

ფიზიკა

10

მასწავლებლის წიგნი

მეორე ნაწილი

# ფიზიკა

X კლასი, მასწავლებლის წიგნი, მეორე ნაწილი

## სარჩევი

X კლასის ფიზიკის სახელმძღვანელოს კონცეფცია .....	4
მოსწავლის წიგნში გამოყენებული პირობით ნიშნები .....	6
ფიზიკა. საშუალო საფეხურის სტანდარტი.....	7
თემის დამუშავების ნიმუში .....	10
თემატური მატრიცა .....	12
შუალედური სასწავლო მიზანი № 1. საახალწლო ნათურები .....	13
მოსწავლის მიღწევების ტაქსონომია. საახალწლო ნათურები .....	21
შუალედური სასწავლო მიზანი № 2. გალვანოპლასტიკა .....	25
მოსწავლის მიღწევების ტაქსონომია. გალვანოპლასტიკა .....	32
სასწავლო მასალის სავარაუდო საათობრივი განაწილება.....	36
ინფორმაცია მოსწავლის წიგნის შესახებ.....	37
რეკომენდაციები მასწავლებლებისათვის.....	38
პრეზენტაციის შინაარსობრივი სტრუქტურა და შეფასების რუბრიკა .....	42
შეფასების სქემა ექსპერიმენტის ჩატარებისათვის .....	52
შეფასების სქემა დისკუსიაში მონაწილეობისათვის .....	52
შეფასების სქემა საშინაო დავალებისათვის .....	52
ზოგი რამ მოდელებისა და მოდელირების შესახებ ფიზიკაში .....	53
მოსწავლის წიგნში მოცემული დავალებების პასუხები .....	54
საშინაო დავალების სახეები .....	88
ინტერაქტიული გაკვეთილის ელემენტები.....	89
ესგ-ს ლექსიკონი პედაგოგებს .....	92
ინტერნეტრესურსები .....	94

## X კლასის ფიზიკის სახელმძღვანელოს კონცეფცია

X კლასის ფიზიკის სახელმძღვანელო შედგენილია მესამე თაობის ეროვნული სასწავლო გეგმისა და ფიზიკის სტანდარტის შესაბამისად. სახელმძღვანელოს მიზანია მოსწავლეებში თეორიული ცოდნისა და ექსპერიმენტული კვლევითი უნარ-ჩვევების ჩამოყალიბება და განვითარება.

X კლასის ფიზიკის კურსი თემების მიხედვით იყოფა ორი ნაწილად: ელექტროსტატიკა და მუდმივი დენის კანონები. წინამდებარე სახელმძღვანელო შეიცავს **მუდმივი დენის კანონებს**.

სახელმძღვანელოს მეთოდოლოგიური მხარე ეყრდნობა სწავლა-სწავლების ინტეგრირებულ სტილს, მოცემული აქტივობები შეესაბამება ინდიკატორებს, რომლებიც უზრუნველყოფს სტანდარტით განსაზღვრული შედეგების მიღწევას. პარაგრაფების შინაარსი აგებულია პრინციპზე – მარტივიდან რთულსკენ, ნაცნობიდან უცნობსკენ, გამოყენებულია სწავლების კონსტრუქტივისტული მეთოდოლოგია და შეესაბამება მოსწავლის ინტელექტუალურ შესაძლებლობებს.

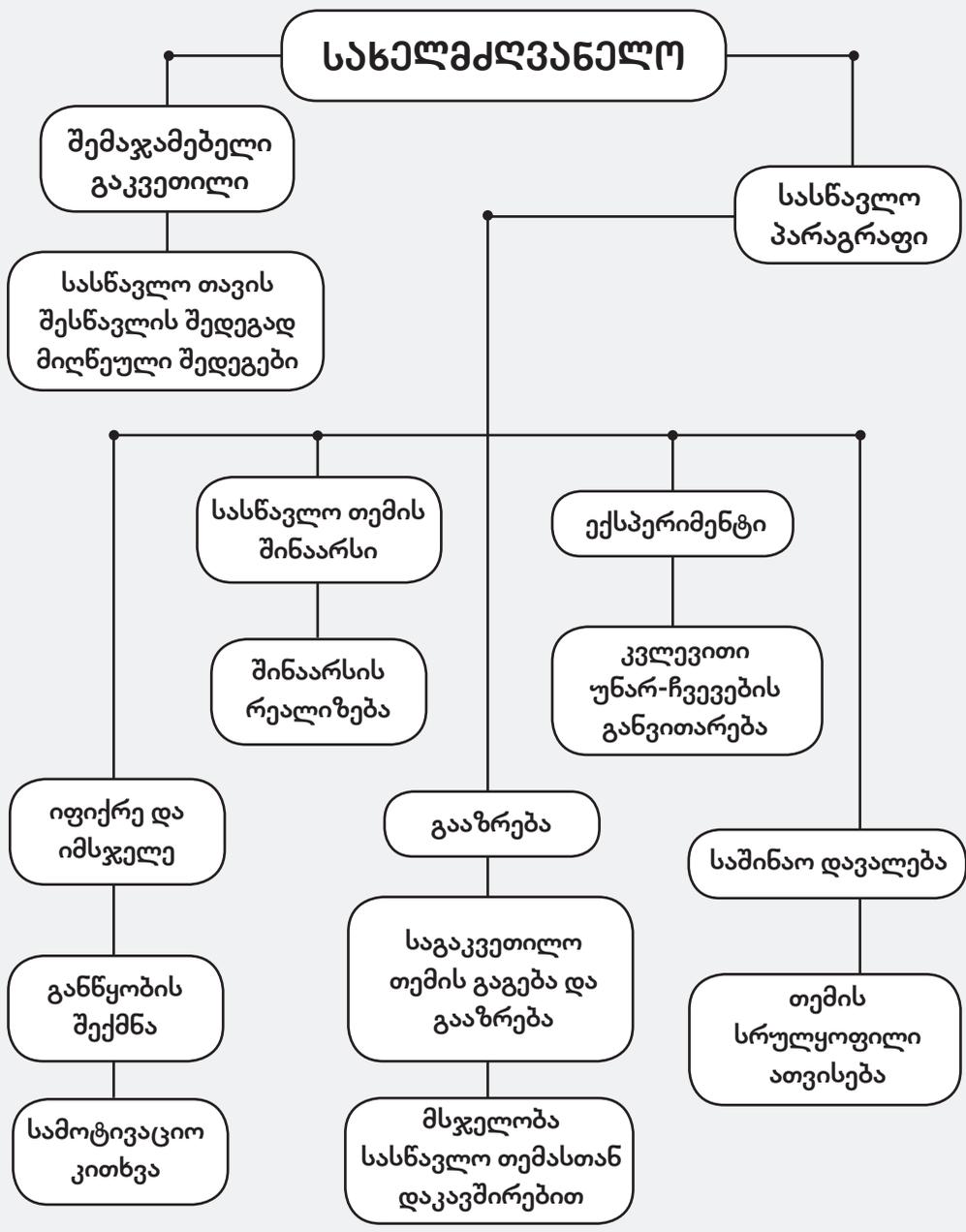
სახელმძღვანელოს შინაარსობრივი და მეთოდოლოგიური აპარატის კომპლექტაცია, შემადგენელი ნაწილების ერთობლიობა და სტრუქტურის სპეციფიკა ასეთია:

- პარაგრაფების შინაარსი აგებულია საგაკვეთილო ტექსტისაგან, ილუსტრაციებისა და პრობლემაზე ორიენტირებული კითხვებისა და ამოცანებისგან, ექსპერიმენტული კვლევებისა და კომპლექსური დავალებებისაგან.
- პარაგრაფები შეიცავს თემის ფარგლებში დასამუშავებელ სამიზნე ცნებებს, საკვანძო საკითხებს, მკვიდრ წარმოდგენებს. ეს მასალა ძირითადად განაწილებულია სხვადასხვა რუბრიკაში: „იფიქრე და იმსჯელე“ (სამოტივაციო კითხვები), „გააზრება“ (ახლად ახსნილი მასალის გაგების შემოწმება), „საშინაო დავალება“ (დავალება სასწავლო თემის კარგად/სრულყოფილად ასათვისებლად).
- პარაგრაფები ძირითადად შეიცავს სააზროვნო კითხვებს, მასალას მსჯელობისათვის, ექსპერიმენტულ კვლევას, დასკვნების გამოტანას.

სახელმძღვანელოში ასევე ასახულია ფიზიკის კავშირი მეცნიერების სხვა დარგებთან და მისი როლი სამეცნიერო-ტექნიკური პროგრესის მიღწევაში. სახელმძღვანელო დაეხმარება მოსწავლეს გარემომცველი სამყაროს შესახებ თეორიული ცოდნის მიღებასა და მეცნიერული კვლევა-ძიების უნარ-ჩვევების დაუფლებაში, საყოფა-ცხოვრებო საკითხების შეცნობაში, გარემოს დაცვის საკითხების გააზრებასა და მიღებული გამოცდილების პრაქტიკულად გამოყენებაში.

## სახელმძღვანელოს სტრუქტურა





# მოსწავლის წიგნში გამოყენებული პირობით ნიშნები

**ივნიკრა და იმსჯელა**

მოცემულ კითხვაზე პასუხის გაცემით წინარე ცოდნას უკავშირებ სასწავლო თემას.



**გააზრება**

კითხვების გამოყენებით ხელს უწყობს გაკვეთილის თემის გაგებასა და გააზრებას.



**საშინაო დავალება**

ასრულებ დავალებას სასწავლო თემის სრულყოფილად ასათვისებლად. **წერილობით სამუშაოებს შეასრულებ საშინაო დავალების რვეულში.**



**ექსპერიმენტი**

ატარებ ექსპერიმენტს მასწავლებელთან და ჯგუფთან ერთად.



