს. ნათურა წყაროდან ელექტრონების მიერ მიღებულ ენერგიას გარდაქმნის სინათლისა და სითბოს ენერგიად (სურათი 1, ა). თუ ელექტრონები შეწყვეტს წყაროდან ენერგიის მიღებას შეწყდება მათი მოწესრიგებული მოძრაობა და ნათურა ჩაქრება, რადგან წრედში არ იქნება ელექტრული დენი (სურათი 1, ბ).

ენერგიის რაოდენობა, რომელიც გადაეცემა ენერგიის წყაროს მიერ მუხტის მატარებლებს, შეიძლება განისაზღვროს ფიზიკური სიდიდის დახმარებით, რომელსაც **ძაბვა** ეწოდება. ძაბვა განისაზღვრება

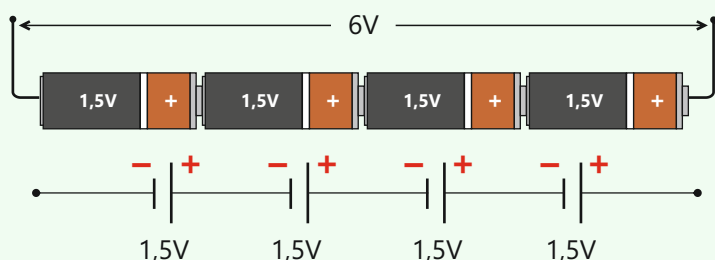
$$U = \frac{W}{q}$$

ფორმულით, სადაც U – ძაბვაა, q – მუხტი, W – წყაროს მიერ მუხტებზე გადაცემული ენერგიის რაოდენობა. ძაბვა სკალარული სიდიდეა. SI-ში ძაბვის ერთეულად მიღებულია **ვოლტი** (1 ვ), რომელიც ეწოდა იტალიელი მეცნიერის ა. ვოლტას პატივსაცემად:

$$[U] = \frac{[W]}{[q]} = 1 \frac{\text{ჯ}}{\text{კ}} = 1 \text{ ვ.}$$

მაშასადამე, ძაბვა წარმოადგენს ენერგიას, რომელიც გადაეცემა წყაროს მიერ თითოეულ 1 კულონ მუხტზე. რაც უფრო მეტია ძაბვის მნიშვნელობა, მით უფრო მეტია წყაროს მიერ მუხტებზე გადაცემული ენერგია. დენის წყაროებზე, რომლებსაც ჩვენ ვიყენებთ ყოველდღიურ საქმიანობაში, მითითებულია მათი ძაბვა. მაგალითად, თუ დენის წყაროზე აწერია “1,5 ვ” ეს ნიშნავს რომ ის ერთ კ მუხტს გადასცემს 1,5 ჯ ენერგიას.

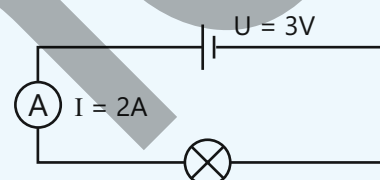
დენის წყაროების მიმდევრობითი შეერთებისას მათი ძაბვა ჯამდება. თუ მიმდევრობით შევაერთებთ 4 დენის წყაროს, თითოეულს 1,5 ვ ძაბვით, მაშინ 1 კ მუხტს გადაეცემა 6 ჯ ენერგია (სურათი 2).



სურათი 2.
6 ვ-იანი
ძაბვის
ბატარეა.

ამოცანის ამოხსნა

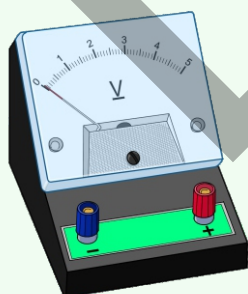
წრედის დენის წყაროს ძაბვა გამოსახულ სქემაზე 3 ვოლტია. თუ ამპერმეტრი უჩვენებს 2 ამპერს, რამდენი ჯოული ენერგია გადაეცემა ნათურას ყოველ წამში?



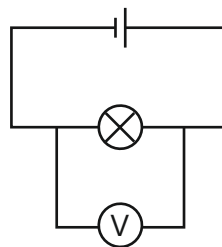
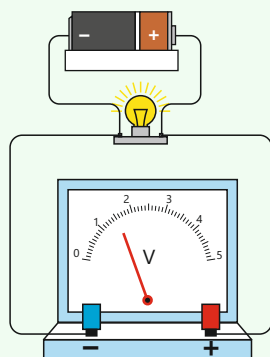
მოცემულია	ფორმულა	ამოხსნა
$I = 2 \text{ ა}$ $U = 3 \text{ ვ}$ $t = 1 \text{ წმ}$ $W = ?$	$I = \frac{q}{t}$ $U = \frac{W}{q}$	თუ ამპერმეტრის მაჩვენებელია 2 ა ეს ნიშნავს, რომ ნათურაში ერთ წამში გავლილი მუხტი ტოლია: $q = It = 2 \text{ ა} \cdot 1 \text{ წმ} = 2 \text{ კ}$ მუხტის გამტარობას გვიჩვენებს. თუ ძაბვა არის 3 ვოლტი, ნიშნავს 1 კ მუხტს გადაეცემა 3 ჯ ენერგია. მაშინ ენერგია გადაცემული 2 კ მუხტისათვის იქნება: $W = qU = 2 \text{ კ} \cdot 3 \text{ ვ} = 6 \text{ ჯ}$ პასუხი: 6 ჯ

ძაბვის გაზომვა

ძაბვა იზომება ვოლტმეტრით (სურათი 3). ვოლტმეტრი უერთდება წრედის ელემენტს პარალელურად. ამ დროს ვოლტმეტრის დადებითი მომჭერი საჭიროა შევაერთოთ დენის წყაროს დადებით პოლუსის მხრიდან, ხოლო უარყოფითი-უარყოფითიდან (სურათი 4).



სურათი 3.
ვოლტმეტრი



სურათი 4.
წრედი ჩართული
ვოლტმეტრით და
მისი სქემა.

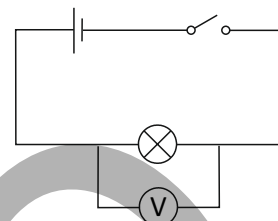
რატომ შეიცვალა ნათურის სიკაშკაშე?

რესურსები: გალვანური ელემენტი, შემაერთებული სადენები, გასაღები, ნათურა და ვოლტმეტრი.

სამუშაოს მსვლელობა:

1. გადაიხაზეთ რვეულში ცხრილი და სქემა.

ვოლტმეტრის მაჩვენებელი	1-ელი გაზომვა	მე-2 გაზომვა



- ააწყვეთ ელექტრული წრედი სქემის მიხედვით.
- ჩაკეტეთ გასაღები, დააკვირდით ნათურის სიკაშკაშეს და ჩაწერეთ ვოლტმეტრის მაჩვენებელი.
- გახსენით გასაღები, ჩართეთ მეორე გალვანური ელემენტი წინასთან მიმდევრობით.
- ისევ ჩაკეტეთ გასაღები, დააკვირდით ნათურის სიკაშკაშეს და ჩაწერეთ ვოლტმეტრის მაჩვენებელი.

განხილვა:

- რომელ შემთხვევაშია ნათურის ნათება უფრო კაშკაშა?
- განმარტეთ, რატომ განსხვავდება ნათურის სიკაშკაშე პირველ და მეორე შემთხვევაში?

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

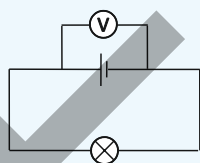
თქვენი აზრით, რაზე იხარჯება წყაროს მიერ მუხტებზე გადაცემული ენერგია?

გამოიყენეთ მიღებული ცოდნა

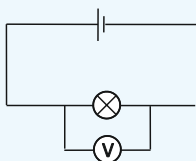
1. ნიგარამ ააწყო გენერატორი მოტორის გამოყენებით. ძაბვის წყაროსთან ვენტილატორის ჩართვისას 20 ვ დენის ძალა წრედში ხდება 500 მა-ს ტოლი. იპოვეთ მოტორზე 10 წამში გადაცემული ელექტრული ენერგია.

- ა) 450 ჯ ბ) 420 ჯ გ) 250 ჯ დ) 100 ჯ ე) 50 ჯ

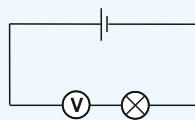
2. წყაროს ბოლოებსა და ნათურაზე ძაბვის განსაზღვრისთვის აზერმა, ნიგარამ და ლეილამ ააწყვეს ელექტრული წრედი, რომელთა სქემები მოცემულია სურათებზე.



აზერის აწყობილი
წრედის სქემა



ნიგარას აწყობილი
წრედის სქემა



ლეილას აწყობილი
წრედის სქემა

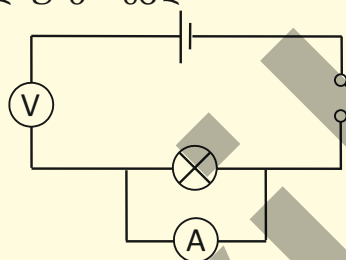
- რომელმა მოსწავლემ არასწორად შეუერთა ვოლტმეტრი წრედს?
- რა ცვლილებაა საჭირო წრედში, რომელშიც არასწორადაა შეერთებული ვოლტმეტრი?
- სწორად აწყობილ წრედებში ერთნაირია თუ განსხვავებული ვოლტმეტრის მაჩვენებლები? დაასაბუთეთ თქვენი პასუხი.

შეამოწმეთ თქვენი ცოდნა

1. რომელი მოსაზრებებია ძაბვის შესახებ სწორი?

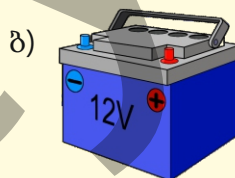
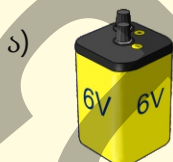
1. ზომის ერთეული SI-ში არის ვოლტი.
2. ზომის ერთეული SI-ში არის ამპერი.
3. იზომება ვოლტმეტრით.
4. იზომება ამპერმეტრით.
5. ვექტორული სიდიდეა.
6. სკალარული სიდიდეა.

2. აზერმა წრედის აწყობისას დაუშვა შეცდომა.

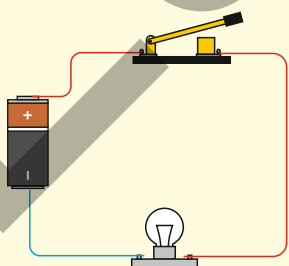


- ა. რაშია დაშვებული შეცდომა?
- ბ. ნათურაში ძაბვისა და მასში გამავალი დენის ძალის გაზომვისათვის, რისი გაკეთება არის საჭირო?
- გ. ვოლტმეტრის წრედში შეერთებისას, რა უნდა გავითვალისწინოთ?

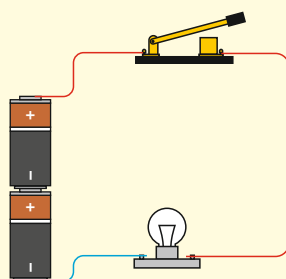
3. სურათზე მოცემული დენის წყაროების წრედში ჩართვისას ყოველ 1 კ მუხტზე რამდენ ენერგიას მოგვცემს?



4. ლეილამ ორი ერთნაირი ნათურის გამოყენებით სურათზე მოცემულის მსგავსი წრედი ააწყო.



I წრედი



II წრედი

- ა. თქვენი აზრით, ლეილას წრედში კიდევ ერთი ბატარეის დამატებით რისი განსაზღვრა სურდა?
- ბ. ლეილას მიერ გასაღების ჩაკეტვის შემდეგ რომელი ნათურა უფრო იკაშკაშებს?

6.4 ომის კანონი

გაზაფხულისა და ზამთრის თვეებში წყაროდან გამომდინარე წყლის რაოდენობაში არსებობს სხვაობა. ზამთართან შედარებით გაზაფხულზე წყლის დინება სწრაფი და ძლიერია.



გაზაფხული



ზამთარი

- თქვენი აზრით, რა უშლის წყალს ხელს ზამთარში იყოს სწრაფი და მჩქეფარე?
- რისი გაკეთება შეიძლება, რომ გაიზარდოს ნებისმიერ მილში გამავალი წყლის ოდენობა?

საკვანძო სიტყვები

წინააღმდეგობა, ომის კანონი

ორი სხვადასხვა ნათურის ერთი და იმავე ძაბვის წყაროზე შეერთებისას, ნათურებში გამავალი დენის ძალა იქნება განსხვავებული. ცნება **წინააღმდეგობა**, გამოიყენება იმისი განმარტებისთვის, რატომ წარმოიქმნება ეს სხვაობა.

1

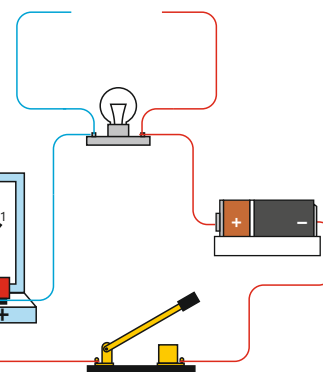
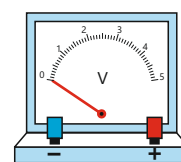
დენის ძაბვასა და ძალას შორის კავშირის გამოკვლევა

რესურსები: სამი გალვანური ელემენტი ძაბვით 1,5 ვ, შემაერთებელი სადენები, ნათურა, ვოლტმეტრი, ამპერმეტრი.

სამუშაოს მსვლელობა:

1. გადაიხაზეთ ცხრილი რვეულში.

გალვანური ელემენტების რიცხვი წრედში	ვოლტმეტრის მაჩვენებელი	ამპერმეტრის მაჩვენებელი	ვოლტმეტრის მაჩვენებლის ამპერმეტრის მაჩვენებელთან შეფარდება.
1			
2			
3			



- ააწყვეთ წრედი სურათის მიხედვით.
- ჩაკეტეთ გასაღები და ჩაწერეთ ვოლტმეტრისა და ამპერმეტრის მაჩვენებლები ცხრილში.
- გახსენით გასაღები და მიმდევრობით შეაერთეთ მეორე ელემენტი პირველთან. ჩაკეტეთ გასაღები და გაიმეორეთ ნაბიჯი 3.
- გახსენით გასაღები და მიმდევრობით შეაერთეთ მესამე ელემენტი დანარჩენებთან. ჩაკეტეთ გასაღები და გაიმეორეთ ნაბიჯი 3.
- თქვენი გაზომვების ჩანაწერების გამოყენებით ააგეთ ნათურაზე გამავალი დენის ძალის ძაბვაზე დამოკიდებულების გრაფიკი.

განიხილოთ:

1. როგორ შეიცვალა ამპერმეტრისა და ვოლტმეტრის მაჩვენებლები გალვანური ელემენტების რიცხვის გაზრდით?
2. შეიცვალა თუ არა ვოლტმეტრისა და ამპერმეტრის მაჩვენებლების შეფარდება მეორე და მესამე გალვანური ელემენტების შეერთებისას?