**აზრობრივი ექსპერიმენტი**

ექსპერიმენტი, რომელსაც რეალურად ვერ შეასრულებ და მხოლოდ მისი გააზრებაა შესაძლებელი. ატარებ ექსპერიმენტს ინდივიდუალურად ან ჯგუფთან ერთად

# ფიზიკა. საშუალო საფეხურის სტანდარტი

## შესავალი

კურსი განკუთვნილია საშუალო საფეხურის მოსწავლეებისთვის. მის ფარგლებში ფართოვდება და ღრმავდება საბაზო საფეხურზე ფიზიკაში შექმნილი ცოდნა.

სტანდარტში შედეგებისა და სამიზნე ცნებების სახით განსაზღვრულია გრძელვადიანი მიზნები.

შინაარსი აღინიშნება თემების (ქვეთემების), საკითხებისა და ქვეცნებების სახით. ეროვნული სასწავლო გეგმა განსაზღვრავს სავალდებულო თემებს. თემების შესაბამის საკითხებს კი სკოლები თავად ირჩევენ.

თითოეულ თემას ახლავს შედეგების მიღწევის ინდიკატორები. ისინი განსაზღვრავს, თუ რა უნდა შეფასდეს სწავლა-სწავლების პროცესში. ინდიკატორები დაჯგუფებულია სამიზნე ცნებების მიხედვით.

### საფეხურის შედეგები

საშუალო საფეხურზე სტანდარტში განვიხილავთ თითოეულ შედეგს წინ უძღვის ინდექსი, რომელიც მიუთითებს საგანს, სწავლების ეტაპსა და სტანდარტის შედეგის ნომერს; მაგ., ფიზ.საშ.1.:

„ფიზ.“ — მიუთითებს საგანს „ფიზიკა“;

„საშ.“ — მიუთითებს საშუალო საფეხურს;

„1“ — მიუთითებს სტანდარტის შედეგის ნომერს.

ფიზიკის სტანდარტის შედეგები საშუალო საფეხურზე		
შედეგების ინდექსები	მოსწავლემ უნდა შეძლოს:	სამიზნე ცნებები:
ფიზ.საშ.1.	მეცნიერული მიღწევებისა და კვლევითი უნარ-ჩვევების გამოყენებით ნივთიერებების შემადგენელი სტრუქტურის დახასიათება და ველების მახასიათებელი პარამეტრების შესახებ მსჯელობა მატერიის სახეების ფიზიკური თვისებებისა და მათი ცვლილების მიზეზების გასააზრებლად;	მატერია (ფიზ. საშ.1,2,3,4) ენერგია (ფიზ. საშ.1,2,3,4)
ფიზ.საშ.2.	მეცნიერული მიღწევებისა და კვლევითი უნარ-ჩვევების გამოყენებით ენერგიის სახეებსა და მათი ურთიერთგარდაქმნის მიზეზებზე/შედეგებზე მსჯელობა ბუნებაში მიმდინარე ფიზიკური მოვლენების დასახასიათებლად;	ძალა (ფიზ. საშ.1,2,3,4) ფიზიკური პროცესი (ფიზ.საშ.1,2,3,4)
ფიზ.საშ.3.	მეცნიერული მიღწევებისა და კვლევითი უნარ-ჩვევების გამოყენებით სხეულთა ურთიერთქმედებებსა და მათ შედეგებზე მსჯელობა ბუნებაში მიმდინარე პროცესების აღსაწერად;	
ფიზ.საშ.4.	მეცნიერული მიღწევებისა და კვლევითი უნარ-ჩვევების გამოყენებით ბუნებაში არსებული მიზეზშედეგობრივი კავშირების დასაბუთება ფიზიკური პროცესების/ მოვლენების აღსაწერად და დასახასიათებლად.	

### სავალდებულო თემები

X კლასი
ელექტროსტატიკა
მუდმივი დენის კანონები

რეკომენდებულია სწავლა-სწავლების პროცესში სკოლებმა დაიცვან თემების ზემოთ შემოთავაზებული თანმიმდევრობა (X კლასში რეკომენდებულია ერთ სემესტრში ერთი თემის სწავლება).

### სავალდებულო თემებისა და შეფასების ინდიკატორების დამაკავშირებელი ცხრილები:

თითოეულ ცხრილში მოცემულია თემის დასახელება, მისი აღწერა და შეფასების ინდიკატორები, რომლებშიც ნაჩვენებია, თუ როგორ რეალიზდება შედეგები კონკრეტულ თემაში.

## X კლასი

**თემა: ელექტროსტატიკა თემის ფარგლებში განიხილება:**

- ფიზიკის კვლევის საგანი, ამოცანები და კვლევის მეთოდები; ფიზიკის მიმართულებები (დარგები) და მათი კავშირი სხვა მეცნიერებებთან; ფიზიკის მიღწევები;
- მუხტების ურთიერთქმედება და კულონის კანონი; ელექტრული ველის დაძაბულობა და სუპერპოზიციის პრინციპი; ელექტროსტატიკური ველის პოტენციალური ენერგია და პოტენციალი; ელექტროტევადობა, ბრტყელი კონდენსატორი.

**თემის ფარგლებში შედეგების მიღწევის ინდიკატორები სამიზნე ცნებების მიხედვით**

**მატერია – მოსწავლემ უნდა შეძლოს:**

- ელემენტარული მუხტისა და სხეულის მუხტის შესახებ მსჯელობა მუხტის შენახვის კანონის გასაანალიზებლად;
- მუხტის მიერ ელექტროსტატიკური ველის წარმოქმნისა და ველის მახასიათებელი პარამეტრების (დაძაბულობა, პოტენციალი) შესახებ მსჯელობა მუხტებს შორის ელექტრული ურთიერთქმედების აღსაწერად (ანალოგია გრავიტაციული ველის მახასიათებლებთან);
- ნივთიერების დიელექტრიკული შეღწევადობის შესახებ მსჯელობა დიელექტრიკებში ელექტრული ველის გავრცელების დასახასიათებლად.

**ენერგია – მოსწავლემ უნდა შეძლოს:**

- ელექტრული ველის მიერ შესრულებული მუშაობის შესახებ მსჯელობა მუხტის ველთან ურთიერთქმედების პოტენციალური ენერგიის დასახასიათებლად;
- ბრტყელი კონდენსატორების მოდელების შექმნა, შერეული შეერთების გამოკვლევა, მათი ელექტრული ველის ენერგიის რაოდენობრივი აღწერა და გამოყენების შესახებ მსჯელობა ყოფა-ცხოვრებასა და ტექნიკაში კონდენსატორის როლის შესაფასებლად.

**ძალა – მოსწავლემ უნდა შეძლოს:**

- სხეულთა წონასწორობის პირობების გამოყენება ელექტრულ ველში უძრავად მოთავსებული (წრფივად და თანაბრად მოძრავი) მუხტის წონასწორობის მდგომარეობის აღსაწერად;
- წერტილოვანი მუხტებს შორის ურთიერთქმედების ძალის რაოდენობრივად დახასიათება (ანალოგია მსოფლიო მიზიდულობის კანონთან) და ელექტროსტატიკური ველის სუპერპოზიციის პრინციპის ახსნა პრობლემაზე ორიენტირებული ამოცანების გადასაჭრელად;
- პიპოთების ჩამოყალიბება, ექსპერიმენტების დაგეგმვა და მისი უსაფრთხოდ ჩატარება დამუხტული სხეულების ურთიერთქმედების შესასწავლად.

**ფიზიკური პროცესი – მოსწავლემ უნდა შეძლოს:**

- წერტილოვანი მუხტის მოძრაობის დახასიათება ერთგვაროვან ელექტრულ ველში, მოძრაობის მახასიათებელი პარამეტრებისა და მათი ცვლილების/უცვლელობის მიზეზების შესახებ მსჯელობა პრობლემაზე ორიენტირებული ამოცანების გადასაჭრელად.

**თემა: მუდმივი დენის კანონები**

თემის ფარგლებში განიხილება:

- ელექტრული დენი და გამტარის წინააღობა;
- ომის კანონი წრედის უბნისათვის;
- გამტარების მიმდევრობით და პარალელურად შეერთება;
- დენის მუშაობა და სიმძლავრე;
- ჯოულ-ლენცის კანონი;
- დენის წყაროს ემ ძალა და ომის კანონი ჩაკეტილი წრედისათვის;
- ელექტრული დენი სხვადასხვა გარემოში.

**თემის ფარგლებში შედეგების მიღწევის ინდიკატორები სამიზნე ცნებების მიხედვით**

**მატერია** – მოსწავლემ უნდა შეძლოს:

- ნივთიერების აგებულების დახასიათება მისი ელექტრული გამტარებლობის შესასწავლად;
- გამტარის წინააღმდეგობის ზომებზე, ნივთიერების გვარობასა და ტემპერატურაზე დამოკიდებულების შესახებ მსჯელობა მისი ყოფა-ცხოვრებაში პრაქტიკული გამოყენების შესახებ არგუმენტების მოსაყვანად. ზეგამტარობის მოვლენის შესახებ მსჯელობა;
- ლითონებში, სითხეებში, აირებსა და ნახევარგამტარებში ელექტრული გამტარებლობის შესწავლა მათი ყოფა-ცხოვრებასა და პროფესიებთან/ტექნოლოგიებთან დასაკავშირებლად;
- P და n ტიპის ნახევარგამტარების კონტაქტის გამოკვლევა ნახევარგამტარული დიოდის მუშაობის პრინციპის ასახსნელად და ტექნოლოგიებში მისი როლის გასაანალიზებლად;

**ენერგია** – მოსწავლემ უნდა შეძლოს:

- დენის მუშაობისა და სიმძლავრის შესახებ არგუმენტირებული მსჯელობა/რაოდენობრივი აღწერა პრობლემაზე ორიენტირებული ამოცანების გადასაჭრელად;
- ექსპერიმენტების დაგეგმვა (ჰიპოთეზის ჩამოყალიბება, თვისებრივი და რაოდენობრივი მონაცემების სხვადასხვა მეთოდით ორგანიზება) და მისი უსაფრთხოდ ჩატარება მიმდევრობით/პარალელურად/შერეულად შეერთებულ მომხმარებელთა მიერ გამომუშავებული სიმძლავრეების დასადგენად;

**ძალა** – მოსწავლემ უნდა შეძლოს:

- თავისუფალ მუხტებზე მოქმედ ელექტრულ ძალასა და გამტარებში დენის წარმოქმნას შორის მიზნულ შედეგობრივი კავშირის დადგენა პრობლემაზე ორიენტირებული ამოცანების გადასაჭრელად;
- ელექტროლიტებში გამტარობის წარმოქმნის მექანიზმის ახსნა, ელექტროლიზის მოვლენის ასახსნელად/ყოფა-ცხოვრებასთან/პროფესიებთან/სხვა დისციპლინებთან დასაკავშირებლად;

**ფიზიკური პროცესი** – მოსწავლემ უნდა შეძლოს:

- გამტარებში არსებული თავისუფალი მუხტების მოძრაობის დახასიათება გამტარის ელექტრულ ველში მოთავსებამდე და მოთავსების შემდეგ, მასში დენის წარმოქმნის მექანიზმის გასაანალიზებლად;
- აირებში დენის წარმოქმნის მექანიზმის ახსნა ატმოსფეროში ელექტრული მოვლენების/პროცესების აღსაწერად.

## თემის დაეხმავების ნიშანი

**ბანმარტაპიპი ცხრილისთვის:**

**სასწავლო თემა** წარმოადგენს კონტექსტს, რომელიც სტანდარტის შედეგების, სამიზნე ცნებებისა თუ კონკრეტული საკითხების ინტეგრირებულად და ურთიერთდაკავშირებულად სწავლების საშუალებას იძლევა. თითოეული თემის ფარგლებში შეძლებისდაგვარად უნდა დამუშავდეს სტანდარტის ყველა შედეგი.

შენიშვნა: იმ საგნებში, რომლებშიც სასწავლო თემები ორგანიზებულია თემატური ბლოკების სახით, უნდა მიეთითოს, რომელ თემატურ ბლოკს მიეკუთვნება მოცემული კონკრეტული თემა;

**თემასთან დაკავშირებული მკვიდრი წარმოდგენების** ფუნქციასა მოსწავლეს წარმოდგენა შეუქმნას შესასწავლი თემის კონტურებზე (თემატური მკვიდრი წარმოდგენები თვისებრივად განსხვავდება სამიზნე ცნებებთან დაკავშირებული მკვიდრი წარმოდგენებისგან).

თემასთან დაკავშირებული საკვანძო შეკითხვები პასუხობს – რაზე უნდა დაფიქრდეს მოსწავლე თემის შესწავლისას.

**სამიზნე ცნებების** სახით განსაზღვრულია ის ცოდნა, რომელსაც მოსწავლე საგნის ფარგლებში უნდა დაეუფლოს.

**საკითხები** – წლიური თემების ფარგლებში გამოიყოფა საგნობრივი საკითხები. მათი საშუალებით ხდება იმის განსაზღვრა, თუ კონკრეტულად რაზე უნდა იმუშაოს მოსწავლემ თემის ფარგლებში. საკითხებზე დაყრდნობით განისაზღვრება ასევე, კომპლექსური დავალების პირობა, განსაზღვრა, რომელიც მოსწავლეს სამიზნე ცნებისა და მათთან დაკავშირებული მკვიდრი წარმოდგენების გაცნობიერებაში ეხმარება.

**საკვანძო შეკითხვები გამოკვეთს** – რაზე უნდა დაფიქრდეს მოსწავლე კომპლექსურ დავალებაზე მუშაობისას? მათი ფუნქციაა:

- მოსწავლის წინარე ცოდნის გააქტიურება, ცნობისმოყვარეობის გაღვივება, პროვოცირება ახალი ცოდნის შესაძენად;
- სასწავლო თემის შედეგზე ორიენტირებულად სწავლა-სწავლების უზრუნველყოფა;
- თემის სწავლა-სწავლების პროცესში შუალედური ბიჯების/ეტაპების განსაზღვრა. საკვანძო შეკითხვა წარმოადგენს მათგან განსხვავებულ ელემენტს, რომელიც სასწავლო თემის ფარგლებში ასრულებს გაკვეთილ(ებ)ის მიზნის როლს.

**კომპლექსური/პროექტული დავალებები** წარმოადგენს იმგვარ აქტივობებს, რომელთა შესრულება მოითხოვს სხვადასხვა ცოდნის ინტეგრირებულად გამოყენებას ფუნქციურ კონტექსტებში. კომპლექსური დავალება (მასთან მჭიდროდ დაკავშირებულ სტრუქტურულ ერთეულებთან – საკითხი, საკვანძო შეკითხვა, შეფასების კრიტერიუმი) თემის ფარგლებში შუალედური მიზნის როლს ასრულებს.

**მკვიდრი წარმოდგენები** – თითოეულ ცნებას ახლავს მკვიდრი წარმოდგენები, რომლებიც შემოსაზღვრავს ცნების მოცულობას და აზუსტებს, რა უნდა ჰქონდეს გაცნობიერებული მოსწავლეს ამ ცნებასთან მიმართებით საფეხურის ბოლოს.

**შეფასების ინდიკატორები** სტანდარტის შედეგებიდან გამომდინარეობს და აჩვენებს, რა უნდა შეძლოს მოსწავლემ კონკრეტული თემის ფარგლებში. სხვა სიტყვებით, რომ ვთქვათ ინდიკატორები წარმოადგენს კონკრეტულ თემაში რეალიზებულ შედეგებს.

<b>თემა:</b> საათების სავარაუდო რაოდენობა –			
<b>თემასთან დაკავშირებული მკვიდრი წარმოდგენები:</b>			
<b>თემასთან დაკავშირებული საკვანძო შეკითხვები:</b>			
<b>თემის ფარგლებში დასამუშავებელი საკითხები:</b>			
სამიზნე ცნებები და მათთან დაკავშირებული მკვიდრი წარმოდგენები	I ეტაპი		კომპლექსური დავალება / დავალებები
	საკითხი/ქვეცნება	საკვანძო შეკითხვა / შეკითხვები	
	აქტივობები:		
	რესურსები:		
სამიზნე ცნებები და მათთან დაკავშირებული მკვიდრი წარმოდგენები	I ეტაპი		კომპლექსური დავალება / დავალებები
	საკითხი/ქვეცნება	საკვანძო შეკითხვა / შეკითხვები	
	აქტივობები:		
	რესურსები:		
შეფასების კრიტერიუმი/კრიტერიუმები			

## თემატური მასწილა

საშუალო საფეხური, მე-10 კლასი, II სემესტრი  
თემა – მუდმივი დენის კანონები

თემატური მკვიდრი წარმოდგენები

სამიზნე ცნება:	საშუალო საფეხური, მე-10 კლასი თემა - მუდმივი დენის კანონები
მატერია – მოსწავლემ უნდა გააცნობიეროს რომ:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• გამტარობა და წინაღობა ნივთიერების ფიზიკური თვისებებია. ნივთიერებები დენის გამტარობის მიხედვით იყოფიან სამ ჯგუფად: გამტარებად, ნახევარგამტარებად და დიელექტრიკებად;</li> <li>• ნივთიერების გამტარობის თვისება დამოკიდებულია მისი შემადგენელი ნაწილაკების გვარობაზე, ნივთიერების სტრუქტურაზე, გამტარის გეომეტრიულ ზომებზე და ტემპერატურაზე.</li> </ul>
ენერგია – მოსწავლემ უნდა გააცნობიეროს რომ:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ელექტრული ხელსაწყოების საშუალებით ელექტრული ენერგია გარდაიქმნება სხვადასხვა სახის ენერგიად და პირიქით. ენერგიის ამ გარდაქმნების აღწერა კი გვეხმარება ელექტროხელსაწყოების მოქმედების პრინციპის ახსნასა და გამოყენებაში;</li> </ul>
ძალა – მოსწავლემ უნდა გააცნობიეროს რომ:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ნივთიერებაში არსებულ თავისუფალ მუხტებზე მოქმედი ელექტრული ძალები განაპირობებს მასში დენის აღძვრას;</li> <li>• ნივთიერების შემადგენელ ნაწილაკებზე/დიპოლებზე ელექტრული ძალთა წყვილის მოქმედებით შესაძლებელია ნივთიერების გამტარობის შეცვლა;</li> </ul>
ფიზიკური პროცესი – მოსწავლემ უნდა გააცნობიეროს რომ:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• გამტარების სხვადასხვაგვარი შეერთებისას, ძაბვებისა და დენის ძალების განაწილება დამოკიდებულია გამტართა შეერთების სტრუქტურაზე და გამტარების წინააღობებზე;</li> <li>• გამტარში გამავალი დენის ძალის, გამტარის ბოლოებზე ძაბვის, გამტარის წინააღობისა და დენის მუშაობის ერთმანეთთან კავშირი შეგვიძლია გამოვსახოთ სხვადასხვა მეთოდებით.</li> </ul>