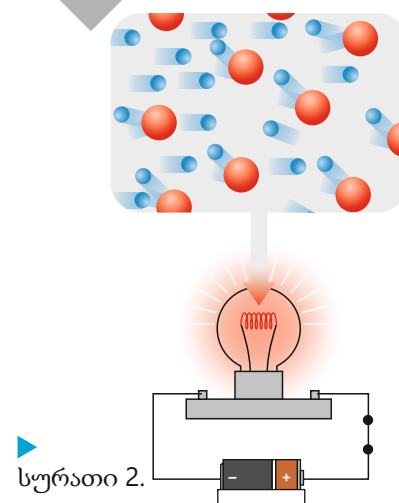
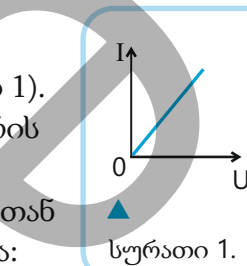
მოცემულ საქმიანობაში თქვენ შენიშნეთ, რომ ნათურის ბოლოებზე ძაბვის გაზრდისას დენის ძალა გაიზარდა იმდენჯერვე. მაშასადამე, დენის ძალა ნათურაში პირდაპირპროპორციულია ნათურის სამაგრებზე ძაბვისა (სურათი 1). კავშირი წრედის ელემენტების მომჭერებზე ძაბვასა და მათში დენის ძალას შორის პირველად განსაზღვრა გერმანელმა ფიზიკოსმა გეორგ ომმა. **ომის კანონის** თანახმად, წრედის ელემენტების საჭერებზე ძაბვის ამ ელემენტში დენის ძალასთან შეფარდება რჩება მუდმივი. ამ შეფარდებას **ელექტრული წინაღობა** ეწოდება:

$$R = \frac{U}{I}.$$

ელექტრული წინაღობა სკალარული სიდიდეა და მის ერთეულს SI-ში ეწოდება **ომი**. (1 ომი) გეორგ ომის პატივსაცემად:

$$[R] = \frac{[U]}{[I]} = 1 \frac{\text{ვ}}{\text{ა}} = 1 \text{ ომი}.$$

ნათურის სპირალი, რომლის გავლითაც გადის დენი, დამზადებულია მეტალისგან, რომელსაც ვოლფრამი ეწოდება. როდესაც ელექტრული დენი გადის სპირალში მოწესრიგებულად მოძრავი ელექტრონები ეჯახება მეტალის იონებს. ასეთი შეჯახებები წინ ელობებიან ელექტრონების მოწესრიგებულ მოძრაობას და იწვევენ ელექტრული წინაღობის წარმოქმნას (სურათი 2).



2

საქმიანობა

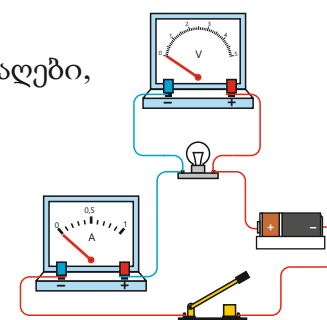
დენის ძალასა და წინაღობას შორის კავშირის გამოკვლევა

რესურსები: გალვანური ელემენტი, შემაერთებული გამტარები, გასაღები, სხვადასხვა წინაღობის ორი ნათურა, ვოლტმეტრი, ამპერმეტრი.

სამუშაოს მსვლელობა:

1. გადაიხაზეთ ცხრილი რვეულში.

	ვოლტმეტრის მაჩვენებელი	ამპერმეტრის მაჩვენებელი	ნათურის წინაღობა
I ნათურა			
II ნათურა			



2. ააწყვეთ სურათზე გამოსახული წრედი.
3. ჩაკეტეთ გასაღები და ჩაწერეთ ამპერმეტრისა და ვოლტმეტრის მაჩვენებლები ცხრილში.
4. გახსენით გასაღებით და შეცვალეთ ნათურა მეორე ნათურით.

5. ჩაკეტეთ გასაღები და გაიმეორეთ მესამე ნაბიჯი.
6. გამოთვალეთ ორივე შემთხვევაში ნათურის წინაღობა და ჩაწერეთ ცხრილის შესაბამის სვეტში.

განიხილეთ:

- როგორ იცვლება დენის ძალა წინააღობაზე დამოკიდებულებით?

როგორც “საქმიანობიდან” ჩანს, რაც უფრო მეტია ნათურის წინააღობა, მით უფრო ნაკლებია მასში დენის ძალა. კავშირს წრედის ელემენტების მომჭერებზე დაზვას, დენის ძალას ელემენტებში და მის წინააღობას შორის განსაზღვრავს ომის კანონი. თუ ვიცით ნებისმიერი ორი ამ სამი სიდიდიდან, მესამე შეიძლება გამოვთვალოთ ფორმულით:

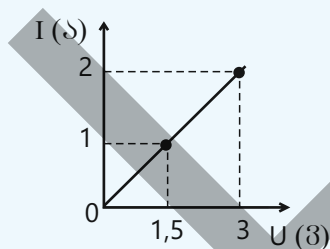
$$I = \frac{U}{R}$$

იცით თუ არა თქვენ?

ვარვარა ნათურებში ელექტრული ენერგიის დიდი ნაწილი გარდაიქმნება სითბურ და არა სინათლის ენერგიად. ამიტომ ასეთი ნათურები ეკონომიის თვალსაზრისით არ არის ხელსაყრელი.

ამოცანის ამოხსნა

მოცემულია ელექტრულ ნათურაზე გამავალი დენის ძალის მისი დამკერების ძაბვაზე დამოკიდებულების გრაფიკი. იპოვეთ ნათურის წინააღობა.



მოცემულია	ფორმულა	ამოხსნა
$I = 1 \text{ ა}$ $U = 1,5 \text{ ვ}$ $R = ?$	$R = \frac{U}{I}$	$R = \frac{U}{I} = \frac{1,5 \text{ ვ}}{1 \text{ ა}} = 1,5 \text{ ომი.}$ პასუხი: 1,5 ომი

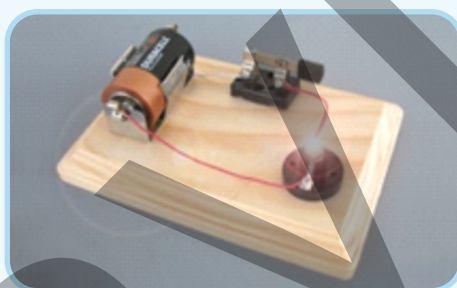
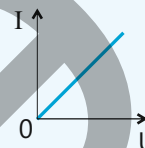
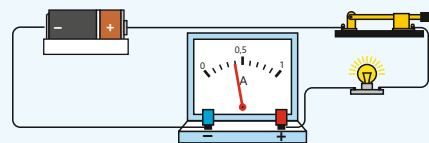
გაიანხრე • განიხილე • გააზიარე

თქვენი აზრით, რატომ ცხელდება ელექტრო გამათბობლის სპირალი მათი დენის წყაროებთან შემაერთებელ სადენებზე უფრო მეტად?



გამოიყენეთ მიღებული ცოდნა

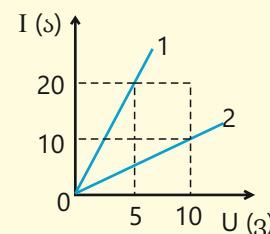
- აზერმა ააწყო სურათზე გამოსახული წრედი.
 - რისი ტოლია ძაბვა ნათურის დამჭერებზე თუ ნათურის წინაღობა 10 ომი?
 - თუ გალვანურ ელემენტიან წრედში ჩავრთავთ კიდევ ერთ გალვანურ ელემენტს, შეიცვლება თუ არა ნათურის წინაღობა? დაასაბუთეთ თქვენი პასუხი.
- ნიჯათმა აღმოაჩინა, რომ ძაბვის ცვლილების დროს ნათურაზე დენის ძალა იცვლება ისე როგორც გრაფიკზეა ნაჩვენები.
 - რა შეიძლება ითქვას გრაფიკის მიხედვით ნათურის წინაღობის შესახებ? დაასაბუთეთ თქვენი პასუხი.
 - იზრდება თუ არა ნათურის სიკაშკაშე ძაბვის გაზრდის ან შემცირების დროს? როგორ ფიქრობთ, რა არის ამის მიზეზი?
- ნიგარას სურს განსაზღვროს ნათურის წინაღობა აწყობილ წრედში. რომელი ხელსაწყოებით და როგორ შეიძლება განისაზღვროს ნათურის წინაღობა? როგორ უნდა შევუერთოთ ეს ხელსაწყოები ნათურას?



შეამოწმეთ თქვენი ცოდნა

- როგორ წარმოიქმნება ელექტრული წინაღობა მეტალებში?
- რაში მდგომარეობს ომის კანონი?
- იპოვეთ ელექტრული წინაღობის ზომის ერთეული.
 - 1 ვ
 - 1 ომი
 - 1 ჯ
 - 1 კ
 - 1 ა
- $\frac{U}{R}$ გამოსახულებით რომელი ფიზიკური სიდიდე განისაზღვრება?
- თუ დენის ძალა ნათურაში არის 0,5 ა, ნათურის წინაღობა კი 6 ომი, როგორი იქნება ნათურის დამჭერებთან შეერთებული ვოლტმეტრის მაჩვენებელი?
- განსაზღვრეთ წინაღობის შეფარდება $\frac{R_1}{R_2}$ დენის ძალის ძაბვაზე დამოკიდებულების გრაფიკით.

- 1
- 2
- 4
- 0,25
- 0,5



6.5 რაზეა დამოკიდებული გამტარის წინააღობა?

ნიჯათი აწყობს მარტივ ელექტრულ წრედს, მაგრამ მას სურს ნათურა იყოს კაშკაშა. მეგობრები მას აძლევენ რამდენიმე რჩევას.

გამოიყენე საუკეთესო გამტარი.



ლეილა

გაზარდე გამტარის სიგრძე.



აზერი

- თქვენი აზრით, რომელი მოსწავლეა მართალი?
- ელექტრულ გამტარებში, როგორც წესი, რატომ გამოიყენება სპილენძისა და ალუმინის გამტარები?

საკვანძო სიტყვები

რეზისტორი და რეოსტატი.

როგორც თქვენ იცით, გამტარის წინააღობა არ არის დამოკიდებული მასში დენის ძალაზე და მის ბოლოებზე ძაბვაზე. ცდის გზით გაირკვა, რომ გამტარის წინააღობა დამოკიდებულია მის ზომებსა და მასალაზე, რომლისგანაც ის არის დამზადებული.

გამტარის ზომების გავლენა წინააღობაზე

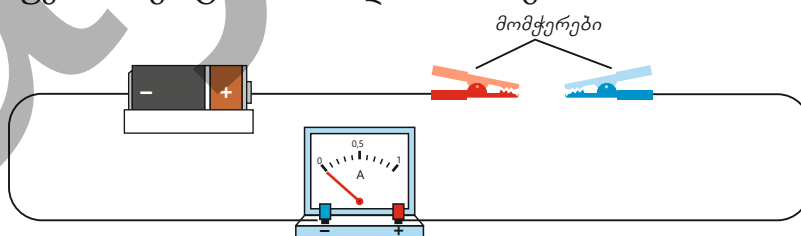
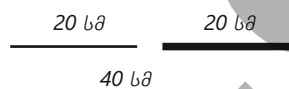
1

გამტარის წინააღობის მის ზომაზე დამოკიდებულების განსაზღვრა

რესურსები: ამპერმეტრი, გალვანური ელემენტი, 2 ელექტრული მომჭერი, ერთი სქელი 20 სმ სიგრძისა და ორი წვრილი და უქრომო გამტარი 20 სმ და 40 სმ სიგრძის.

სამუშაოს მსვლელობა:

1. ააწყვეთ ღია წრედი ისე, როგორც სურათზეა ნაჩვენები.



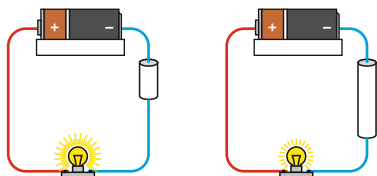
2. რიგრიგობით შეუერთეთ წვრილი სადენები წრედში უბნის მომჭერებს და ჩაწერეთ ამპერმეტრის მაჩვენებლები თქვენს რვეულში.

3. გაიმეორეთ ცდა სქელი და წვრილი 20 სმ-იანი გამტარებით.

განიხილეთ:

1. როგორ შეიცვალა ამპერმეტრის მაჩვენებელი გამტარის უფრო გრძელი გამტარით შეცვლისას?
2. როგორ შეიცვალა ამპერმეტრის მაჩვენებელი გამტარის უფრო სქელი გამტარით შეცვლისას?
3. როგორ ფიქრობთ, რატომ აღმოჩნდა ამპერმეტრის მაჩვენებლები განსხვავებული?

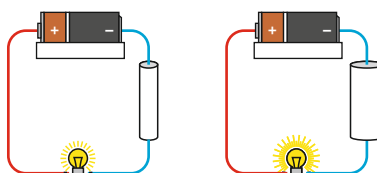
თუ წრედში გამტარს შევცვლით იმავე სისქის უფრო გრძელი გამტარით, მაშინ დენის ძალა და ნათურის სიკაშკაშე შემცირდება (სურათი 1).



სურათი 1.

ამის მიზეზია ის, რომ რაც უფრო გრძელია სადენი, მით ნაკლები ელექტრონები ეჯახება იონებს. მაშასადამე, სადენის სიგრძის გაზრდით, იზრდება მისი წინაღობა. ეს სიტუაცია შეიძლება შევადაროთ წინააღობიან სარბენ ბილიკს. რაც უფრო გრძელია ზოლი, მით მეტია წინააღობა (სურათი 2).

თუ შევცვლით გამტარს იმავე სიგრძის, მაგრამ სქელი გამტარით, მაშინ ნათურის სიკაშკაშე გაიზრდება (სურათი 3).

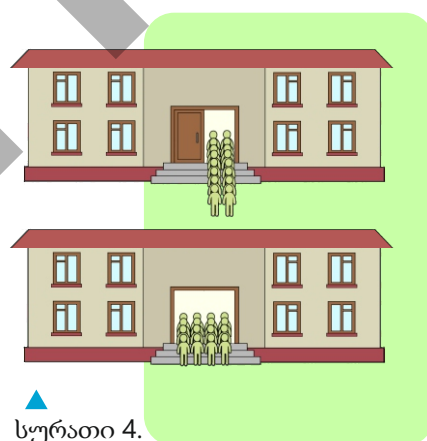


სურათი 3.

წვრილ სადენებთან შედარებით სქელი გამტარის განივკვეთიან დინებაში დროის ერთეულში გადის მეტი ელექტრონი. ამიტომ გამტარის სისქის გაზრდასთან ერთად მისი წინააღობა მცირდება. ეს სიტუაცია შეიძლება შევადაროთ იმას, როგორ გადიან მოსწავლეები სკოლის ერთ ან ორ ღია კარში. როცა ორივე კარი ღიაა ერთდროულად შეიძლება გაიაროს მეტმა მოსწავლემ (სურათი 4).



სურათი 2.



სურათი 4.