**შუალედური სასწავლო მიზანი N1**  
**საახალწლო ნათურები**

<p><b>გრძელვადიანი მიზანი</b></p>	<p><b>შუალედური სასწავლო მიზანი N1: საახალწლო ნათურები</b></p>	
<p><b>სამიზნე ცნება - ფიზიკური პროცესი</b> (შედეგი 1.2.3,4).</p> <p><b>ქვეცნება</b> - დენის ძალა, ძაბვა, წინააღობა</p> <p><b>სამიზნე ცნება - ენერგია</b> (შედეგი 1.2.3,4).</p> <p><b>ქვეცნება</b> - ელექტრული ენერგია</p>	<p><b>საკვანძო შეკითხვა</b> - ნათურების სხვადასხვა შეერთების გამოყენებით როგორ შეისწავლით/აღწერთ წრედის სიმძლავრეს და მის მიერ მოხმარებულ ელექტროენერგიას?</p> 	
<p><b>თემა - მუდმივი დენის კანონები</b></p> <p><b>საკითხები</b> - ელექტრული დენი, ომის კანონი წრედის უბნისთვის, ელექტრული წრედის სახეები, დენის მუშაობა, სიმძლავრე</p> <p><b>ქვესაკითხები</b> - დენის ძალა, ძაბვა, წინააღობა, კუთრი წინააღობა, გამტარების პარალელური, მიმდევრობითი და შერეული შეერთება, ჯოჯულ-ლენცის კანონი</p>	<p><b>კომპლექსური დავალების იდეა - საახალწლო ნათურები</b></p> <p>ახალი წელი ახლოვდებოდა. ნინო დიდი სიხარულით აწყობდა ნაძვის ხეს. ნათურებით გაჩირაღდებული ნაძვის ხე ნაირფერად კაშკაშებდა. დედამ ნინოს სთხოვა ოთახი თავისი ბავშვობის დროინდელი, ფერადი, ძველი ნათურებით გაეფორმებიათ. თუმცა ანაწყობის დენში ჩართვისას ნათურები არ აინთო. დედამ გადაწყვიტა აღმოეჩინა გადამწვარი ნათურა და იგი ახალი ნათურით შეეცვალა. ნინო გაკვირვებული დარჩა, რადგან მის თანამედროვე ანაწყობშიც ერთი ნათურის გადანვისას მხოლოდ იმავე ფერის ნათურები არ აინთო, თუმცა დენში ჩართული სხვა ნათურები მაინც ენთო. ნინო მიხვდა, რომ ძველ და ახალ ანაწყობში ნათურები განსხვავებული პრინციპით იყო შეერთებული. პრობლემის გადაჭრის მიზნით ნინო მეტად დაინტერესდა ელექტრული დენის თვისებებით და გადაწყვიტა ღრმად შეესწავლა იგი. დაეხმარე ნინოს მოიძიოს ინფორმაცია გამტარების შერეული შეერთების შესახებ და საჭირო რესურსების გამოყენებით <b>ააწყვე წრედი</b>. ნაშრომი წარმოადგინე პრეზენტაციის სახით.</p>	
<p><b>სამიზნე ცნების მკვიდრი წარმოდგენები</b></p> <p><b>მოსწავლემ უნდა გააცნობიეროს, რომ:</b></p>	<p><b>შეფასების კრიტერიუმი -</b> (ზოგადი)</p> <p><b>მოსწავლეს შეუძლია:</b></p>	<p><b>შეფასების კრიტერიუმი -</b> (კონკრეტულ კომპლექსურ დავალებაზე მისადაგებული)</p> <p><b>ნაშრომში საზგასმით წარმოაჩინეთ:</b></p>
<p><b>ფიზიკური პროცესი:</b></p> <p>1) ყველა ფიზიკურ მოვლენას და მის დამახასიათებელ პროცესს განაპირობებს მიზეზი და მოჰყვება შედეგი. მათ შორის კავშირების დადგენა კი მეცნიერების მთავარი ამოცანაა.</p>	<p><b>ფიზიკური პროცესი:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• აღმოაჩინოს, რომელი ფიზიკური მოვლენა ხდება და, შესაბამისად, რომელი ფიზიკური პროცესები მიმდინარეობს მის მიერ განსაზღვრულ საკითხში. დააკავშიროს ერთმანეთთან ამ პროცესების მიზეზები და შედეგები (ფიზ.პრ.1);</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• შეადარე მიმდევრობითი და პარალელური შეერთებისას წრედის უბნის ელექტრული მახასიათებლები: დენის ძალა, ძაბვა და წინააღობა (ფიზ.პრ.1,2,3)</li> </ul>

<p>2) ფიზიკური მოვლენების მიმდინარეობის აღსაწერად, მეცნიერები ამ მოვლენების შესაბამის ფიზიკურ პროცესებს იკვლევენ. თითოეული პროცესი ხასიათდება ფიზიკური სიდიდეებით, რომელთა ურთიერთდაკავშირებითაც შესაძლებელია ამ პროცესის აღწერა.</p> <p>3) ფიზიკური პროცესების მახასიათებელ ფიზიკურ სიდიდეებს შორის ან/და ამ სიდიდეებსა და მათი ცვლილების მიზეზებს შორის დამოკიდებულება შესაძლებელია აღვწეროთ ანალიზურად, გრაფიკულად, დიაგრამებით, ცხრილებით ან სხვა მეთოდებით.</p> <p><b>ენერგია:</b></p> <p>1) სისტემის შემადგენელ სხეულებს მათი მოძრაობისა და სხვა სხეულებთან ურთიერთქმედების გამო, ასევე სხეულის შემადგენელი ნაწილაკების მოძრაობისა და მათი ერთმანეთთან ურთიერთქმედების გამო შესაძლებელია გააჩნდეთ სხვადასხვა სახის ენერგია, რომელიც შესაძლებელია გარდაიქმნას ერთი სახიდან მეორეში;</p> <p>2) სხეულთა სისტემის ენერგიის ცვლილებას განსაზღვრავს მის მიერ (მასზე გარე ძალების მიერ) მუშაობის შესრულება ან/და თბოგადაცემა, ხოლო სხეულთა სისტემის მიერ შესრულებული მუშაობის (ენერგიის ცვლილების) სისწრაფეს - მის მიერ განვითარებული სიმძლავრე;</p> <p>3) სხეულთა სისტემის ენერგიებისა და მათი ცვლილების დამოკიდებულება ენერგიების ცვლილების გამომწვევ მიზეზებთან შესაძლებელია აღვწეროთ ანალიზურად, გრაფიკულად, დიაგრამებით, ცხრილებით და სხვა მეთოდებით.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• გამოიკვლიოს, აღმოაჩინოს მის მიერ განსახილველ საკითხში მიმდინარე ფიზიკური პროცესების მახასიათებელი ფიზიკური სიდიდეები და კავშირი მათ შორის (ფიზ.პრ.2);</li> <li>• სხვადასხვა ფორმით წარმოადგინოს კავშირები მის მიერ განსახილველ საკითხში მიმდინარე ფიზიკური პროცესების მახასიათებელ ფიზიკურ სიდიდეებსა და ამ სიდიდეების ცვლილების მიზეზებს შორის (ფიზ.პრ.3).</li> </ul> <p>ენერგია:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• აღმოაჩინოს, ენერგიის რომელი სახეობით ხასიათდებიან განსახილველ მოვლენაში/საკითხში მონაწილე სხეულები და ენერგიის როგორი გარდაქმნა ხდება ამ დროს (ენ.1);</li> <li>• დაადგინოს, რის ხარჯზე მოხდა განსახილველ მოვლენაში/საკითხში მონაწილე სხეულების ენერგიების ცვლილება (ენ.2);</li> <li>• წარმოადგინოს, როგორაა დამოკიდებული განსახილველ მოვლენაში მონაწილე სხეულთა სისტემის ენერგია მისი ცვლილების გამომწვევ მიზეზებზე (ენ.3).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• დაადგინე შენს მიერ აწყობილი წრედის სიმძლავრე და ერთ დღე-ღამეში დახარჯული ელექტროენერგია; (ენ.1,2,3)</li> </ul>
---	---	---

კომპლექსური დავალების განხორციელების ეტაპები (აქტივობები, რესურსები, შეკითხვები)

### ეტაპი I – კომპლექსური დავალების პირობის გაცნობა

რესურსები/განსახილველი ქეისები:

- რესურსი 1. მოდელის გაცნობა (ზოგადი) რა არის მოდელი —
- რესურსი 2. სამოტივაციო ვიდეო <https://www.youtube.com/watch?v=LyswV5HACKM>
- რესურსი 3. წრედის აწყობის ნიმუში. <https://www.youtube.com/watch?v=6ArfHBpZvD0>

### კომპლექსური დავალების პირობის გაცნობა

მასწავლებელი მოსწავლეებს აცნობს დავალების პირობას, აჩვენებს სამოტივაციო ვიდეოს (რესურსი2), მსჯელობენ ზოგადად მოდელის შესახებ (რესურსი). შემდეგ განიხილავენ ელექტრული წრედის აწყობის ერთერთ ნიმუშს (რესურსი3). მოსწავლეები მსჯელობენ და ინიშნავენ რვეულში მოდელის შესაქმნელად საჭირო რესურს და ეტაპებს. გამოთქვავენ თავიანთ მოსაზრებებს.

### კომპლექსური დავალების პირობის გააზრებაზე ორიენტირებული შეკითხვები:

მოდელი (რესურსი 1,2,3)

- რა არის მოდელი?
- შეგიქმნიათ თუ არა რაიმეს მოდელი?
- რისთვის არის საჭირო მოდელები?
- რატომ იყენებენ მეცნიერები მოდელებს?
- რამდენად მნიშვნელოვანია, რომ მოდელის დამზადებისას გაითვალისწინოთ ყველა კომპონენტი?
- რა ნაბიჯების გადადგმა მოგიწევს ნაძვისხის გასანათებელი ანაწყობის მოდელის შესაქმნელად?

### კომპლექსური დავალება

- თქვენი სიტყვებით ჩამოაყალიბეთ, რას შეეხება დღეს მოცემული დავალება, რომელზეც რამდენიმე გაკვეთილის განმავლობაში უნდა იმუშავოთ?
- მსგავსი ფორმის, ან შინაარსის დავალება სხვა დროს თუ შეგისრულებია?

### ეტაპი II – კომპლექსურ დავალებაზე მუშაობა

ქვეცნება -

ნაბიჯი 1 - შეფასების კრიტერიუმი 1:

შეადარე მიმდევრობითი და პარალელური შეერთებისას წრედის უბნის ელექტრული მახასიათებლები: დენის ძალა, ძაბვა და წინაღობა (ფიზ.პრ.1,2,3)

რესურსები:

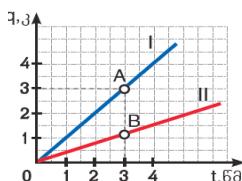
სახელმძღვანელო - პარაგრაფები 2.1-2.15

ვირტუალური ლაბორატორია - <https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/templateimg.php?s=ele-ohm&l=en>, <https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=ele-uir&l=en>,

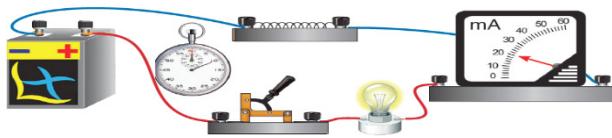
<https://phet.colorado.edu/sims/html/circuit-construction-kit-ac-virtual-lab/latest/circuit-construction-kit-ac-virtual-lab-en.html>

https://phet.colorado.edu/sims/html/circuit-construction-kit-ac-virtual-lab/latest/circuit-construction-kit-ac-virtual-lab-en.html

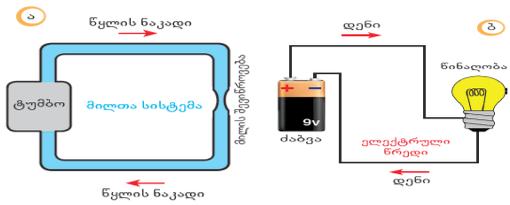
აქტივობები:



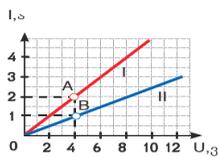
**აქტივობა 1.** გამტარში გამავალი მუხტის სიდიდის დროზე დამოკიდებულების გრაფიკების მიხედვით ა. იმსჯელე, რომელ გამტარშია მეტი დენის ძალა; ბ. გამოთვალე დენის ძალა თითოეული გამტარისათვის, გ. შეადარე მსჯელობით მიღებული შედეგი ფორმულით გამოთვლილს.



**აქტივობა 2.** დახაზე ელექტრული წრედის სქემა. ხელსაწყოების ჩვენებების მიხედვით გამოთვალე წრედში გასული მუხტის სიდიდე, თუ წრედის ჩართვისას წამზომის ჩვენება ნულის ტოლია.



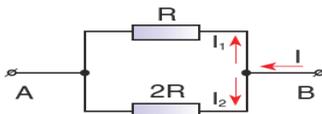
**აქტივობა 3.** იმსჯელე და დაადგინე ანალოგია წრედში გამავალ ელექტრულ დენსა (ბ) და მილში წყლის დინებას (ა) შორის. აზრობრივად დააკავშირე მათ შორის შესაბამისობა. შეავსე ცხრილი.



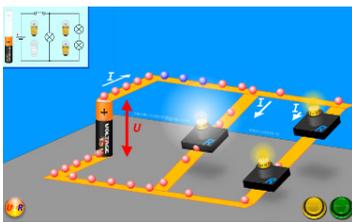
**აქტივობა 4.** იმსჯელე და შეადარე ორი გამტარის წინალობა გრაფიკზე გამოსახული ვოლტ-ამპერული მახასიათებლის მიხედვით. რომელი გრაფიკი შეესაბამება მეტი წინალობის გამტარს? (ეს აქტივობა შესაძლებელია შესრულდეს ვირტუალური ლაბორატორიის გამოყენებით – ომის კანონი წრედის უბნისთვის <https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/templateimg.php?s=ele-ohm&l=en> )



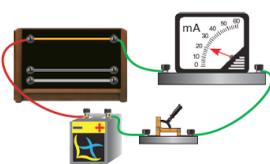
**აქტივობა 5.** იმსჯელე მიმდევრობით შეერთებული ნაძვის ხის ნათურების ანაწყოების შესახებ, რომლის თითოეული ნათურა 1ვ ძაბვაზეა გათვალისწინებული. მინიმუმ რამდენი ასეთი ნათურისაგან უნდა შედგებოდეს ანაწყოი, თუ მას 220ვ ძაბვის ქსელში ჩართავენ?



**აქტივობა 6.** ელექტრული სქემის მიხედვით იმსჯელე რეზისტორების შეერთების შესახებ. გამოთვალე წრედის AB უბანზე დენის ძალა, თუ R წინალობის გამტარში დენის ძალაა  $I_1$ .



**აქტივობა 7.** ელექტრული წრედის ძაბვაზე, წინალობაზე და დენის ძალაზე დაკვირვება ვირტუალური ლაბორატორიის გამოყენებით ნათურების მიმდევრობითი, პარალელური და შერეული შეერთებისას. [-https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=ele-uir&l=en](https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=ele-uir&l=en) . გამოიტანე დასკვნა, თუ როგორ არის დამოკიდებული დენის ძალა ძაბვაზე, წინალობაზე და შეერთების სახეებზე. შესაძლებელია სხვა ვირტუალური ლაბორატორიის გამოყენება: <https://ophysics.com/em4a.html> და <https://phet.colorado.edu/sims/html/circuit-construction-kit-dc-virtual-lab/latest/circuit-construction-kit-dc-virtual-lab-en.html>



**აქტივობა 8.** გამტარის წინალობის ნივთიერების გვარობაზე დამოკიდებულების კვლევა. სამი ერთნაირი სიგრძისა და განივკვეთის ფართობის სხვადასხვა ნივთიერების გამტარი რიგრიგობით ჩართე წრედში. შეადარე ერთმანეთს დენის ძალები. რატომ გაიარა განსხვავებული სიდიდის დენმა სხვადასხვა გვარის გამტარში?

**აქტივობა 9.** გამტარის წინალობის დამოკიდებულების კვლევა გამტარის სიგრძეზე, განივკვეთის ფართობზე და ნივთიერების გვარობაზე ვირტუალური ლაბორატორიის გამოყენებით <https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=ele-odpor&l=en> .

**დამხმარე კითხვები:**

- რას ეწოდება ელექტრული დენი?
- რომელი ფიზიკური სიდიდეებით ხასიათდება ელექტრული დენი?

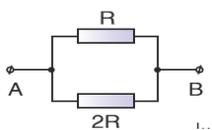
- რომელი ფორმულით გამოითვლება ელექტრული დენის ძალა?
- რა ერთეულებში იზომება დენის ძალა?
- რომელი ხელსაწყოთი ზომავენ დენის ძალას და როგორ ირთვება იგი წრედში?
- რატომ არის დაბვა ელექტრული დენის ენერგეტიკული მახასიათებელი?
- რომელი ხელსაწყოთი ზომავენ ძაბვას და როგორ ირთვება იგი წრედში?
- რა არის ელექტრული წრედი?
- რატომ გამოსახავენ ელექტრული წრედს სქემატურად?
- რა აუცილებელი პირობის დაცვაა საჭირო, რომ წრედში დენმა გაიაროს?
- რატომ ატარებს ზოგიერთი ნივთიერება ელექტრულ დენს და რას უწოდებენ ასეთ ნივთიერებას?
- რატომ არ ატარებს ზოგიერთი ნივთიერება ელექტრულ დენს და რას უწოდებენ ასეთ ნივთიერებას?
- რა არის წინაღობა და რა არის მისი ერთეული რომელ ფიზიკურ სიდიდეებს შორის ამყარებს დამოკიდებულებას ომის კანონი?
- რა დამოკიდებულებაა დენის ძალასა და ძაბვას შორის მუდმივი წინააღობის დროს?
- რა დამოკიდებულებაა დენის ძალასა და წინააღობას შორის მუდმივი ძაბვის დროს?
- რომელი ფორმულით გამოისახება ომის კანონი წრედის უბნისათვის?
- რა დამოკიდებულებაა დენის ძალას, ძაბვასა და წინააღობას შორის წრედის უბანზე ომის კანონის თანახმად?
- რა არის ვოლტ-ამპერული მახასიათებელი?
- რას ეწოდება მიმდევრობითი შეერთება?
- რას ეწოდება პარალელური შეერთება?
- წრედის უბანზე, ელექტრული დენის მახასიათებელი, რომელი ფიზიკური სიდიდე არ იცვლება მიმდევრობითი შეერთებისას?
- წრედის უბანზე, ელექტრული დენის მახასიათებელი, რომელი ფიზიკური სიდიდე არ იცვლება პარალელური შეერთებისას?
- რატომ არის დამოკიდებული გამტარების წინააღობა ნივთიერების გვარობაზე?
- რა დამოკიდებულებაა გამტარების წინააღობასა, კუთრ წინააღობას, მის სიგრძესა და კვეთის ფართობს შორის?
- რა ერთეულებში იზომება კუთრი წინააღობა?
- რატომ არ არის დამოკიდებული გამტარების წინააღობა ძაბვასა და დენის ძალაზე?
- რას უდრის წრედის უბნის წინააღობა მიმდევრობითი შეერთებისას?
- რას უდრის წრედის უბნის წინააღობა პარალელური შეერთებისას?