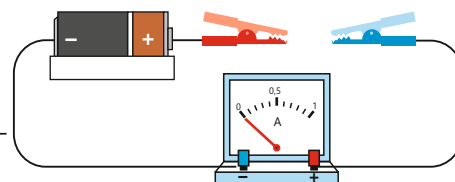
გამტარის წინააღობის დამოკიდებულება მასალაზე, რომლისგანაც ის არის დამზადებული

2

საკმიანობა

გამტარის წინააღობის გამოყენებულ მასალაზე დამოკიდებულების განსაზღვრა რესურსები: ამპერმეტრი, გალვანური ელემენტი, შემაერთებული სადენები, ერთნაირი ზომის სპილენძისა და უქრომო გამტარები.

1. ააწყვეთ ღია წრედი, როგორც ეს სურათზეა ნაჩვენები.
2. ივარაუდეთ, რომელ გამტარს ექნება ამპერმეტრის უფრო მაღალი მაჩვენებელი მომჭერებთან შემაერთებული გამტარების ჩართვისას და ჩაწერეთ თქვენი მოსაზრება რვეულში.
3. რიგრიგობით სპილენძისა და უქრომო გამტარების შემაერთებული გამტარების მომჭერებთან შეერთებით ჩაწერეთ ამპერმეტრის მაჩვენებლები.



განიხილეთ:

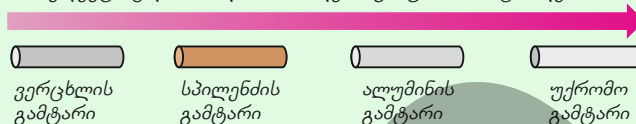
1. სწორია თუ არა თქვენი მოსაზრება?
2. რომელ შემთხვევაშია ამპერმეტრის მაჩვენებელი მეტი? თქვენი აზრით, რა არის ამის მიზეზი?

გამტარის წინალობა ასევე დამოკიდებულია იმ მასალაზე, რომლისგანაც ის არის დამზადებული. ზოგ მასალას აქვს უკეთესი გამტარობა, ვიდრე სხვას. ასეთ მასალებისაგან დამზადებული გამტარების წინალობა უფრო ნაკლებია (სურათი 5).

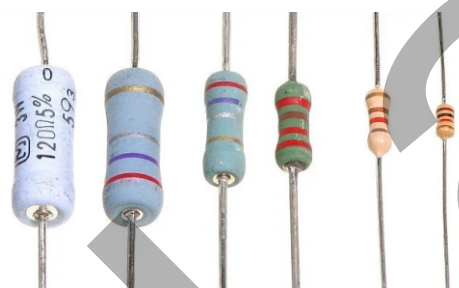
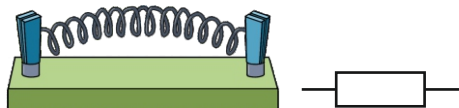
სურათი 5.

ერთნაირი ზომის სხვადასხვა მასალისგან დამზადებული გამტარების წინალობა განსხვავდება ერთმანეთისაგან.

ელექტრული წინალობა იზრდება, გამტარობა მცირდება.



სურათი 6.



სურათი 7.

რეზისტორი. მისი პირობითი აღნიშვნა და ზოგიერთი რეზისტორი, რომელიც გამოიყენება პრაქტიკაში.

დენის გავლა ერთნაირი ზომის, მაგრამ სხვადასხვა მასალისაგან დამზადებულ გამტარებში შეიძლება შევადაროთ ავტომობილის მოძრაობას ასფალტირებულ და გრუნტოვან გზაზე. ასფალტირებულ გზაზე ავტომობილი გადაადგილდება მსუბუქად, ვიდრე გრუნტოვან გზაზე (სურათი 6).

რეზისტორი და რეოსტატი

პრაქტიკაში გამოიყენება განსხვავებული რიცხვითი მნიშვნელობის მქონე წინალობა. სპირალური ფორმის გამტარს, დიდი წინალობითი **რეზისტორი** ეწოდება (სურათი 7). რეზისტორები გამოიყენება, როცა აუცილებელია დენის ძალის შემცირება, რათა დენის ძალის ამაღლებისადმი მგრძნობიარე წრედის ელემენტები გავხადოთ უსაფრთხო.

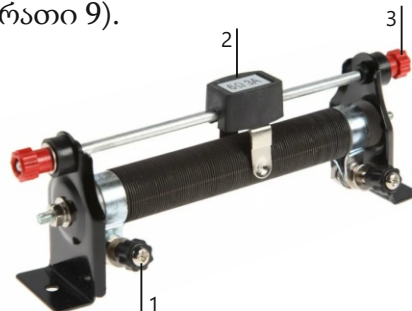
ყოველდღიურ ცხოვრებაში რადიოსა და ტელევიზორის ხმის რეგულირებისთვის ან უთოს ტემპერატურის შემცირებისთვის ვატრიალებთ მათ დილაკს (სურათი 8). რეგულატორის დატრიალებით ჩვენ ვცვლით წინალობას. წინალობის გაზრდისას დენის ძალა მცირდება, ხოლო წინალობის შემცირებისას - იზრდება.

დენის ძალის წრედში წინალობის შეცვლის რეგულირებისთვის ასევე გამოიყენება **რეოსტატი**. რეოსტატის მუშაობის პრინციპი ეფუძნება გამტარის წინალობის მის სიგრძეზე დამოკიდებულებას. რეოსტატის წრედთან მიერთებისათვის გამტარის ერთი ბოლო უერთდება 1 დამჭერს, მე-2 დამჭერი 3-ს, ხოლო მცოცავი შეერთებული დამჭერ 2-თან მოძრაობს სპირალის ზედაპირზე, ცვლის რეოსტატის წინალობას (სურათი 9).



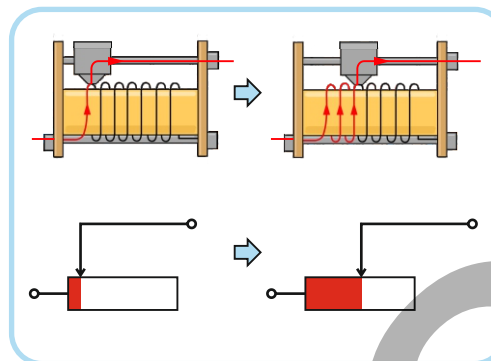
სურათი 8.

რადიოს ხმის რეგულირებისთვის ჩვენ ვატრიალებთ მის დილაკს.



სურათი 9.
რეოსტატი

ეს პროცესი თვალნათლივ ჩანს რეოსტატის მოდელზე და რეოსტატის წრედში ჩართვის სქემაზე (სურათი 10). მაგალითად, მოწყობილობის მცოცავის მარჯვნივ მოცურებისას სადენის სიგრძის მატებით (ფერადი ნაწილი) მისი წინააღმდეგობა იზრდება. ამ დროს რეოსტატის მეორე ნაწილი (გაუფერადებელი ნაწილი) არ მონაწილეობს წრედში, ამიტომ მისი წინააღმდეგობა მხედველობაში არ მიიღება.



სურათი 10.
მცოცავის მარჯვნივ გადაადგილებით იზრდება გამტარის წინააღმდეგობა.

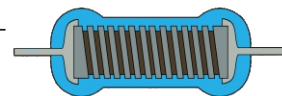
კითხვა

რეზისტორსა და რეოსტატს იყენებენ დენის ძალის შესაცვლელად. რა განსხვავებაა მათ შორის?

განმარტება. რეზისტორის წინააღმდეგობა მუდმივია. მისი წრედთან შეერთებისას ის საშუალებას არ აძლევს დენის ძალას გადააჭარბოს თავის გარკვეულ მნიშვნელობას. რეოსტატის წინააღმდეგობა იცვლება გარკვეულ ინტერვალში. მისი წრედში ჩართვისას მისი წინააღმდეგობის გაზრდით ან შემცირებით, ჩვენ შეგვიძლია შევცვალოთ დენის ძალა.

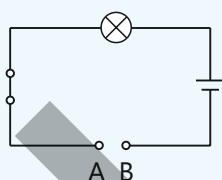
ბ ა ი ა ზ რ ე • ბ ა ნ ი ხ ი ლ ე • ბ ა ა ზ ი ა რ ე

რატომ არის რეზისტორებში გამტარები დახვეული სპირალის სახით?



გამოიყენეთ მიღებული ცოდნა

1. ნიგარამ ააწყო წრედი როგორც სურათზეა ნაჩვენები. რომელი გამტარის A და B წერტილებთან შეერთებისას ნათურის ნათება იქნება უფრო კაშკაშა?

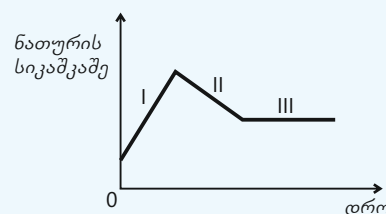
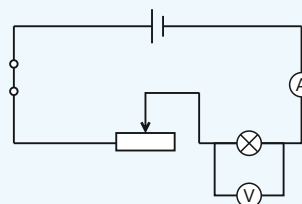


- ა) $2l$ უქრომო გამტარი 5Ω ბ) $2l$ სპილენძის გამტარი 25Ω გ) l ვერცხლის გამტარი 25Ω
 დ) $2l$ ვერცხლის გამტარი 5Ω ე) l სპილენძის გამტარი 25Ω

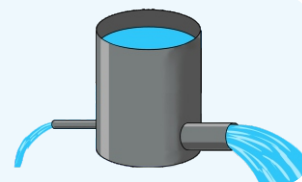
2. აზერმა ააწყო წრედი როგორც სურათზეა ნაჩვენები.

ა. როგორ შეიცვლება ამპერმეტრისა და ვოლტმეტრის მაჩვენებელი რეოსტატის მცოცავის მარცხნივ გადაადგილებისას? დაასაბუთეთ თქვენი პასუხი ომის კანონის დახმარებით.

ბ. გრაფიკის რომელი ნაწილი შეესაბამება ნათურის სიკაშკაშის ცვლილებას რეოსტატის მცოცავის მარჯვნივ გადაადგილებისას? დაასაბუთეთ თქვენი პასუხი.

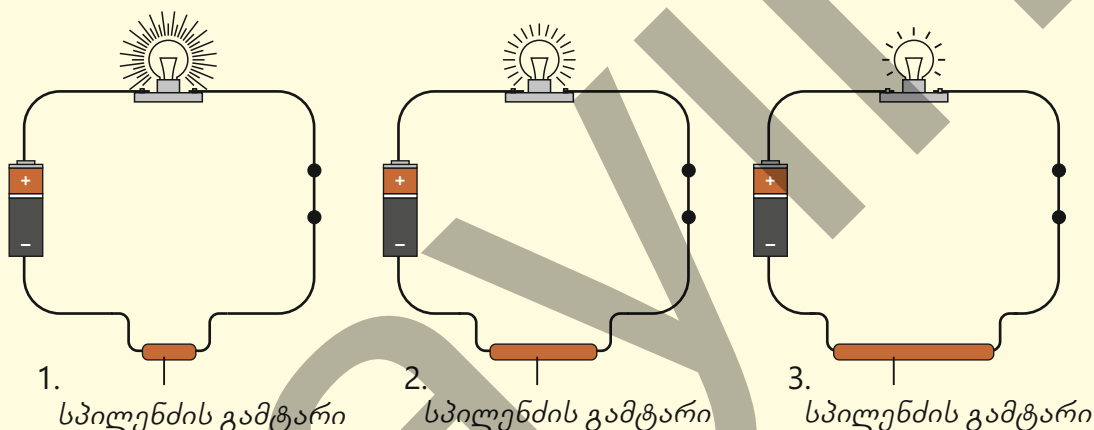


3. სურათზე გამოსახულია წყალის დაცლა ავზიდან. წყლის რაოდენობა გამოსული მილებიდან, რომლებიც ერთნაირი სიგრძის, მაგრამ სხვადასხვა დიამეტრისაა არა ერთნაირია. რით ჰგავს ეს მოვლენა ელექტრული დენის გავლას სხვადასხვა წინაღობის სადენებში?

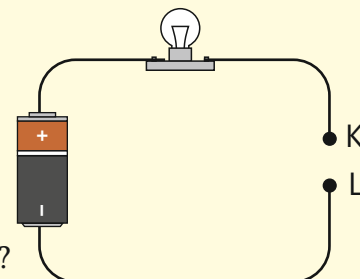


შეამოწმეთ თქვენი ცოდნა

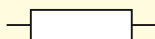
1. რაზეა დამოკიდებული გამტარის წინაღობა?
2. რომელი ორი ხერხით შეიძლება დენის ძალის დარეგულირება წრედში?
3. რომელი ხელსაწყო მუშაობის პრინციპი ეფუძნება გამტარის წინაღობის მის სიგრძეზე დამოკიდებულებას?
4. როდისაა წინაღობა მეტი, მეტი თუ ნაკლები თავისუფალი ელექტრონების იონებთან დაჯახებისას?
5. ნიჯათმა შეამჩნია, რომ როცა მან შეცვალა სპილენძის გამტარი, რომელიც შეუერთა წრედის ნაწილს უფრო გრძელი სპილენძის გამტარით, ნათურის სიკაშკაშე შემცირდა.



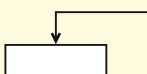
- ა. რა არის ნათურის სიკაშკაშის შემცირების მიზეზი?
 - ბ. როგორ შეიცვლება ნათურის სიკაშკაშე, თუ გამტარის სიგრძის შეუცვლელად შევცვლით მას მეტ ფართობიანი, განივკვეთიანი გამტარით?
6. ნივთიერებათა ელექტრო გამტარობის შემოწმებისათვის ლეილა რიგრიგობით უერთებს წრედის K და L ბოლოებს სპილენძის, ვერცხლისა და პლასტმასის ერთნაირი ზომის ღეროებს.
- ა. რომელ შემთხვევაში არ აინთება ნათურა? რა არის ამის მიზეზი?
 - ბ. რომელ შემთხვევაში იქნება ნათურა უფრო კაშკაშა? რატომ?
7. იპოვეთ რეოსტატის პირობითი აღნიშვნა.



ა)



ბ)



გ)



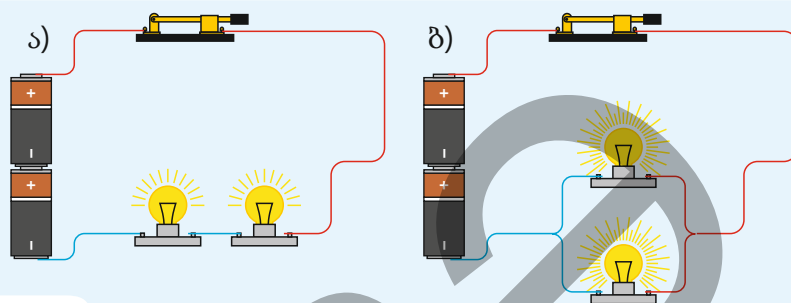
დ)



ე)

6.6 ნათურების მიმდევრობითი და პარალელური შეერთება

აზერმა შეუერთა ორი ერთნაირი წინაღობებიანი ნათურა დენის წყაროს ორი სხვადასხვა ხერხით. მან შენიშნა რომ ნათურების სიკაშკაშე იყოს სხვადასხვა, თუმცა დენის წყარო იყო ერთი და იგივე.



- როგორ არის ნათურები შეერთებული?
- რა შეიძლება იყოს ნათურების სიკაშკაშის განსხვავების მიზეზი?