**ნაბიჯი 2 - შეფასების კრიტერიუმი 2:**

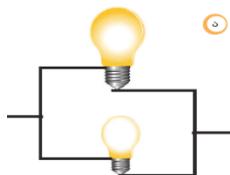
დაადგინე შენს მიერ აწყობილი წრედის სიმძლავრე და ერთ დღეღამეში დახარჯული ელექტროენერჯია; (ენ.1,2,3)

**რესურსი/აქტივობა/დამხმარე კითხვები:**

ტელესკოლის გაკვეთილები <https://1tv.ge/video/fizikis-dro-vi-gakvetili-6-aprili-2020-teleskola/>



**აქტივობა 1:** ელექტრული წრედის სქემის მიხედვით იმსჯელე რა თანაფარდობაა R წინააღობისა და 2R წინააღობის რეზისტორების სიმძლავრეებს შორის, თუ R წინააღობის რეზისტორზე სიმძლავრეა P?

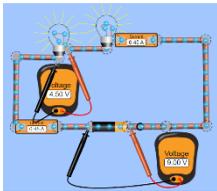


**აქტივობა 2:** აზრობრივი ექსპერიმენტი. წარმოიდგინე გაქვს ორი სხვადასხვა წინააღობის ნათურა  $R_1 > R_2$ , რომლებიც ჯერ შეაერთე პარალელურად, შემდეგ მიმდევრობით. იმსჯელე: ა.პარალელური შეერთებისას რატომ კაშკაშებს მეტად მცირე წინააღობის ნათურა, ვიდრე დიდი წინააღობის; ბ.მიმდევრობითი შეერთებისას

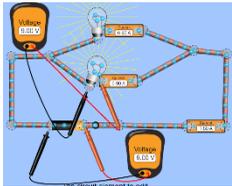
რატომ კაშკაშებს დიდი წინააღობის ნათურა უფრო მეტად, ვიდრე მცირე წინააღობის?

**აქტივობა 3.** ელექტრული წრედის სიმძლავრის და ელექტრული დენის მიერ შესრულებული მუშაობის გამოთვლა ვირტუალური ლაბორატორიის გამოყენებით ნათურების მიმდევრობითი და პარალელური შეერთებისას.

[https://phet.colorado.edu/sims/html/circuit-construction-kit-dc-virtual-lab/latest/circuit-construction-kit-dc-virtual-lab\\_en.html](https://phet.colorado.edu/sims/html/circuit-construction-kit-dc-virtual-lab/latest/circuit-construction-kit-dc-virtual-lab_en.html)

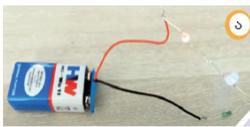


ა. ორი ნათურა შეაერთე მიმდევრობით, ვოლტმეტრით და ამპერმეტრით აიღე ანათვლები, გამოთვალე თითოეული ნათურის და წრედის სიმძლავრე. შეარჩიე დროის შუალედი და გამოთვალე დენის მიერ შესრულებული მუშაობა. შექმენი ცხრილი და მონაცემები შეიტანე ცხრილში.



ბ. ორი ნათურა შეაერთე პარალელურად, ვოლტმეტრით და ამპერმეტრით აიღე ანათვლები, გამოთვალე თითოეული ნათურის და წრედის სიმძლავრე. შეარჩიე დროის შუალედი და გამოთვალე დენის მიერ შესრულებული მუშაობა. შექმენი ცხრილი და მონაცემები შეიტანე ცხრილში.

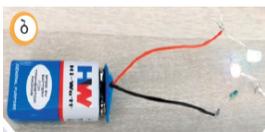
**აქტივობა 4:** მოცემული გაქვს: 3 ვოლტი ძაბვის მუდმივი დენის წყარო( ბატარეა). შემაერთებელი სადენები სხვადასხვა ფერის შუქ დიოდები (ლედ ნათურები). <https://www.youtube.com/watch?v=s-icMfUjONo> <https://www.youtube.com/watch?v=xAH37bckD4>



ა. სხვადასხვა ფერის შუქ დიოდები შეაერთე სადენებით მიმდევრობით და ჩართე 3 ვ ძაბვის მუდმივი დენის წყაროში. გაითვალისწინე დენის წყაროს დადებით პოლუსთან უნდა შეაერთო ნათურის დადებითი პოლუსი( გრძელი ვეხი), შესაბამისად უარყოფითი პოლუსი კი - უარყოფითთან.

რატომ ქრება ანაწყობის ნათურები თუ ერთ-ერთი ნათურა გადაინვება?

რა ანალოგიას გაატარებდი ნაძვის ხის ნათურების ანაწყობსა და შენ მიერ აწყობილ წრედს შორის?



ბ. შუქდიოდები შეაერთე პარალელურად. მუდმივი დენის წყაროსთან გამტარებით მიერთებისას გაითვალისწინე მათი პოლუსები (წინა ცდის ანალოგიურად).

რატომ არ ქრება ანაწყობის ნათურები თუ ერთ-ერთი ნათურა გადაინვება?

რა ანალოგიას გაატარებდი ქალში ნათურების შეერთებისა და შენ ანაწყობში

ნათურების შეერთების შორის?

გ. ძაბვისა და დენის ძალის ნომინალური მნიშვნელობების (3ვ; 20 მა) მიხედვით გამოთვალე ნათურის წინაღობა და ნომინალური სიმძლავრე. გამოთვალე ანაწყობის სიმძლავრეები მიმდევრობითი და პარალელური შეერთებისას. შეადარე ერთმანეთს.

**დამხმარე კითხვები:**

- რომელ ენერგიად შეიძლება გარდაიქმნას ელექტრული ენერგია?
- რომელ ფიზიკურ მოვლენას იწვევს დენის გავლა გამტარში?
- რატომ თბება გამტარები დენის გავლის შედეგად?
- რომელ ფიზიკურ სიდიდეებზეა დამოკიდებული დენის გავლისას გამტარში გამოყოფილი სითბოს რაოდენობა?
- რა არის სითბოს რაოდენობის ერთეული?
- რომელი ფორმულით გამოისახება ჯოულ-ლენცის კანონი?
- რატომ გააჩნია ელექტრულ დენს სიმძლავრე?
- რომელი ფორმულებით გამოისახება ელექტრული დენის სიმძლავრე?
- რა ერთეულებში იზომება ელექტრული დენის სიმძლავრე?
- რა რესურსი გამოიყენე წრედის ასაწყობად?
- როგორ დაგეხმარა ვირტუალურ ლაბორატორიაში მუშაობა რეალური წრედის მახასიათებლის განსაზღვრაში?

**კომპლექსური დავალების შესრულების და პრეზენტაციის პროცესში მასწავლებლის მიერ დასმული შეკითხვები კონკრეტულ მოსწავლესთან ინდივიდუალური მუშაობის საწარმოებლად**

**აღწერე, როგორ მიმდინარეობს/წარიმართა დავალებაზე მუშაობის პროცესი;**

- როგორ გეგმავ/დაგეგმე კომპლექსურ დავალებაზე მუშაობის პროცესი? რას ითვალისწინებდი სამუშაო პროცესის დაგეგმვისას?
- დაგეხმარა თუ არა პირველადი გეგმა მუშაობის პროცესში?
- რა დეტალებზე აკეთებდი აქცენტს ნათურების ანაწყობის დასამზადებლად?
- წარიმართა თუ არა კომპლექსურ დავალებაზე მუშაობის პროცესი დაგეგმილის შესაბამისად?
- გახდა თუ არა საჭირო თავდაპირველად შემუშავებულ გეგმებში ცვლილებების შეტანა?
- რატომ არის საჭირო დავალების პირველადი ვერსიის შექმნა?
- რით განსხვავდება შესრულებული დავალების პირველადი ვერსია საბოლოოსგან?
- რა ფაქტორებმა გამოიწვია/შეუძლია გამოიწვიოს პირველადი დასკვნების გადასინჯვა?
- რა პროდუქტი შექმენით კომპლექსური დავალების სახით?

**ახსენი, რატომ შექმენი ნათურების ანაწყობის მოდელი? რა საკითხის შესახებ გამოხატე შენი ცოდნა კომპლექსური დავალების საშუალებით?**

- რატომ განახორციელეთ კომპლექსური დავალება?
- რა გრძელვადიან და მოკლევადიან მიზნებს ისახავდით კომპლექსურ დავალებაზე მუშაობის პროცესში?
- ვისთვის და რატომ არის ეს პროდუქტი სასარგებლო და საინტერესო?
- რა იცოდი შესასწავლი საკითხის შესახებ? რა გაიგე ახალი? დამატებით რის გაგებას ისურვებდი?
- რა დასკვნებამდე მიხვედი კომპლექსურ დავალებაზე მუშაობის პროცესში? რითი დასტურდება შენ მიერ გაკეთებული დასკვნების მართებულობა/თანმიმდევრულობა?
- რა ხერხები გამოიყენე სასწავლო მასალის უკეთ გასააზრებლად? / კომპლექსური დავალების უკეთ შესასრულებლად?