ნათურების მიმდევრობითი შეერთება

ბუნების გაკვეთილებზე თქვენ გაეცანით ნათურების მიმდევრობით და პარალელურ შეერთებას. ნათურების ერთმანეთის მიმდევრობით შეერთება, როგორც ეს ნაჩვენებია სურათი 1-ზე წარმოადგენს **მიმდევრობით შეერთებას**.

მიმდევრობითი შეერთებას აქვს ზოგიერთი უპირატესობა.

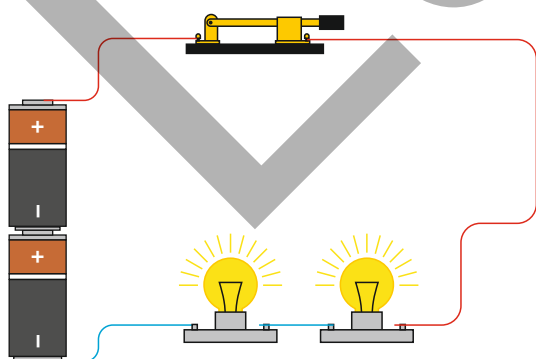
მაგალითად, თუ ნათურა ბევრია, მაშინ მათი წრედში ჩართვისათვის გამოიყენება ნაკლები გამტარი ვიდრე პარალელური შეერთების დროს და წრედის შეკვრა უფრო

ადვილია. მიმდევრობით შეერთებას აქვს თავის ნაკლოვანებებიც. მაგალითად, თუ ერთი ნათურა გამოვა მწყობრიდან ან იქნება ქსელიდან მოხსნილი, მაშინ დანარჩენი ნათურებიც ასევე ჩაქრებიან, რადგან წრედში არ იქნება ძაბვა.

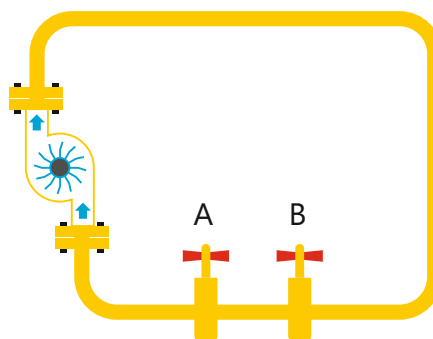
ეს შეიძლება შევადაროთ ონკანების მიმდევრობითი შეერთებას წყალმომარაგებაში (სურათი 2). თუ დაიკეტება ერთი ვენტილი, წყალი მილებში აღარ მიედინება.

საკვანძო სიტყვები

მიმდევრობითი შეერთება, პარალელური შეერთება, საერთო წინაღობა.



▲ სურათი 1.



▲ სურათი 2.

როცა ვენტილებიდან ერთ-ერთი A ან B დაკეტილია, წყალი არ მიედინება მეორის გავლით.

1

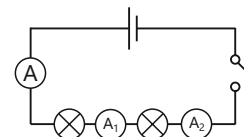
საქმიანობა

ელექტრული დენი მიმდევრობით შეერთებულ ნათურებში

რესურსები: გალვანური ელემენტი, ორი ცალი ნათურა, შემაერთებული გამტარი, სამი ამპერმეტრი, გასაღები.

სამუშაოს მსვლელობა:

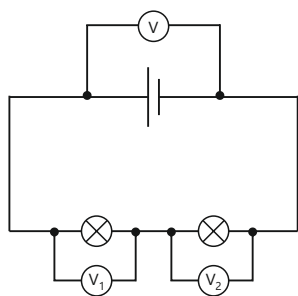
1. ააწყვეთ ელექტრული წრედი სქემის მიხედვით.
2. ჩაკეტეთ გასაღები და ჩაიწერეთ ამპერმეტრის მაჩვენებელი რვეულში.
3. გამორთეთ ერთი ნათურა წრედიდან და დააკვირდით რა მოხდება.

**განიხილეთ:**

1. როგორ არის შეერთებული წრედის ელემენტები?
2. განსხვავდება თუ არა ამპერმეტრის მაჩვენებლები ერთმანეთისაგან? თქვენი აზრით, რატომ?
3. რა მოხდება ერთი ნათურის წრედიდან გამორთვისას? თქვენი აზრით, რატომ?

საქმიანობის პროცესში თქვენ შენიშნეთ, რომ წრედში, სადაც ელემენტები შეერთებულია ერთმანეთთან მიმდევრობით ამპერმეტრების მაჩვენებლები ერთნაირია. აქედან გამომდინარეობს დასკვნა:

მიმდევრობითი შეერთების დროს წრედის ნებისმიერ ნაწილში დენის ძალა ერთნაირია: $I = I_1 = I_2$.



▲ სურათი 3.

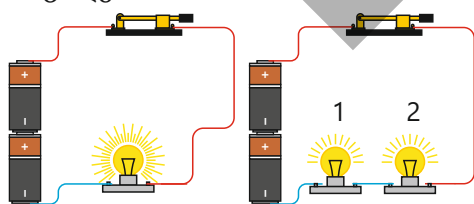
რომ ვიპოვოთ თანაფარდობა წყაროს პოლუსებზე ძაბვას (U) და ნათურების ბოლოების ძაბვას (U_1 და U_2) შორის კავშირი შეიძლება ვისარგებლოთ სურათი 3-ზე მოცემული სქემით. ამ სქემის შესაბამისად აწყობილ წრედში თუ ნათურების ბოლოებზე გავზომავთ ძაბვას და შევადარებთ დენის წყაროს პოლუსებზე ძაბვასთან მივაღებთ შემდეგ დასკვნამდე:

მიმდევრობითი შეერთების დროს ძაბვა დენის წყაროს ბოლოებზე ნათურების ბოლოებზე ძაბვის ჯამის ტოლია: $U = U_1 + U_2$.

დააკვირებამ გვიჩვენა, რომ მიმდევრობითი შეერთებული ნათურების რიცხვის ზრდასთან ერთად, მათი სიკაშკაშე იკლებს (სურათი 4). ამის მიზეზს წარმოადგენს საერთო წინააღობის წრედის ზრდა. აღვნიშნოთ 1 და 2 ნათურების წინააღობა შესაბამისად R_1 -ით და R_2 -ით, ხოლო მათი საერთო წინააღობა R_a ნიშნით. ომის კანონის თანახმად წყაროს წვეროებზე ძაბვა დენის ძალისა და წრედში საერთო წინააღობის ნამრავლის ტოლი იქნება:

$$U = IR_a.$$

$U_1 = Ir_1$ და $U_2 = Ir_2$ გამოსახულებების $U = U_1 + U_2$ გამოსახულებაში ჩაწერით $Ir_a = IR_1 + Ir_2$ ტოლობას მივიღებთ.



▲ სურათი 4.

ტოლობის ორივე მხრიდან დენის ძალის შეკვეცით,

$$R_a = R_1 + R_2$$

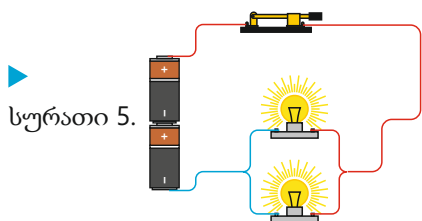
გამოსახულებას მივიღებთ.

მიღებული კანონზომიერება ასე შეიძლება ჩამოვყალიბოთ:

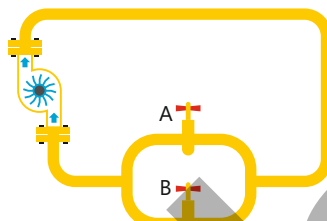
მიმდევრობითი შეერთებისას წრედის საერთო წინააღობა ცალ-ცალკე ნათურების წინააღობების ჯამის ტოლია.

ნათურების პარალელური შეერთება

პარალელური შეერთების დროს ნათურები დენის წყაროს უერთდება დამოუკიდებლად, ცალკე გამტარებით, როგორც ნაჩვენებია სურათი 5-ზე. თუ ერთი მათგანი გამოვიდა მწყობრიდან, მაშინ მხოლოდ ამ ნათურაში არ გადის დენი. სხვა ნათურებში დენის გავლა გრძელდება და ის არ ქრება. ნათურების პარალელური შეერთება შეიძლება შევადაროთ ვენტილების პარალელურ შეერთებასთან წყალმომარაგების სისტემაში. ერთ-ერთი ვენტილის დახურვის დროს წყლის ნაკადი არ წყდება, არამედ გრძელდება დინება იმ ნაწილის გავლით, სადაც არსებობს სხვა ვენტილი (სურათი 6).



სურათი 5.



სურათი 6.

A და B ვენტილებიდან ერთი ვენტილის დაკეტვის შემდეგ წყალი მიედინება მეორე მილით

2

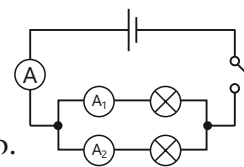
საქმიანობა

დენი პარალელურად შეერთებულ ნათურებში

რესურსები: გალვანური ელემენტი, ორი ნათურა, შემაერთებული სადენები, სამი ამპერმეტრი, გასაღები.

სამუშაოს მსვლელობა:

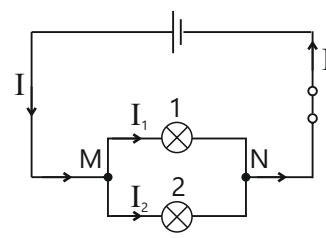
1. ააწყვეთ წრედი სურათზე მოცემული სქემის მიხედვით.
2. ჩაკეტეთ გასაღები და ჩაწერეთ ამპერმეტრების მაჩვენებლები რვეულში.
3. გამორთეთ ერთი ნათურა წრედიდან და დააკვირდით იმას რა მოხდება.



განიხილეთ:

1. როგორ არის დაკავშირებული ამპერმეტრების მაჩვენებლები? თქვენი აზრით, რა არის ამის მიზეზი?
2. რა მოხდა ერთი ნათურის წრედიდან გამორთვისას? თქვენი აზრით, რატომ?

საქმიანობის მსვლელობისას თქვენ შეამჩნიეთ, რომ A ამპერმეტრის მაჩვენებელი A_1 და A_2 ამპერმეტრების მაჩვენებლების ჯამის ტოლია. ელექტრული წრედის სქემიდან ჩანს, რომ წრედი M წერტილში იყოფა ორ ნაწილად ანუ განიტოტება (სურათი 7). ამ წერტილში ელექტრული დენი იყოფა ორ ნაწილად, გაივლის ნათურებზე 1 და 2 და შეერთდება N წერტილში. აქედან გამომდინარე, ვაკეთებთ დასკვნას, რომ:



სურათი 7.

დენის ძალა წრედის განტოტვილ ნაწილში ტოლია ცალკეული პარალელურად შეერთებული ნათურების დენის ძალის ჯამისა:

$$I = I_1 + I_2.$$

ვოლტმეტრით 1 და 2 ნათურების ბოლოებზე ძაბვას თუ გავზომავთ, აღმოჩნდება რომ მათი მაჩვენებლები ტოლია.

პარალელური შეერთებისას ნათურების ბოლოებზე ძაბვა დენის წყაროს პოლუსებზე ძაბვის ტოლია:

$$U = U_1 = U_2.$$

1 და 2 ნათურების წინაღობები, შესაბამისად R_1 და R_2 ით, მათი საერთო წინაღობა კი R_3 -ით აღვნიშნოთ. ომის კანონის თანახმად:

$$I = \frac{U}{R_3}.$$

$I_1 = \frac{U}{R_1}$ და $I_2 = \frac{U}{R_2}$ გამოსახულებების $I = I_1 + I_2$ გამოსახულებაში ჩაწერით $\frac{U}{R_3} = \frac{U}{R_1} + \frac{U}{R_2}$ მივიღებთ გამოსახულებას. ტოლობის ორივე მხრიდან ძაბვას თუ შევკვეცავთ, მივიღებთ გამოსახულებას:

$$\frac{1}{R_3} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$$

მიღებული შედეგი ქვემოთ მოცემული სახით შეიძლება ჩამოვაცალიბოთ:

- პარალელურად შეერთებული ნათურების საერთო წინაღობის შებრუნებული სიდიდე, ცალკეული ნათურების წინაღობების შებრუნებული სიდიდეების ჯამის ტოლია.

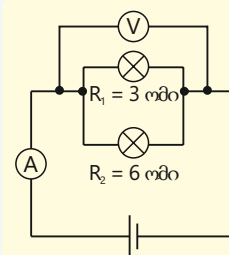
ბაიასრმ • ბანიხილმ • ბააზიარმ

როგორ ხდება ელექტრო მოწყობილობების ელექტრულ წრედში ჩართვა სახლში? დაასაბუთეთ თქვენი პასუხი.

ამოცანის ამოხსნა

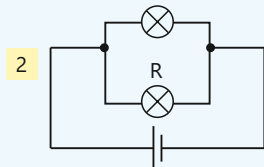
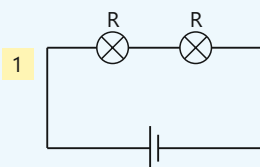
რისი ტოლია ამპერიმეტრის მაჩვენებელი, თუ სურათზე გამოსახულ წრედში ვოლტმეტრის მაჩვენებელი 10 ვ-ის ტოლია?

მოცემულია	ფორმულა	ამოხსნა
$R_1 = 3$ ომი $R_2 = 6$ ომი $U = 10$ ვ $I = ?$	პარალელურად შეერთებული ორი ნათურისათვის $\frac{1}{R_3} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$ ფორმულიდან საერთო წინაღობისათვის $R_3 = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}$ მივიღებთ. დენის ძალა: $I = \frac{U}{R_3}$	$R_3 = \frac{3 \cdot 6}{3 + 6} = \frac{18}{9} = 2 \text{ (ომი)}$ $I = \frac{10}{2} = 5 \text{ (ა)}$ პასუხი: 5 ა



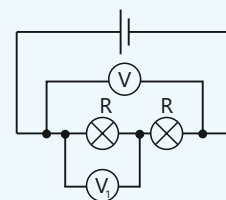
გამოიყენეთ მიღებული ცოდნა

- როგორ იცვლება წრედის საერთო წინაღობა პარალელურად შეერთებული ნათურების რიცხვის გაზრდით?
- გამოთვალეთ მოცემული წრედების ნათურების საერთო წინაღობების $\frac{R_1}{R_2}$ შეფარდება.



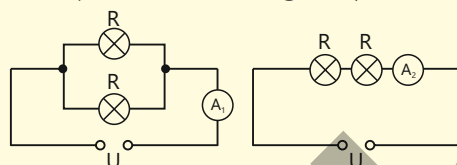
- სქემის თანახმად R წინაღობიანი ნათურის ბოლოებთან შეერთებული V_1 ვოლტმეტრის ძაბვაა 10 ვ.

- გამოსახეთ წრედის საერთო წინაღობა R -ით.
- რისი ტოლია V ვოლტმეტრის მაჩვენებელი?



შეამოწმეთ თქვენი ცოდნა

- შეარჩიეთ სწორი აზრი და დაასაბუთეთ თქვენი პასუხი. ელექტრული გასაღები ნათურებს:
 - მიმდევრობით აერთებს;
 - პარალელურად აერთებს.
- როგორ გამოითვლება საერთო წინაღობა ნათურების მიმდევრობითი და პარალელური შეერთებისას?
- ორი ნათურა შეერთებულია დენის წყაროსთან ერთნაირი ძაბვით, როგორც სურათზეა ნაჩვენები. იპოვეთ დენის ძალის I_2 / I_1 თანაფარდობა.



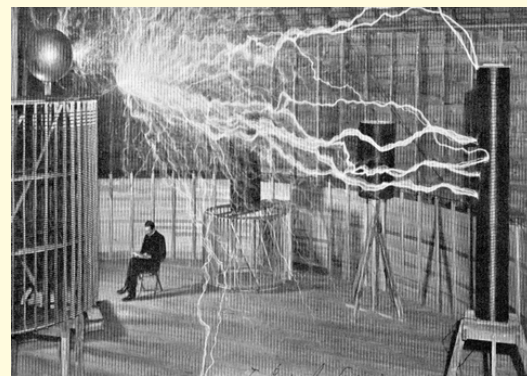
- იპოვეთ წინაღობების $R_1 = 30$ ომი და $R_2 = 60$ ომი ნათურების მიმდევრობითი და პარალელური შეერთებით მიღებული საერთო წინაღობის R_0/R_3 შეფარდება.

მეცნიერება, ტექნოლოგია და სიცოცხლე

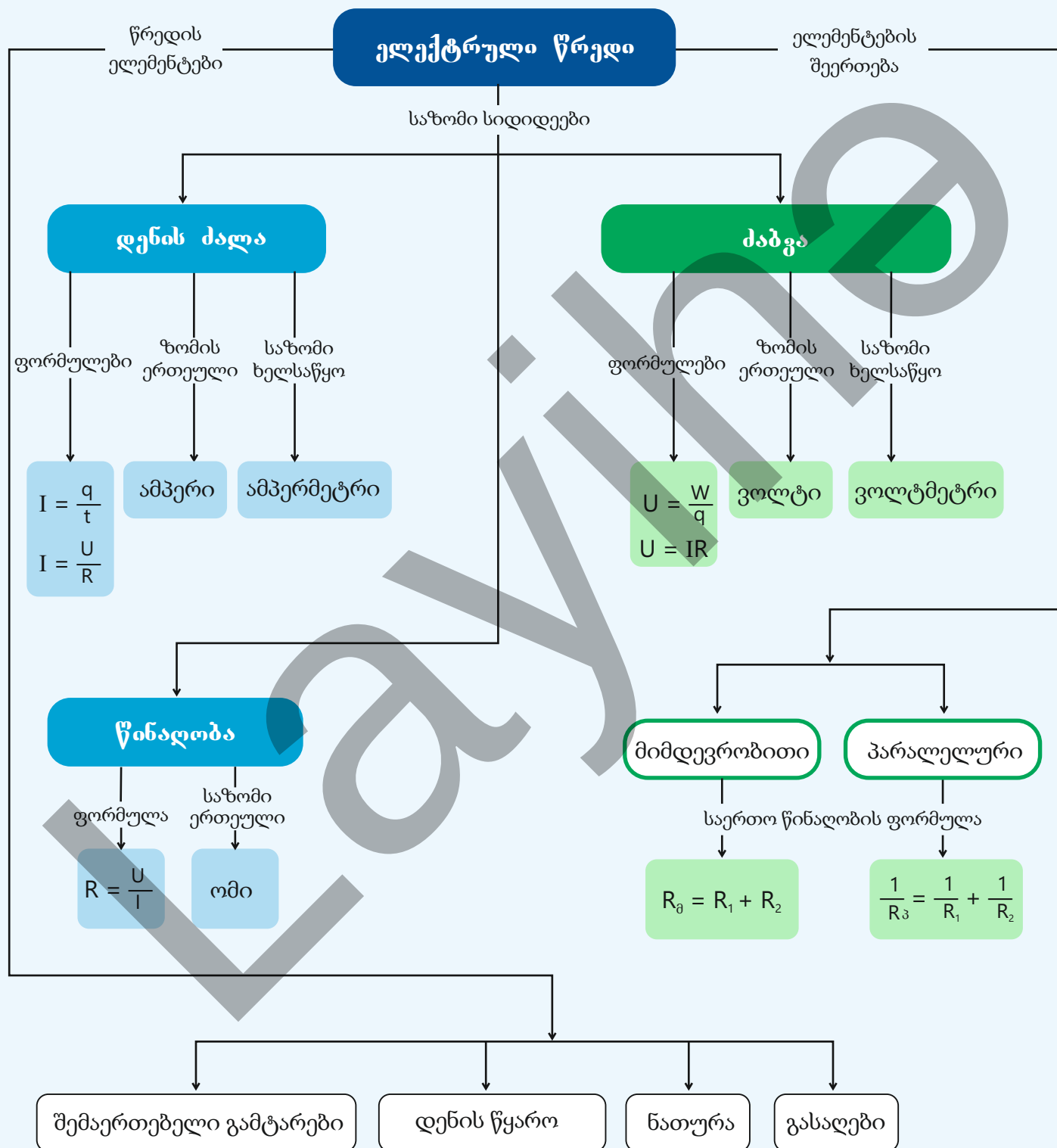
ელექტრო ინჟინრები, ელექტრული ქსელების აგებით არიან დაკავებული. მათი საქმიანობის სფეროში შედის ელექტრო ქსელების დაპროექტება, მშენებლობა და ექსპლუატაცია. მისი მასშტაბი შეიძლება იყოს 1 ბინიდან, შენობიდან დაწყებული მთელ ქალაქამდე. თანამედროვე მსოფლიოში დიდი მოთხოვნილება ელექტრო ინჟინრებზე. იმიტომ, რომ არ არსებობს ცხოვრების ისეთი სფერო, სადაც არ იქნება მოთხოვნილება ელექტრო ენერგიაზე.

პირველი და ძალიან მარტივი ცდები ელექტროობაზე ჩაატარა ლუიჯი გალვანიმ. როდესაც ის შეეხო ერთი მეტალის ფირფიტით ბაყაყის თათს, ხოლო მეორით ნერვულ დაბოლოებებს, შეამჩნია, რომ ბაყაყის თათი შეიკუმშა.

გალვანიმ ეს ახსნა იმით, რომ დამუხტული ნაწილაკები გადადის ნერვული დაბოლოებებით ბაყაყის თათზე. მოგვიანებით ალექსანდრო ვოლტამ გაიმეორა ცდა მარილწყალში დასველებული ქსოვილის ნაჭრით და შენიშნა, რომ სპილენძისა და თუთიის ფირფიტის შეხებისას ქსოვილის ამ ნაჭერთან წარმოიქმნება ელექტრული დენი. სპილენძისა და თუთიის ფირფიტებს შორის მარილწყალში დასველებული ქსოვილის ნაჭრის მოთავსებით ვოლტამ გამოიგონა პირველი დენის წყარო. მოგვიანებით დენის ასეთ წყაროებს ეწოდა “გალვანური ელემენტები” ლუიჯი გალვანის პატივსაცემად. შემდგომში ელექტროტექნიკის განვითარებაში დიდი როლი ითამაშა ორმა ინჟინერმა: თომას ედისონმა და ნიკოლა ტესლამ. ედისონმა ააგო პირველი ელექტრული ქსელი, ხოლო ტესლამ გამოიგონა სხვადასხვა ელექტრული მოწყობილობა და სრულყო ისინი.

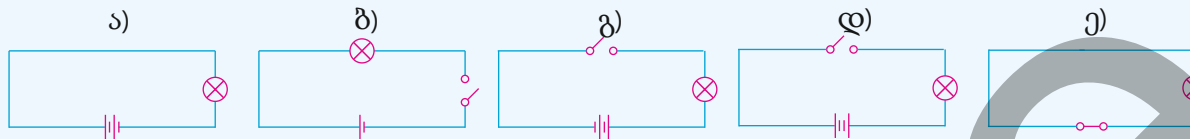
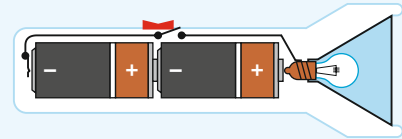


ნიკოლა ტესლა თავის ლაბორატორიაში (1899 წელი)



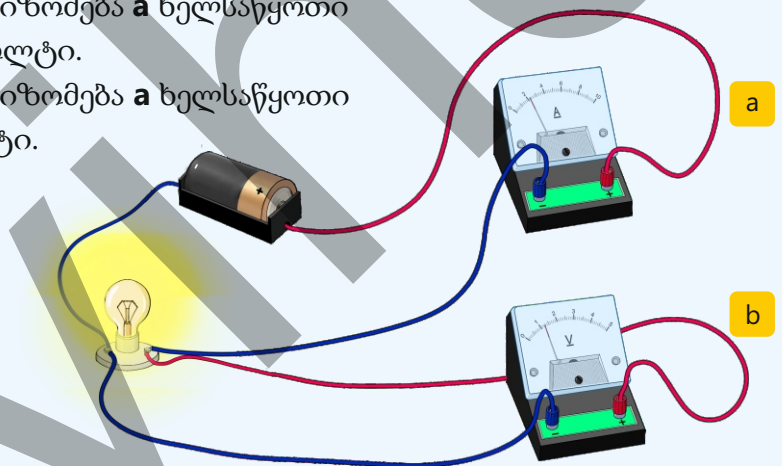
განმაზოგადებელი დაგალებები

1. რომელი ვარიანტი შეესაბამება სურათზე გამოსახული ფანარის ელექტრული წრედის სქემას?

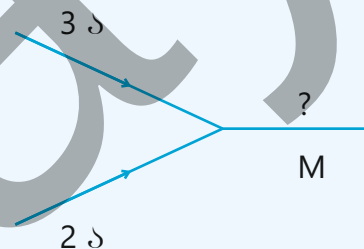


2. ახერი ზომავს ნათურასთან შეერთებული ხელსაწყოების დახმარებით. რომელი გამონათქვამებია სწორი?

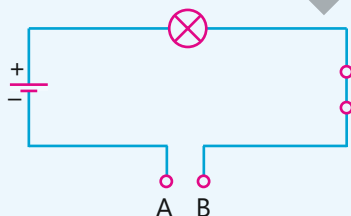
1. სიდიდის საზომი ერთეული, რომელიც იზომება **a** ხელსაწყოთი არის ამპერი, ხოლო, **b** ხელსაწყოთი - ვოლტი.
2. სიდიდის საზომი ერთეული, რომელიც იზომება **a** ხელსაწყოთი არის ომი, ხოლო, **b** ხელსაწყოთი - ვოლტი.
3. **a** ხელსაწყო წრედში შეერთებულია მიმდევრობით, ხოლო, **b** ხელსაწყო - პარალელურად.
4. **a** ხელსაწყო მარვენებლის შეფარდება **b** ხელსაწყო მარვენებელთან იქნება ნათურის წინალობის ტოლი.
5. **b** ხელსაწყო მარვენებლის შეფარდება **a** ხელსაწყო მარვენებელთან იქნება ნათურის წინალობის ტოლი.



3. რისი ტოლია დენის ძალა ელექტრულ წრედის M წერტილში?



4. სურათი 1-ზე ნაჩვენები წრედის **A** და **B** ბოლოებში უერთდება სხვადასხვა სიგრძისა და სისქის სპილენძის გამტარი. ამასთან, ნათურის სიკაშკაშე იცვლება, როგორც ნაჩვენებია სურათი 2-ზე. დაადგინეთ შესაბამისობა ნათურის სიკაშკაშესა და სადენების ზომებს შორის.



სურათი 1.

ნათურის სიკაშკაშე

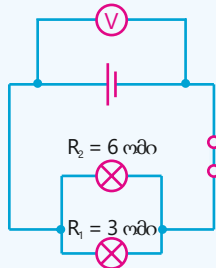


სურათი 2.

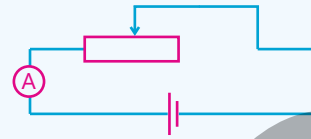
- | | | |
|---|------|------|
| ა | $2l$ | S |
| ბ | $2l$ | $2S$ |
| გ | l | $2S$ |

5. პაბვის წყაროსთან შეერთებული ვოლტმეტრის მაჩვენებელი ნაჩვენებია წრედის სურათზე ტოლია $U=12$ ვ-ის.

- რომელი ნათურებია შეერთებული წრედში?
- იპოვეთ ძაბვა ნათურებზე.
- იპოვეთ თითოეულ ნათურაში გამავალი დენის ძალა.

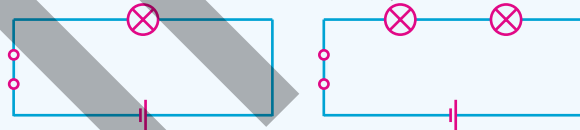


6. როგორ შეიცვლება ამპერმეტრის მაჩვენებელი რეოსტატის მცოცავის მარჯვნივ გადასაცვლებისას? დაასაბუთეთ თქვენი პასუხი.



7. ერთი და იმავე დენის წყაროსთან მიმდევრობით შეერთებული ნათურების რაოდენობის გაზრდით:

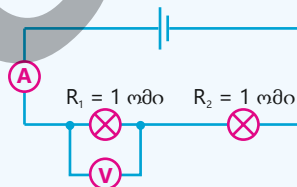
- მათი სიკაშკაშე გაიზრდება;
- მათი სიკაშკაშე შემცირდება;
- ძაბვა მათ ბოლოებზე არ შეიცვლება;
- დენის ძალა მათში გაიზრდება;
- წრედის საერთო წინაღობა შემცირდება.



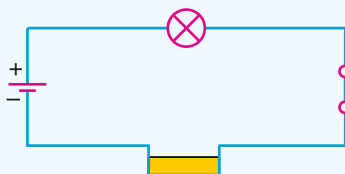
8. როგორ ხდება ქუჩის ფანარების წრედთან შეერთება? დაასაბუთეთ თქვენი პასუხი.



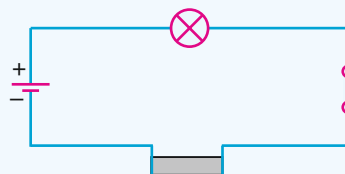
9. როგორი იქნება ვოლტმეტრის მაჩვენებელი, თუ ამპერმეტრის მაჩვენებელი წრედში, რომელიც სურათზეა გამოსახული 0,5 ა-ს ტოლია?



10. წრედებთან შეერთებული გამტარების სიგრძეები და განივკვეთის ფართობი ტოლია. ერთნაირი ნათურებისა და დენის წყაროების გამოყენებით. როგორ შეიძლება გავიგოთ, რომელი გამტარი არის უკეთესი? დაასაბუთეთ თქვენი პასუხი.



სპილენძის გამტარი



ალუმინის გამტარი

მუდმივი მაგნიტი და მაგნიტური ველი

ძველი დროიდან ცნობილი იყო, რომ მინერალი “მაგნეტიტი” იზიდავს რკინის საგნებს. მოგზაურები იყენებდნენ მაგნეტიტის ამ თვისებას კომპასების დამზადებისათვის.