**რა დაბრკოლებებს წააწყდი დავალებაზე მუშაობის პროცესში? რა დაგეხმარათ კომპლექსურ დავალებაზე მუშაობის პროცესში?**

- ვის წინაშე იყავით ანგარიშვალდებული სამუშაო პროცესში (მასწავლებლის, თანაკლასელების)?
- რა საერთო მიზანი გქონდათ შენ და შენს მასწავლებელს კომპლექსურ დავალებაზე მუშაობის პროცესში?
- გქონდათ თუ არა საერთო მიზნები თანაკლასელებთან ერთად? იყო თუ არა საინტერესო და სასიამოვნო თქვენთვის კომპლექსურ დავალებაზე მუშაობის პროცესი?
- რა გააკეთეთ დამოუკიდებლად კომპლექსურ დავალებაზე მუშაობის პროცესში?
- რა გამოგივიდათ კარგად კომპლექსურ დავალებაზე მუშაობის პროცესში?
- ვინ და როგორ დაგეხმარათ კომპლექსურ დავალებაზე მუშაობის პროცესში? ვისთან ითანამშრომლეთ კომპლექსურ დავალებაზე მუშაობის პროცესში? (რა დახმარება გაუწიეთ თანაკლასელებს/მასწავლებელს; რა მხარდაჭერა მიიღეთ მათგან);
- წაწყდით თუ არა კონფლიქტურ სიტუაციებს კომპლექსურ დავალებაზე მუშაობის პროცესში? როგორ შეძელით კონფლიქტის დარეგულირება?
- წაწყდით თუ არა გაურკვევლობებს კომპლექსურ დავალებაზე მუშაობის პროცესში? როგორ გაერკვიეთ ბუნდოვანებით მოცულ საკითხებში?
- შეხვდით თუ არა განსხვავებულ მოსაზრებებს კომპლექსურ დავალებაზე მუშაობის პროცესში?

რამდენად შეძელით თანამშრომლობა განსხვავებული შეხედულებების ადამიანებთან? რა დაგეხმარება, რომ უკეთ გაიგო თანაკლასელების, მასწავლებლის სათქმელი?

- გააანალიზეთ რა წესებს/კანონებს იცავდით და რატომ კომპლექსურ დავალებაზე მუშაობის პროცესში? (მაგალითად, რამდენად მოახერხეთ აზრთა სხვადასხვაობის ვითარებაში ორიენტირებული ყოფილიყავით პრობლემაზე და არა კომუნიკაციაში ჩართულ ადამიანებზე? რით და როგორ გამოხატავდი ადამიანების მიმართ პატივისცემას კომპლექსურ დავალებაზე მუშაობის პროცესში)?
- რით დაგეხმარათ მასწავლებელთან, სხვა მოსწავლეებთან დიალოგი კომპლექსური დავალების შესრულებაში?
- რით შეიძლება დახმარება გაუწიოს თქვენმა შეკითხვებმა თანაკლასელებს სათქმელის უკეთ ჩამოყალიბებაში?
- რა ფაქტორები გაითვალისწინე/უნდა გაითვალისწინოთ საიმისოდ, რომ თქვენი კომპლექსური დავალების პრეზენტაცია მსმენელისთვის გასაგები და მისაღები ყიფოლიყო (მაგ.: ფუნქციური სამეტყველო ქმედების (თხრობა, აღწერა, მსჯელობა) სწორად შერჩევა, სენსიტიური ნიუანსების წინ წამოწევა; ფესტიკულაციის, მიმიკის, არავერბალური სიგნალების გამოყენება)
- გამოიყენეთ თუ არა ტექნოლოგიები კომპლექსურ დავალებაზე მუშაობის პროცესში? რაში დაგეხმარათ ტექნოლოგიების გამოყენება?
- რას გააკეთებდი სხვაგვარად ახლა რომ იწყებდე დავალებაზე მუშაობას?
- შენი აზრით, რით ჰგავს და რით განსხვავდება შენი დავალება შენი თანაკლასელების ნაშრომებისგან? როგორ წარმოაჩენ ამ განსხვავებებს შეკითხვების სახით?
- შეაფასეთ, რამდენად გამოგივიდათ ის, რაც მასწავლებლისგან გქონდათ დავალებული?

## მოსწავლის მიღწევის ტაქსონომია

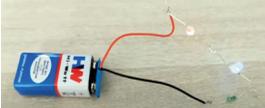
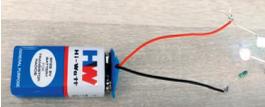
### საახალწლო ნათურები

შეფასების კრიტერიუმი	კომენტარი
<p><b>პრესტრუქტურული დონე</b></p> <p>მოსწავლეს საკითხთან დაკავშირებით არ აქვს რელევანტური ინფორმაცია.</p>	<p>მოსწავლემ ვერ შეასრულა დავალება</p>
<p><b>უნიტრუქტურული დონე</b></p> <p>მოსწავლეს აქვს მხოლოდ ერთი არასტრუქტურირებული ასოციაცია/წარმოდგენა განსახილველ საკითხთან დაკავშირებით.</p>	<p>მოსწავლემ იცის რას ეწოდება ელექტრული დენი, მაგრამ ვერ ასახელებს რა ფიზიკურ სიდიდეებზეა დამოკიდებული დენის ძალა/ან ასახელებს ელექტრული წრედის კომპონენტებს, მაგრამ ვერ ადგენს ელექტრული წრედის სქემას/ან იცის დენის ძალის დამოკიდებულება ძაბვასა და წინააღობაზე, მაგრამ ვერ იყენებს ამოცანების ამოსახსნელად/ან აწყობს/ხაზავს გამტარების მიმდევრობით და პარალელურ შეერთებას, მაგრამ ვერ ახასიათებს წრედში დენის ძალის და ძაბვის გადანაწილებას/ან იცის, რომ ელექტრული დენი ასრულებს მუშაობას, მაგრამ უჭირს გამოყოფილი სიტბოს რაოდენობის ანალიზური გამოსახვა.</p>
<p><b>მულტისტრუქტურული დონე</b></p> <p>მოსწავლეს აქვს მხოლოდ რამდენიმე, ერთმანეთთან დაუკავშირებელი, უსისტემო ასოციაცია/წარმოდგენა განსახილველ საკითხთან დაკავშირებით.</p>	<p>მოსწავლემ იცის რას ეწოდება ელექტრული დენი, ასახელებს რა ფიზიკურ სიდიდეებზეა დამოკიდებული დენის ძალა, ასახელებს ელექტრული წრედის კომპონენტებს და ადგენს ელექტრული წრედის სქემას, მაგრამ არ იცის დენის ძალის დამოკიდებულება ძაბვასა და წინააღობაზე და ვერ ხსნის ამოცანებს/ან აწყობს/ხაზავს გამტარების მიმდევრობით და პარალელურ შეერთებას, ახასიათებს წრედში დენის ძალისა და ძაბვის გადანაწილებას, ასახელებს ელექტრული დენის ენერჯის სხვადასხვა სახედ გარდაქმნას, მოჰყავს მაგალითები ყოფაცხოვრებიდან, იცის, რომ ელექტრული დენი ასრულებს მუშაობას, მაგრამ ვერ აყალიბებს ჯოულ-ლენცის კანონს და არ შეუძლია გამოყოფილი სიტბოს რაოდენობის ანალიზური გამოსახვა.</p>

<p><b>მიმართებითი დონე</b></p> <p>მოსწავლეს შეუძლია:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• სამიზნე ცნებასთან დაკავშირებული ფაქტებისა და მოვლენების კრიტიკულად და ურთიერთდაკავშირებულად გააზრება და გაანალიზება;</li> <li>• სამიზნე ცნების მკვიდრი წარმოდგენების ურთიერთდაკავშირებულად გაანალიზება;</li> <li>• კონკრეტულ სამიზნე ცნებასთან დაკავშირებული ინფორმაციის კონტექსტუალიზება (საგნის სხვა სამიზნე ცნებებთან დაკავშირება).</li> <li>• მიმართებითი დონეზე საკითხის/სამიზნე ცნების გააზრება ნიშნავს ეროვნული სასწავლო გეგმით განსაზღვრული შედეგის მიღწევას. თუმცა, შესაძლებელია მოსწავლე უფრო შორსაც წავიდეს, ანუ იმ განზოგადებებისკენ, რომელიც აბსტრაქტული დონისთვისაა განსაზღვრული.</li> </ul>	<p>მოსწავლემ იცის რას ეწოდება ელექტრული დენი და ასახელებს რა ფიზიკურ სიდიდეებზეა დამოკიდებული დენის ძალა; ასახელებს ელექტრული წრედის კომპონენტებს და ადგენს ელექტრული წრედის სქემას; იცის დენის ძალის დამოკიდებულება ძაბვასა და წინააღობაზე და იყენებს ამოცანების ამოსახსნელად; აწყობს/ხაზავს გამტარების მიმდევრობით და პარალელურ შეერთებას და ახასიათებს წრედში დენის ძალის და ძაბვის გადანაწილებას; ასახელებს ელექტრული დენის ენერგიის სხვადასხვა სახედ გარდაქმნას და მოყავს მაგალითები ყოფაცხოვრებიდან; იცის, რომ ელექტრული დენი ასრულებს მუშაობას, აყალიბებს ჯოულ-ლენცის კანონს და შეუძლია გამოყოფილი სიტობოს რაოდენობის ანალიზური გამოსახვა.</p>
<p><b>აბსტრაქტული დონე</b></p> <p>მოსწავლეს შეუძლია სამიზნე ცნებაზე მუშაობის პროცესში შექმნილი ცოდნისა და გამოცდილების ეროვნული სასწავლო გეგმის <b>ზესაგნობრივ (მაკრო) ცნებებთან</b> დაკავშირება.</p>	<p>მოსწავლემ იცის რას ეწოდება ელექტრული დენი და ასახელებს რა ფიზიკურ სიდიდეებზეა დამოკიდებული დენის ძალა; ასახელებს ელექტრული წრედის კომპონენტებს და ადგენს ელექტრული წრედის სქემას; იცის დენის ძალის დამოკიდებულება ძაბვასა და წინააღობაზე და იყენებს ამოცანების ამოსახსნელად; აწყობს/ხაზავს გამტარების მიმდევრობით და პარალელურ შეერთებას და ახასიათებს წრედში დენის ძალის და ძაბვის გადანაწილებას; ასახელებს ელექტრული დენის ენერგიის სხვადასხვა სახედ გარდაქმნას და მოყავს მაგალითები ყოფაცხოვრებიდან; იცის, რომ ელექტრული დენი ასრულებს მუშაობას, აყალიბებს ჯოულ-ლენცის კანონს და შეუძლია გამოყოფილი სიტობოს რაოდენობის ანალიზური გამოსახვა.</p> <p>შეუძლია მიღებული ცოდნის ტრანსფერი ყოფაცხოვრებაში. მაგალითად, შეუძლია თვითონ ააწყოს წრედი სხვადასხვა შეერთებით და გამოიყენოს ექსპერიმენტის ჩასატარებლად. შეუძლია შეადგინოს თავისი სახლის ელექტროგაყვანილობის სქემა.</p>