- მაგნეტიტი არის მინერალი, რომელიც გვხვდება ბუნებაში. ამჟამად იწარმოება სხვადასხვა ზომისა და ფორმის მაგნიტი. მაგნიტები ფართოდ გამოიყენება მედიცინაში, მრეწველობასა და ყოფაცხოვრებაში. მაგნიტები გამოიყენება გენერატორებში, რომლებიც გამოიმუშავენს ელექტრო ენერგიას, ელექტროძრავებსა და მობილურ ტელეფონებში. მაგნიტური მოვლენების შესწავლით შეიძლება განვმარტოთ ისეთი ბუნებრივი მოვლენები, როგორებიცაა: ჩრდილოეთის ნათება და ის, თუ როგორ განსაზღვრავს მტრედები შორს მანძილზე ფრენის მიმართულებას.

1. თქვენი აზრით, თანამედროვე მოწყობილობებში რატომ გამოიყენება არა ბუნებრივი, არამედ ხელოვნური მაგნიტები?
2. მაგნიტის გამოყენების კიდევ რომელი მაგალითების დასახელება შეგიძლიათ?

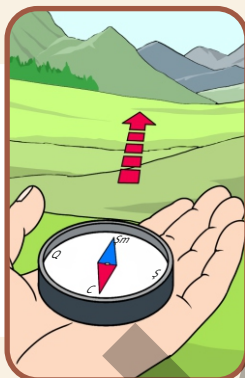
განყოფილებაში შეისწავლით

- არსებობს ნივთები, რომლებსაც იზიდავს და არ იზიდავს მაგნიტი
- მაგნიტს აქვს ორი პოლუსი: ჩრდილოეთი და სამხრეთი
- დედამიწა გიგანტური მაგნიტია
- მაგნიტები ერთმანეთზე მოქმედებენ მიზიდვისა და განზიდვის ძალით
- ურთიერთქმედება მაგნიტებს შორის გადაიცემა მაგნიტური ველის საშუალებით
- მაგნიტური ველი გამოისახება მაგნიტური ველის ძაღწირებით

7.1 მუდმივი მაგნიტი

უძველესი დროიდან დღემდე მოგზაურები მოძრაობის მიმართულების განსაზღვრისთვის იყენებენ კომპასს.

მიუხედავად იმისა, თუ დედამიწის რომელ წერტილში იმყოფებით, კომპასის ერთი ბოლო უჩვენებს ჩრდილოეთ პოლუსს, მეორე-სამხრეთს.



• თქვენი აზრით, რა აიძულებს კომპასის ისარს იტრიალოს და დააფიქსიროს ჩრდილოეთის მიმართულება?

• რომელი ნივთიერებისაგან შეიძლება დამზადდეს კომპასის ისარი?

საკვანძო სიტყვები

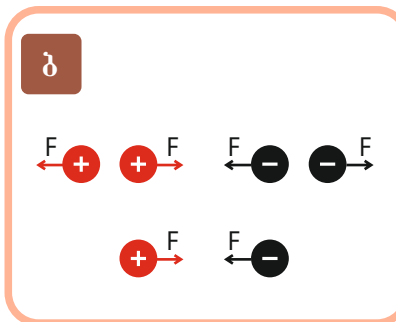
მაგნიტური ნივთიერებები, მუდმივი მაგნიტი

მაგნიტური ნივთიერებები

თქვენ იცით, რომ დედამიწა სხვა სხეულზე მოქმედებს მიზიდულობის ძალით. რადგან სხეულს აქვს მასა, ის მიიზიდება დედამიწის მიერ (სურათი 1, ა). ასევე ორ ელექტრულად დამუხტულ სხეულს შორის წარმოიქმნება მიზიდვის ან განზიდვის ელექტრული ძალა, რაც დამოკიდებულია მათი მუხტის ნიშანზე (სურათი 1, ბ). გრავიტაციული და ელექტრული ძალების გარდა, ზოგიერთ სხეულზე მაგნიტის მხრიდან მოქმედებს მიზიდულობის ძალა (სურათი 1, გ).

სურათი 1.

სხვადასხვა სხეულზე მოქმედი გრავიტაციის, ელექტრული და მაგნიტური ძალები



სხეულები, რომლებსაც იზიდავს მაგნიტი, **მაგნიტური ნივთიერებებისაგან** დამზადებული სხეულებია. მაგალითად, ვინაიდან რკინა მაგნიტური ნივთიერებაა, რკინის ლურსმანი მაგნიტის მიერ მიიზიდება.

საქმიანობა

მაგნიტური ნივთიერებების განსაზღვრა

რესურსები: პლასტმასის ღილი, მინის ბირთვი, ასანთის ღერი, ნემსი, ვერცხლის კოვზი, სპილენძის სადენის ნაჭერი, საშლელი და მაგნიტი.

სამუშაოს მსვლელობა:

1. მაგნიტი რიგრიგობით მიუახლოვეთ მაგიდაზე მყოფ სხეულებს.
2. განსაზღვრეთ, რომელი სხეულები მიიზიდა მაგნიტმა და რომლები არ მიიზიდა.

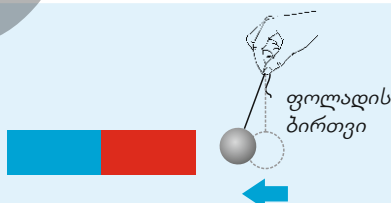
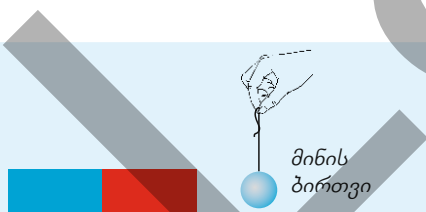
**განიხილეთ:**

1. რომელი სხეულები მიიზიდა მაგნიტმა?
2. რომელი ნივთიერებისაგან დამზადებულ სხეულებს არ იზიდავს მაგნიტი?

“საქმიანობის” დროს დაინახეთ, რომ ზოგიერთი სხეული მაგნიტმა მიიზიდა, ზოგიერთები კი-არა. მაგნიტური ნივთიერებისაგან დამზადებულ სხეულებს მაგნიტი მიიზიდავს.

ნივთიერებები, რომლების შემადგენლობაშიც არის რკინა, ნიკელი და კობალტი მაგნიტურია. ნემსი მზადდება ფოლადისაგან, ფოლადის შემადგენლობაში კი არის რკინა. ამიტომაც ნემსი მაგნიტის მიერ მიიზიდება.

მინა და პლასტმასი, ამასთან, ფიცრისა და ქაღალდის შემადგენლობაში არსებული ცელულოზა ისეთი ნივთიერებებია, რომლებსაც მაგნიტი არ იზიდავს. ნივთიერებებს, რომლებსაც მაგნიტი არ იზიდავს, ასევე შეიძლება მივაკუთვნოთ ისეთი მეტალები, როგორებიცაა: ოქრო, ვერცხლი და სპილენძი.



სურათი 2.
მაგნიტური სხეული მაგნიტის მიერ მიიზიდება

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

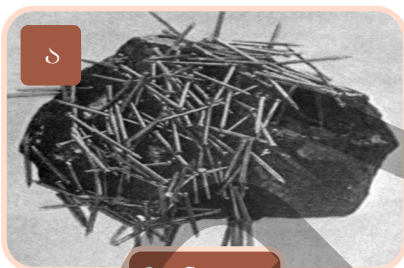
რომელი სახის ნარევის განცალკევება არის შესაძლებელი მაგნიტის საშუალებით? ნარევში არსებული ნივთიერებები რით უნდა განსხვავდებოდეს ერთმანეთისაგან?

მუდმივი მაგნიტები

საქმიანობაში თქვენ გამოიყენეთ მაგნიტი. ეს მაგნიტი რამდენიმე წლის შემდეგაც მიიზიდავს მაგნეტიკურ სხეულებს. იმიტომ რომ, ის არ დაკარგავს თავის მაგნიტურ თვისებებს.

- მაგნიტებს, რომლებიც დამზადებულია იმ ნივთიერებისაგან, რომლებიც ხანგრძლივი დროის განმავლობაში ინარჩუნებენ თავის მაგნიტურ თვისებებს, მუდმივ მაგნიტებს უწოდებენ.

არსებობს ხელოვნური და ბუნებრივი მაგნიტები. ძველ დროში კომპასის ისრებს ამზადებდნენ მაგნეტიტის მინერალისაგან, რომელიც გვხვდება ბუნებაში (სურათი 2, ა). ამჟამად მრეწველობაში ფართოდ გამოიყენება სხვადასხვა ზომისა და ფორმის მაგნიტები, რომლებიც დამზადებულია ნეოდიუმისა და სხვა მეტალებისაგან (სურათი 2, ბ). მაგნიტებს, რომლებსაც თქვენ იყენებთ მაგნიტური მოვლენების შესწავლისას წარმოადგენენ ჩვეულებრივ სწორ ან ნალისებრი ფორმის ხელოვნურ მაგნიტებს (სურათი 2, გ). კომპასის ისარი არის მცირე ზომის ხელოვნური მაგნიტი.



მაგნეტიტი



ნეოდიუმის
მაგნიტები



სწორი და ნალისებრი
მაგნიტები

სურათი 2.
მუდმივი მაგნიტები

იცით თუ არა თქვენ?

- პატარა ნეოდიუმის მაგნიტს შეუძლია მიიზიდოს და შეაკავოს ჰაერში 5 კგ მასის სხეული.



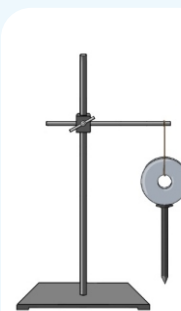
გამოიყენეთ მიღებული ცოდნა

1. კომპასის ისარი ყოველთვის უჩვენებს ჩრდილოეთს. რა დასკვნის გაკეთება შეიძლება დედამიწაზე და კომპასის ისარზე ამ დაკვირვების შედეგად?



2. შტატივზე დამაგრებული მაგნიტი იზიდავს 50 გ მასის სხეულს ისე, რომ ის არ ვარდება მიწაზე. როგორია მინიმალური ძალა, რომლითაც მოქმედებს მაგნიტი სხეულზე?

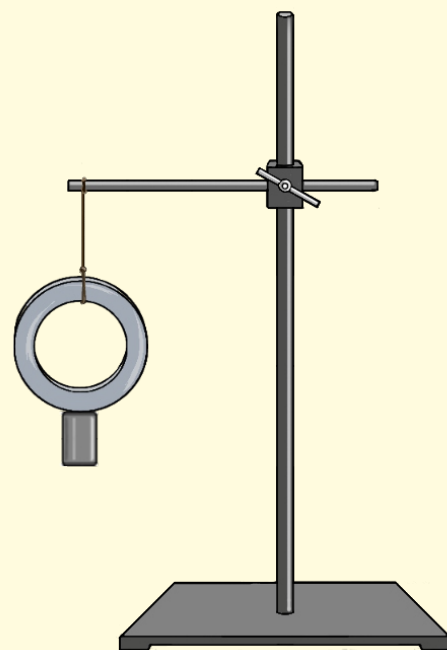
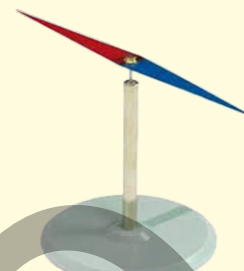
$$(\text{ჩათვალეთ } g = 10 \frac{\text{მ}}{\text{კგ}})$$



შეამოწმეთ თქვენი ცოდნა

- კომპასის ისარი არის ძალიან მსუბუქი და დგას მახვილ ღერძზე.
 - რომელი ძალა მოქმედებს კომპასის ისარზე?
 - თუ კომპასის ისარი, არ იქნებოდა დაყენებული მახვილ ღერძზე და იდებოდა მაგიდაზე იმოქმედებდა მასზე მაგნიტური ძალა?
 - რომელი ნივთიერებებისაგან შეიძლება დამზადდეს ისარი?
- რომელ ვარიანტშია ნაჩვენები ნივთიერებები, რომლებიდანაც ორივეს იზიდავს მაგნიტი?
 - რკინა და მინა
 - სპილენძი და ნიკელი
 - რკინა და ნიკელი
 - ვერცხლი და პლასტმასა.
- შემდეგი ნარევებიდან რომელი შეიძლება გავაცალკევოთ მაგნიტის დახმარებით?
 - ახის ნაფოტები + სპილენძის მავთულის ნაჭრები
 - ვერცხლის ფხვნილი + ქაღალდის ნაჭრები
 - მინის ნამტვრევები + რკინის ფხვნილი
 - პლასტმასის ღილები + ქაღალდის ნაჭრები
- სხეული არ ეცემა მიწაზე, იმიტომ რომ ძაფზე ჩამოკიდებული მაგნიტი იზიდავს სხეულს.

- რომელი მეტალისაგან შეიძლება იყოს დამზადებული სხეული? - სპილენძი - ვერცხლი - ფოლადი - ოქრო	- დახატეთ რვეულში სიმძიმის ძალისა და მაგნიტური ძალის მოქმედების სქემა. - რისი ტოლია მიზიდულობის მაგნიტური ძალის მინიმალური მნიშვნელობა, თუ სხეულის მასა 100 გრამის ტოლია? (ჩათვალეთ $g = 10 \frac{6}{38}$)
---	--



7.2 მაგნიტური ველი

თუ ვატრიალებთ მაგნიტს კომპასის გარშემო, მაშინ კომპასის ისარიც ასევე იტრიალებს.



• თუ მაგნიტი არ ეხება კომპასის ისარს, მაშინ როგორ გადაეცემა ისარს მისი მოქმედება?

საკვანძო სიტყვები

მაგნიტური ველი, მაგნიტური ველის ძალწირები, მაგნიტის პოლუსები, მაგნიტური ველის ინდუქცია

ურთიერთქმედება დამუხტულ სხეულებს შორის გადაიცემა ელექტრული ველის საშუალებით. ანალოგიურად მაგნიტი კომპასის ისარზე მოქმედებს **მაგნიტური ველის** საშუალებით. სივრცეში მაგნიტის გარშემო ყოველთვის არსებობს მაგნიტური ველი. მაგნიტური ველის შეუიარაღებელი თვალით დანახვა შეუძლებელია.

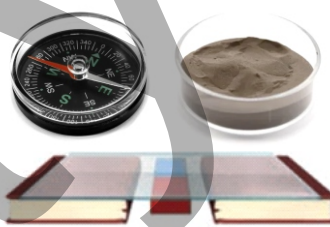
1

დაკვირვება მაგნიტურ ველზე

რესურსები: სწორი მაგნიტი, კომპასი, გამჭოლი პლასტმასის ფირფიტა ან მუყაოს დაფა, რკინის ფხვნილი, ორი წიგნი.

სამუშაოს მსვლელობა:

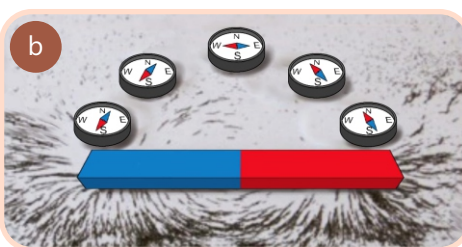
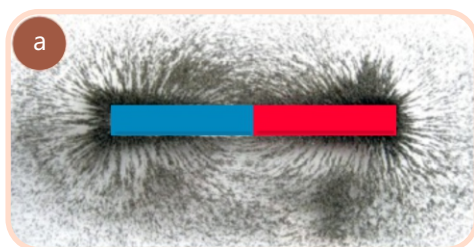
1. მოათავსეთ სწორი მაგნიტი წიგნებს შორის, ისე როგორც სურათზეა ნაჩვენები.
2. დადეთ ფირფიტა წიგნებზე.
3. მოაფრქვიეთ რკინის ფხვნილი ფირფიტაზე.
4. ოდნავ შეარხიეთ ფირფიტა და დააკვირდით რკინის ფხვნილის მდებარეობას.
5. ფრთხილად გაატარეთ კომპასი ფირფიტის ზედაპირთან რკინის ფხვნილის მდებარეობის ხაზის გასწვრივ.
6. დააკვირდით როგორ იცვლება კომპასის ისრის მიმართულება.



განიხილეთ:

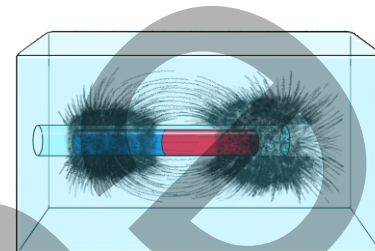
1. რისთვის არის საჭირო ფირფიტის შერხევა?
2. რატომ განთავსდა მოწესრიგებულად რკინის ფხვნილი ფირფიტის შერხევის შემდეგ?
3. როგორ შეიცვალა კომპასის ისრის მიმართულება კომპასის მუდმივი მაგნიტის გარშემო შემოტრიალების შემდეგ?

სწორი მაგნიტის მაგნიტურმა ველმა იმოქმედა რკინის ფხვნილზე, აიძულა ის განთავსებულიყო სიმეტრიული მრუდწირების გასწვრივ მაგნიტის გარშემო. როცა თქვენ კომპასს ამოძრავებდით სწორი მაგნიტის გარშემო, შენიშნეთ რომ, კომპასის ისრის მიმართულება იცვლება რკინის ფხვნილის ძალწირების მიმართულებით. მაგნიტური ველი, ისევე როგორც ელექტრონული მიღებულია გამოვსახოთ ძალწირებით. ხაზებს, რომლის გასწვრივაც არის რკინის ფხვნილი, მაგნიტის გარშემო **მაგნიტური ველის ძალწირები** ეწოდება (სურათი 1).



სურათი 1.
მაგნიტური ველის
ვიზუალიზაცია (ა) რკინის
ფხვნილისა და (ბ) კომპასის
დახმარებით

საქმიანობის პროცესში თქვენ მიიღეთ სიბრტყეზე მაგნიტური ველის ძაღწირების გამოსახულება. მაგნიტური ველი, ისევე როგორც ელექტრული ველი, არსებობს სივრცეში. მაგნიტური ველის სივრცითი გამოსახულების მიღება შეიძლება ხელსაწყოს საშუალებით, რომლის ცენტრში არის სივრცეული მაგნიტისათვის, ხოლო მასში რკინის ფხვნილისა და სითხის ნაჯერი (სურათი 2).



სურათი 2.
მაგნიტური ველის მრუდწირების
სივრცითი გამოსახულება

მაგნიტის პოლუსები

სწორი მაგნიტის ბოლოებში თავს იყრის ბევრი რკინის ფხვნილი, ხოლო შუაში ნაკლები (სურათი 3). მაშასადამე, მაგნიტის ზოგიერთ ნაწილებში მაგნიტური ველი ძლიერია. მაგნიტის ნაწილებს, სადაც მაგნიტური ველი ძლიერია ეწოდება **მაგნიტის პოლუსები**. ყველა მაგნიტს, მიუხედავად მისი ფორმისა, აქვს ორი პოლუსი, ჩრდილოეთის (N – საწყისი ასო ინგლისური “North” სიტყვისა) და სამხრეთის (S – საწყისი ასო ინგლისური “South” სიტყვისა. სურათი 4).



სურათი 3.
მაგნიტის
პოლუსები



სწორი მაგნიტი



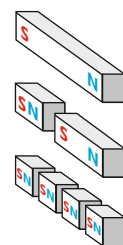
ნალისებრი მაგნიტი



რგოლური მაგნიტი

სურათი 4.
სხვადასხვა ფორმის მაგნიტები

არ არსებობს ერთპოლუსიანი მაგნიტი. თუ მაგნიტს გავყოფთ ორ ნაწილად, ვერ მივიღებთ ორ მაგნიტს მხოლოდ ჩრდილოეთის ან სამხრეთის პოლუსებით, მივიღებთ ორ პატარა მაგნიტის ნაჭერს ჩრდილოეთისა და სამხრეთის პოლუსებით (სურათი 5).



სურათი 5.
ერთპოლუსიანი
მაგნიტი არ
არსებობს

2

დაკვირვება მაგნიტის პოლუსებს შორის ურთიერთქმედებაზე

რესურსები: ორი სწორი მაგნიტი.

სამუშაოს მსვლელობა:



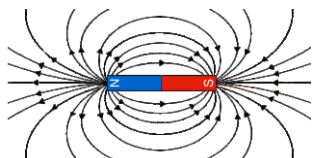
1. ერთ სწორ მაგნიტს ნელა დააჭირეთ ხელი მაგიდაზე.
2. მეორე მაგნიტის ჯერ ჩრდილოეთი, ხოლო შემდეგ სამხრეთი პოლუსები სწორი მაგნიტის ჩრდილოეთ პოლუსს მიუახლოვეთ და დააკვირდით ურთიერთქმედებას მათ შორის.

განიხილეთ:

1. როგორ ურთიერთქმედებს მაგნიტის ერთიან პოლუსები?
2. როგორ ურთიერთქმედებს მაგნიტის სხვადასხვანაირ პოლუსები?
3. როგორ შეგიძლიათ განსაზღვროთ, რომ ორი მაგნიტი ურთიერთქმედებს?

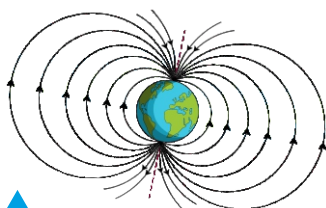
სურათი 6.

ერთნიშნა პოლუსები განიზიდებიან, ხოლო სხვადასხვანიშნა პოლუსები მიიზიდებიან



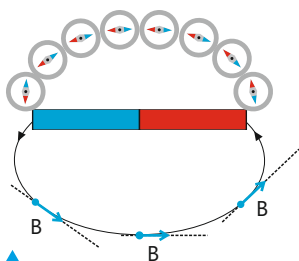
სურათი 7.

სწორი მაგნიტის მაგნიტური ველის ძაღწირები



სურათი 8.

დედამიწის მაგნიტური ველის ძაღწირები



სურათი 9.

მაგნიტური ინდუქციის მიმართულება

მაგნიტების ერთნიშნა პოლუსები ურთიერთქმედებისას (S და S ან N და N) განიზიდება, ხოლო სხვადასხვანიშნა პოლუსები (N და S) ერთმანეთისკენ მიიზიდება (სურათი 6). მაგნიტური ველის ძაღწირები გამოდის მაგნიტის ჩრდილოეთი პოლუსიდან და შედის მაგნიტის სამხრეთ პოლუსში (სურათი 7). დედამიწაც შეიძლება განვიხილოთ როგორც მუდმივი მაგნიტი. მისი მაგნიტური ველის სამხრეთი პოლუსი მდებარეობს ჩრდილოთ გეოგრაფიულ პოლუსთან, ხოლო ჩრდილოეთი მაგნიტური პოლუსი-სამხრეთი გეოგრაფიული პოლუსის სიახლოვეს (სურათი 8).

კითხვა

მიმართულების განსაზღვრის დროს კომპასის გვერდით რატომ არ უნდა იყოს მუდმივი მაგნიტი?

განმარტება. მუდმივი მაგნიტის მაგნიტური ველი დედამიწის მაგნიტურ ველზე ძლიერია, ამიტომ მისი ზემოქმედება კომპასის ისარზე უფრო ძლიერია და ამ მიზეზით კომპასის ისარმა შეიძლება უჩვენოს ჩრდილოეთი პოლუსისაგან განსხვავებული მიმართულება. თუ მოვაშორებთ მუდმივ მაგნიტს კომპასისაგან, მაშინ მხოლოდ დედამიწის მაგნიტური ველის ზემოქმედებით, კომპასის ისარი უჩვენებს ჩრდილოეთ პოლუსს.

მაგნიტური ველის ინდუქცია

მაგნიტური ველი ხასიათდება ფიზიკური სიდიდით, რომელსაც **მაგნიტური ველის ინდუქცია** ეწოდება. მაგნიტური ველის ინდუქცია ($\vec{B}$) ვექტორული სიდიდეა და SI- ში იზომება **ტესლებში** (1 ტლ). იმის გამო, რომ მაგნიტური ველი ძლიერია პოლუსებთან ახლოს, ინდუქციის მაგნიტური ველის რიცხვითი მნიშვნელობა (B) მეტია მაგნიტის პოლუსებთან ახლოს. მაგნიტური ველის ინდუქცია მიმართულია მაგნიტური ველის ძაღწირების მხების მიმართულებით. მისი მიმართულებას ვიპოვოთ კომპასით.

- მაგნიტურ ველში კომპასის ისრის ჩრდილოეთი პოლუსის მიმართულება ემთხვევა ამ წერტილში მაგნიტური ინდუქციის მიმართულებას (სურათი 9).

კითხვა

რა მოიაზრება “მაგნიტური ურთიერთქმედების” ქვეშ? დამოკიდებულია თუ არა ეს ურთიერთქმედება მანძილზე?

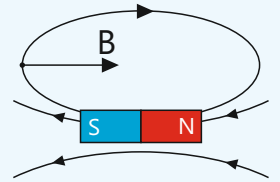
განმარტება. მაგნიტური ზემოქმედების ქვეშ იგულისხმება მაგნიტური პოლუსების ერთმანეთისაგან ურთიერთგანზიდვა ან ურთიერთმიზიდვა. ურთიერთქმედება იყო უფრო საგრძნობი, როცა ჩვენ მივუახლოვეთ მაგნიტები ერთმანეთს "საქმიანობის" დროს. შესაბამისად, ურთიერთქმედების ძალა მაგნიტებს შორის იზრდება მანძილის შემცირებისას.

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

თქვენი აზრით, საით არის მიმართული კომპასის ისრები დედამიწის ჩრდილოეთ და სამხრეთ მაგნიტურ პოლუსებზე?

გამოიყენეთ მიღებული ცოდნა

- სურათზე სქემაში ძალწირების გამოსახვისა და პოლუსების პირობითი ნიშნების აღნიშვნისას დაშვებული იყო შეცდომა. იპოვეთ ეს შეცდომები და გადაიხაზეთ რვეულში სწორი სქემა. უჩვენეთ ინდუქციის ვექტორის მიმართულება სქემის სამ სხვადასხვა წერტილში.
- რატომ არ შეიძლება ერთმანეთთან მიახლოებულ ორ მუდმივ მაგნიტს შორის არსებობდეს მხოლოდ მიზიდვის და განზიდვის ძალები?



შეამოწმეთ თქვენი ცოდნა

- როგორ შეიძლება გავიგოთ მაგნიტური ველის არსებობა?
- როგორ ურთიერთქმედებენ მაგნიტის პოლუსები?
- რა გამოიხატება მაგნიტური ველის ძალწირების მეშვეობით?
- სურათზე გამოსახული მაგნიტები მიიზიდება ერთმანეთისაკენ.
 - როგორი იქნებიან B, C და D პოლუსები, თუ A სამხრეთი პოლუსია?
 - როგორ ურთიერთქმედება ექნებათ ამ მაგნიტებს ქვემოთ მოცემულ შემთხვევებში?



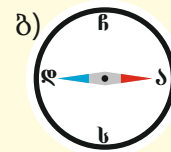
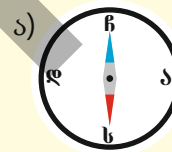
1-ელი მდგომარეობა



მე-2 მდგომარეობა

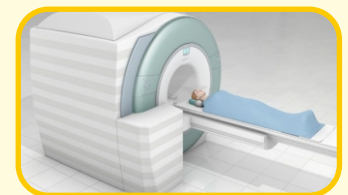


- სურათზე მოცემული კომპასის (ა) სიახლოვეს მაგნიტის მიტანისას მისი ისრების მდგომარეობა შეიცვალა (ბ). განმარტეთ ამ მოვლენის მიზეზი.

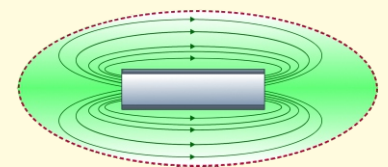


მეცნიერება, ტექნოლოგია და სიცოცხლე

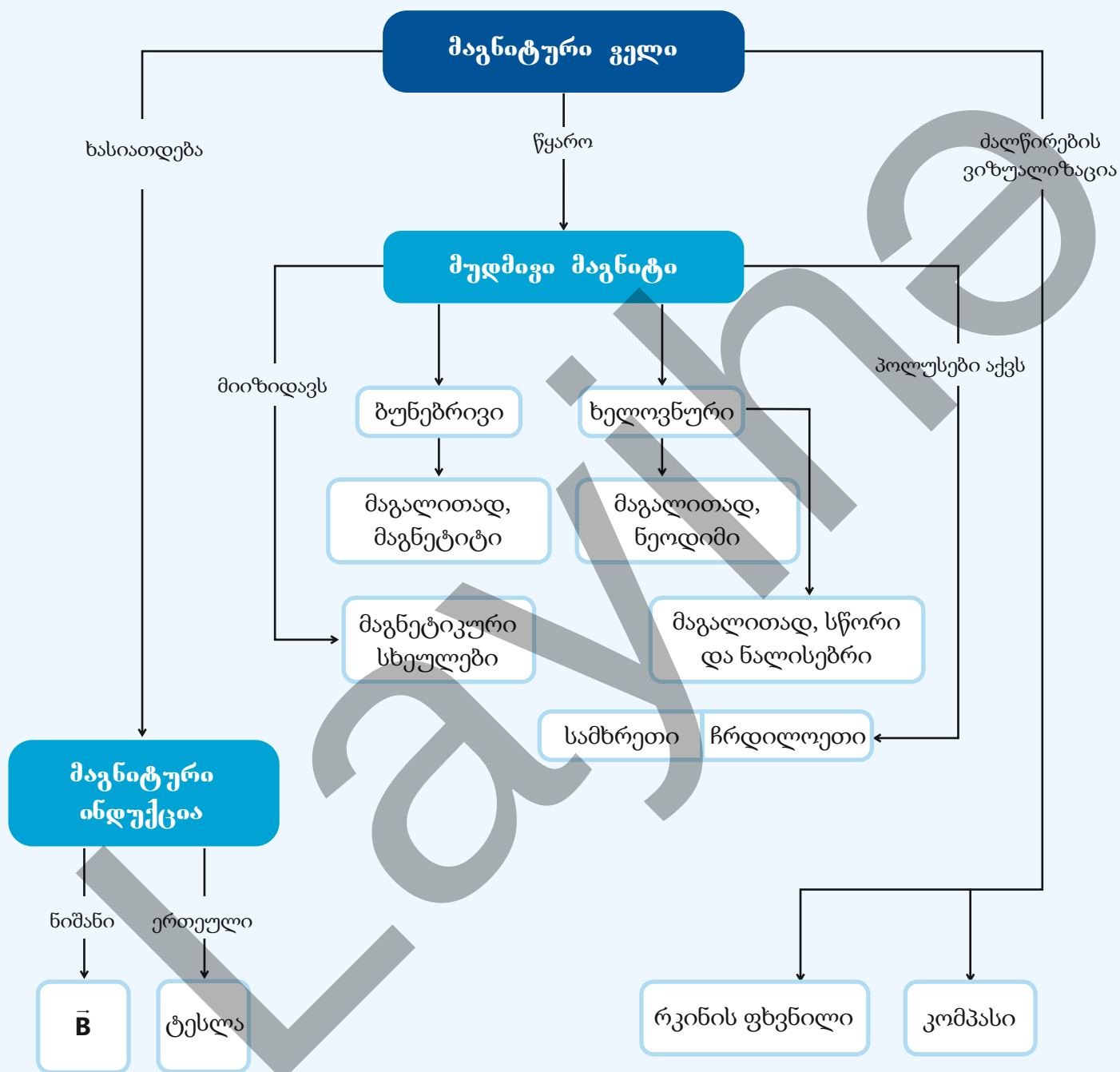
მრტ (მაგნიტურ-რეზონანსული ტომოგრაფია) კლინიკებში ფართოდ გამოიყენება. ძლიერი მაგნიტური ველის დახმარებით აპარატი ახერხებს მიიღოს პაციენტის შინაგანი ორგანოების გამოსახულება. ეს გამოსახულებები საშუალებას იძლევა გავიგოთ პაციენტის მდგომარეობის მიზეზი და დავსვათ სწორი დიაგნოზი. მრტ-ს აპარატის მაგნიტური ველის ინდუქციის ვექტორის სიდიდე შეადგენს 1,5 ტლ-ს. დედამიწის მაგნიტური ველის ინდუქციის ვექტორის სიდიდე 0,00005 ტესლაა. მრტ-ს მაგნიტური ველი დედამიწის მაგნიტურ ველზე 30 000-ჯერ ძლიერია. რამდენადაც დედამიწის მაგნიტური ველი სუსტია, ჩვენ ვერ შევიგრძნობთ მის ზემოქმედებას ისეთ ნივთებზე, როგორებიცაა: გასაღები ან მონეტები ჩვენს ჯიბეში. მაგრამ მრტ-ს გვირაბში შესვლის წინ პაციენტებს სთხოვენ მოიხსნან ყველა მეტალის საგანი. რადგან მრტ-ს მოწყობილობის ძლიერი მაგნიტური ველი მოქმედებს ამ საგნებზე დიდი ძალით, მათ შეუძლია დააზიანოს აპარატურა და ზიანი მიაყენონ პაციენტს.



მრტ აპარატი



მრტ აპარატის
მაგნიტური ველი

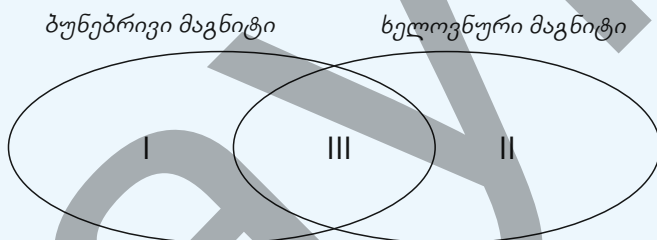


განმაზოგადებელი დაგალებები

1. რას ეწოდება მუდმივი მაგნიტი?
2. რომელი სხეულები მიიზიდება მაგნიტის მიერ?
3. ზრვენეთ სულ მცირე ორი განსხვავება ხელოვნურ და ბუნებრივ მაგნიტებს შორის.
4. ქვემოთ მოცემულებიდან თუ იატაკზე გაშლილია, რომლის აღება შეიძლება მაგნიტით?
 - ა) მინის ნამტვრევების
 - ბ) ფიცრის ნათლის
 - გ) პლასტმასის ღილების
 - დ) რკინის სარჩების

5. შეარჩიეთ ელერ-ვენის დიარამის შესაბამისი პუნქტები.

1. მინერალია, ჰქვია მაგნეტიტი.
2. იწარმოება.
3. აქვს ჩრდილოეთი და სამხრეთი პოლუსები.
4. არ არის სწორი ფორმის.
5. იზიდავს მაგნიტურ სხეულებს.



6. ფოლადისაგან დამზადებული 10-კაპიკიანის მასა 5 გრამია. გაეცით პასუხი ქვემოთ მოცემულ კითხვებზე (ჩათვალეთ $g = 10 \frac{ნ}{კგ}$).

- ა) მუდმივი მაგნიტი მიიზიდავს 10-კაპიკიანს? რატომ?
- ბ) 10-კაპიკიანზე მოქმედი სიმძიმის ძალა რამდენი ნიუტონია?
- გ) კაპიკის მაგნიტის დახმარებით ადგილიდან აწევისას მასზე მოქმედი მაგნიტური ძალა სულ მცირე რამდენი ნიუტონია?



7. სხვა პლანეტაზე გაფრენილმა ასტრონავტმა, როგორ შეიძლება განსაზღვროს იმ პლანეტაზე მაგნიტური ველის არსებობა-არარსებობა?

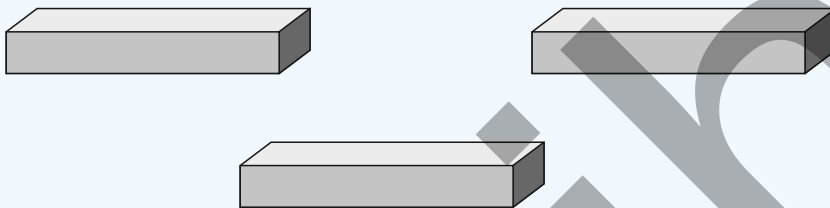
8. მაგნიტის შესახებ უპასუხეთ ქვემოთ მოცემულ კითხვებზე.

- ა) რომელ ნაწილებს უწოდებენ მის პოლუსებს?
- ბ) რამდენი პოლუსია?
- გ) სხვადასხვანიშნა პოლუსებს შორის რომელი ურთიერთგავლენებია?
- დ) რისი მაჩვენებელია ველის ძალწირები?

9. მაგნიტური ველის ორი გზით ვიზუალიზაცია ხდება. რომელი გზებია ეს?

10. სურათზე მოცემული სხეულებიდან ორის სწორი მაგნიტია, მესამე ფოლადისგანაა დამზადებული და მაგნიტი არ არის.

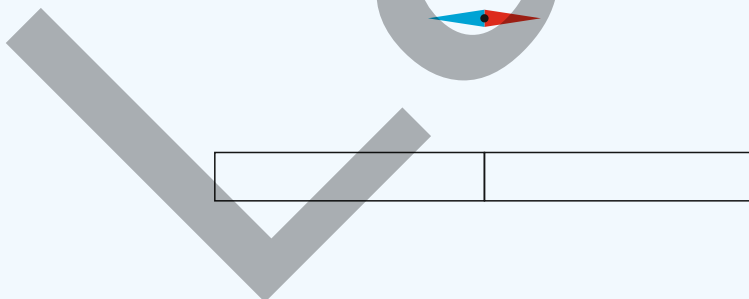
- 1) როგორ შეიძლება სწორი მაგნიტების ფოლადისაგან განსხვავება?
- 2) მაგნიტების გამოცალკევების შემდეგ, სხვა საშუალების გამოუყენებლად, მათი ჩრდილოეთი და სამხრეთი პოლუსების განსაზღვრა შეიძლება?



11. მაგნიტისაგან მოშორებისას, როგორ იცვლება მაგნიტის ინდუქციის რიცხვითი მნიშვნელობა?

12. ქვემოთ სქემატურად გამოსახულია სწორი მაგნიტი და კომპასის ისარი. ჩაიხაზეთ ეს სქემა რვეულში და დაასრულეთ მოცემული მიმდევრობით.

- 1) განსაზღვრეთ მაგნიტის პოლუსები და ჩაწერეთ.
- 2) გააფერადეთ მაგნიტი შესაბამისი ფერებით.
- 3) გაავლეთ მაგნიტური ველის მრუდწირები.
- 4) უჩვენეთ მაგნიტის ინდუქციის მიმართულება სამ განსხვავებულ წერტილში.



გალვანური ელემენტი - დენის წყარო, რომელიც ქიმიურ ენერგიას გარდაქმნის ელექტრულ ენერგიად.



გამტარები - ნივთიერებები, რომლებსაც აქვთ მუხტის თავისუფალი მატარებლები.

დაელექტროების მიმდევრობა - უზვენებს, რომელი სხეულიდან რომელზე გადავა ელექტრონები მათი ერთმანეთზე ხახუნისას.

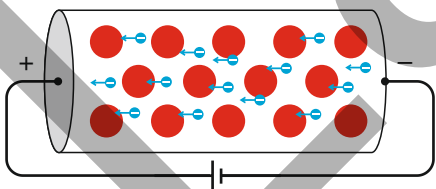
დენის ძალა - მუხტების რაოდენობა, რომელიც გადის გამტარის განივკვეთში ერთ წამში.

დიელექტრიკები - სხეულები, რომლებსაც არა აქვთ თავისუფალი მუხტის მატარებლები.

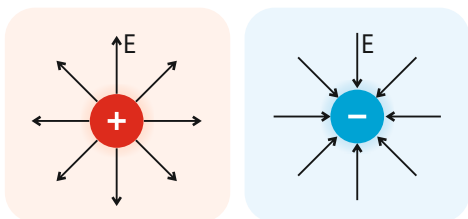
ელემენტარული მუხტი - უმცირესი ელექტრული მუხტი, რომელიც გვხვდება ბუნებაში.

ელექტროსკოპი - ხელსაწყო, რომლის საშუალებით განისაზღვრება, აქვს თუ არა სხეულს ელექტრული მუხტი.

ელექტრული დენი - დამუხტული ნაწილაკების მოწესრიგებული მოძრაობა.



ელექტრული ველი - გარემო არსებული დამუხტული სხეულების გარშემო, რომლის საშუალებითაც გადაეცემა ელექტრული ძალა.



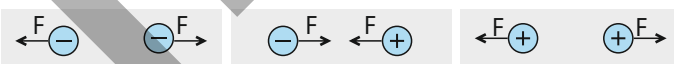
ელექტრული ველის ძაბვა - საცდელ მუხტზე მოქმედი ელექტრული ძალის შეფარდება საცდელი მუხტის სიდიდესთან.

ელექტრული ველის ძალწირები - ელექტრული ველის გამომსახველი წირებია.

ელექტრული მუხტის მატარებლები - ელექტრულად დამუხტული ნაწილაკებია.

ელექტრული ურთიერთქმედება - ურთიერთ მიზიდვის ან განზიდვის ძალები, რომლებიც წარმოიქმნება ელექტრულ ნაწილაკებს შორის.

ელექტრული ძალა - ძალა, რომელიც მოქმედებს დამუხტულ სხეულზე ან ნაწილაკზე ელექტრული ველის მხრიდან.



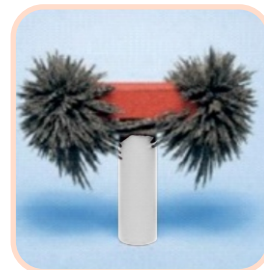
თავისუფალი მუხტის მატარებელი - ელექტრონები, რომლებმაც დატოვეს ატომები და თავისუფლად გადაადგილდებიან ნივთიერებაში.

ინდუქციით დაელექტროება - ნეიტრალური სხეულის დაელექტროება დაელექტროებული სხეულით კონტაქტის გარეშე.

იონი - ნაწილაკი, რომლადაც იქცევა ატომი, როცა ის შეიერთებს ან კარგავს ელექტრონს.

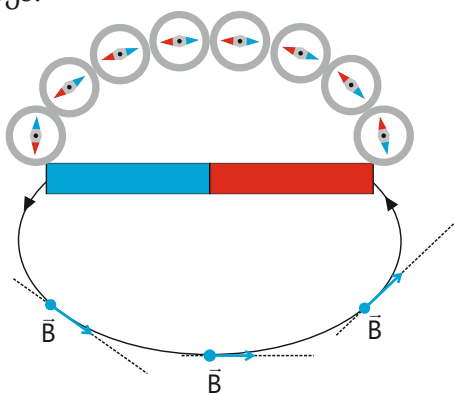
მაგნეტიკური ნივთიერებები - ნივთიერებები, რომლებიც მიიზიდება მაგნიტით, როგორც რკინა, კოლბატი და ნიკელი.

მაგნიტის პოლუსები - მაგნიტის ძლიერი მაგნიტური ველის მქონე ნაწილებია.



მაგნიტური ველი - ველი, რომელიც გარს აკრავს მაგნიტს და გადასცემს მაგნიტურ ურთიერთქმედებას.

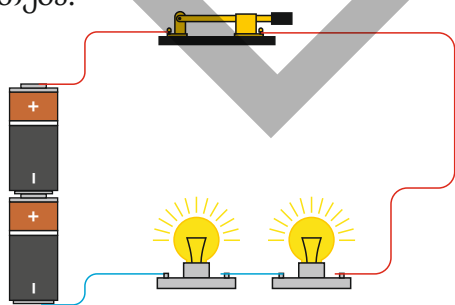
მაგნიტური ველის ინდუქცია - მაგნიტური ველის დამახასიათებელი ვექტორული სიდიდეა.



მაგნიტური ველის ძალწირები - მაგნიტური ველის გამომსახველი წირებია.

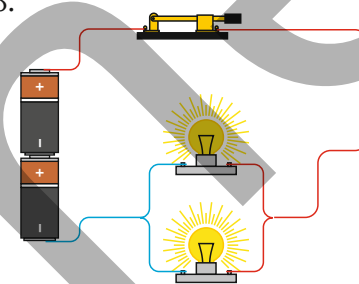
მაგნიტური ურთიერთქმედება - ურთიერთქმედება მაგნიტებს შორის, რომელიც გადაეცემა მაგნიტური ველის საშუალებით, რაც ვლინდება მიზიდვასა და განზიდვაში.

მიმდევრობითი შეერთება - ნათურების ერთმანეთის მიყოლებით დენის წყაროსთან შეერთება.



ომის კანონი - კანონი, რომელიც გამოსახავს ელემენტის წრედის ბოლოებზე ძაბვის ამ ელემენტში დენის ძალასთან შეფარდების მუდმივობას.

პარალელური შეერთება - ნათურების დენის წყაროსთან დამოუკიდებელი სახით შეერთებაა.



მუდმივი მაგნიტი - მაგნიტის თვისებების ხანგრძლივად შემნარჩუნებელი ნივთიერებებისაგან დამზადებული მაგნიტია.

სხეულის ელექტრული მუხტი - რიცხობრივად სხეულის ელექტრონების რაოდენობისათვის უკმარისი ან ზედმეტი მუხტების ჯამის ტოლია.

ძაბვა - წყაროს ერთი კულონი მუხტის მიცემული ენერგიის გამომსახველი სიდიდეა.

ხახუნით დაელექტროება - ხვადასხვა ნივთიერებისაგან დამზადებული სხეულების ერთმანეთზე ხახუნით მათი დაელექტროებაა.

ხელოვნური მაგნიტი - წარმოებული სხვადასხვა ფორმისა და ზომის მუდმივი მაგნიტები სხვადასხვა მასალებისაგან.