**მოსწავლის ბარათი**

კლასი	კომპლექსური დავალება: „სახალწლო ნათურები“, X კლასი
თემა:	მუდმივი დენის კანონები
სამიზნე ცნება:	ფიზიკური პროცესი, ენერჯია
საკითხები:	ელექტრული დენი, ომის კანონი წრედის უბნისათვის, ელექტრული წრედის სახეები, დენის მუშაობა, სიმძლავრე, ჯოულ-ლენცის კანონი
საკვანძო შეკითხვა	ნათურების სხვადასხვა შეერთების გამოყენებით როგორ შეისწავლით/ აღწერთ წრედის სიმძლავრეს და მის მიერ მოხმარებულ ელექტროენერჯიას?
კომპლექსური დავალების პირობა:	<p style="text-align: center;"><b>სახალწლო ნათურები</b></p>  <p>ახალი წელი ახლოვდებოდა. ნინო დიდი სიხარულით აწყობდა ნაძვის ხეს. ნათურებით გაჩირალდებული ნაძვის ხე ნაირფერად კაშკაშებდა. დედამ ნინოს სთხოვა ოთახი თავისი ბავშვობის დროინდელი, ფერადი, ძველი ნათურებით გაეფორმებიათ. თუმცა ანაწყობის დენში ჩართვისას ნათურები არ აინთო. დედამ გადაწყვიტა აღმოეჩინა გადამწვარი ნათურა და იგი ახალი ნათურით შეეცვალა. ნინო გაკვირვებული დარჩა, რადგან მის თანამედროვე ანაწყობშიც ერთი ნათურის გადანვისას მხოლოდ იმავე ფერის ნათურები არ აინთო, თუმცა დენში ჩართული სხვა ნათურები მაინც ენთო. ნინო მიხვდა, რომ ძველ და ახალ ანაწყობში ნათურები განსხვავებული პრინციპით იყო შეერთებული. პრობლემის გადაჭრის მიზნით ნინო მეტად დაინტერესდა ელექტრული დენის თვისებებით და გადაწყვიტა ღრმად შეესწავლა იგი. დაეხმარე ნინოს მოიძიოს ინფორმაცია გამტარების შერეული შეერთების შესახებ და საჭირო რესურსების გამოყენებით <b>აწყვე წრედი</b>. ნაშრომი წარმოადგინე პრეზენტაციის სახით.</p> <p><b>პრეზენტაციისას ნაშრომში საზგასმით წარმოაჩინე:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. შეადარე მიმდევრობითი და პარალელური შეერთებისას წრედის უბნის ელექტრული მახასიათებლები: დენის ძალა, ძაბვა და წინააღობა.</li> <li>2. დაადგინე შენს მიერ აწყობილი წრედის სიმძლავრე და ერთ დღელამეში დახარჯული ელექტროენერჯია.</li> </ol>

<p>რესურსები</p>	<p>სახელმძღვანელოს პარაგრაფები: 2.1 ელექტრული დენი, დენის ძალა; 2.2 ელექტრული წრედი; 2.3 ელექტრული წრედის ექსპერიმენტული კვლევა; 2.4 ძაბვა; 2.5 ელექტრული დენის მახასიათებელი ფიზიკური სიდიდეების ექსპერიმენტული კვლევა; 2.6 გამტარების წინააღობა, ომის კანონი წრედის უბნისათვის; 2.7 ექსპერიმენტული კვლევა; 2.8 გამტარების მიმდევრობითი შეერთება; 2.9 გამტარების პარალელური შეერთება; 2.10 ელექტრული წრედის ექსპერიმენტული კვლევა; 2.11 ამოცანების ამოხსნა; 2.12 გამტარების წინააღობის ექსპერიმენტული კვლევა; 2.13 კუთრი წინააღობა; 2.14 ელექტრული დენის მუშაობა და სიმძლავრე; 2.16 ფოულ-ლენცის კანონი ტელესკოლის გაკვეთილები: <a href="https://1tv.ge/video/fizikis-dro-vi-gakvetili-6-aprili-2020-teleskola/">https://1tv.ge/video/fizikis-dro-vi-gakvetili-6-aprili-2020-teleskola/</a></p> <p>მოდელის გაცნობა (ზოგადი): რა არის მოდელი სამოტივაციო ვიდეო <a href="https://www.youtube.com/watch?v=LyswV5HACKM">https://www.youtube.com/watch?v=LyswV5HACKM</a> წრედის აწყობის ვიდეო. <a href="https://www.youtube.com/watch?v=s-icMfUjONo">https://www.youtube.com/watch?v=s-icMfUjONo</a> ექსპერიმენტის ვიდეო: <a href="https://www.youtube.com/watch?v=6ArfHBpZvD0">https://www.youtube.com/watch?v=6ArfHBpZvD0</a> <a href="https://www.youtube.com/watch?v=s-icMfUjONo">https://www.youtube.com/watch?v=s-icMfUjONo</a> <a href="https://www.youtube.com/watch?v=xAH37bcckD4">https://www.youtube.com/watch?v=xAH37bcckD4</a></p> <p>ვირტუალური ლაბორატორია ომის კანონი: <a href="https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/templateimg.php?s=ele-ohm&amp;l=en">https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/templateimg.php?s=ele-ohm&amp;l=en</a>, გამტარების მიმდევრობითი, პარალელური და შერეული შეერთება: <a href="https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=ele-uir&amp;l=en">https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=ele-uir&amp;l=en</a>, ელექტრული წრედის აწყობა: <a href="https://phet.colorado.edu/sims/html/circuit-construction-kit-ac-virtual-lab/latest/circuit-construction-kit-ac-virtual-lab-en.html">https://phet.colorado.edu/sims/html/circuit-construction-kit-ac-virtual-lab/latest/circuit-construction-kit-ac-virtual-lab-en.html</a> <a href="https://ophysics.com/em4a.html">https://ophysics.com/em4a.html</a> <a href="https://phet.colorado.edu/sims/html/circuit-construction-kit-dc-virtual-lab/latest/circuit-construction-kit-dc-virtual-lab-en.html">https://phet.colorado.edu/sims/html/circuit-construction-kit-dc-virtual-lab/latest/circuit-construction-kit-dc-virtual-lab-en.html</a> .</p> <p>გამტარის წინააღობის დამოკიდებულება გამტარის სიგრძეზე, განიკვეთის ფართობზე და ნივთიერების გვარობაზე: <a href="https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=ele-odpor&amp;l=en">https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=ele-odpor&amp;l=en</a>.</p>
<p>მოდელი/ ექსპერიმენტი</p>	<p>მოცემული გაქვს: 9 ვოლტი ძაბვის მუდმივი დენის წყარო, 300 ან 400 ომის წინააღობის რეზისტორი, შემაერთებული სადენები და შუქდიოდები. <a href="https://www.youtube.com/watch?v=6ArfHBpZvD0">https://www.youtube.com/watch?v=6ArfHBpZvD0</a> <a href="https://www.youtube.com/watch?v=s-icMfUjONo">https://www.youtube.com/watch?v=s-icMfUjONo</a> <a href="https://www.youtube.com/watch?v=xAH37bcckD4">https://www.youtube.com/watch?v=xAH37bcckD4</a></p> <div style="display: flex; align-items: flex-start;"> <div style="flex: 1;">  </div> <div style="flex: 2;"> <p>ა. შუქდიოდები წინააღობასთან ერთად შეაერთე სადენებით მიმდევრობით მუდმივი დენის წყაროსთან. გაითვალისწინე დენის წყაროს დადებით პოლუსთან უნდა შეაერთო ნათურის დადებითი პოლუსი (გრძელი „ფეხი“), შესაბამისად უარყოფითი პოლუსი კი - უარყოფითთან.</p> <p>რატომ ქვრება ანაწყობის ნათურები თუ ერთ-ერთი ნათურა გადაინვება? რა ანალოგიას გაატარებდი ნაძვის ხის ნათურების ანაწყობსა და შენ მიერ აწყობილ წრედს შორის?</p> </div> </div> <div style="display: flex; align-items: flex-start; margin-top: 10px;"> <div style="flex: 1;">  </div> <div style="flex: 2;"> <p>ბ. შუქდიოდები შეაერთე პარალელურად. მუდმივი დენის წყაროსთან გამტარებით მიერთებისას გაითვალისწინე მათი პოლუსები (წინა ცდის ანალოგიურად). რატომ არ ქვრება ანაწყობის ნათურები თუ ერთ-ერთი ნათურა გადაინვება? რა ანალოგიას გაატარებდი ჭაღში ნათურების შეერთებისა და შენ ანაწყობში ნათურების შეერთების შორის?</p> </div> </div> <p>გ. ძაბვისა და დენის ძალის ნომინალური მნიშვნელობების (3 ვ; 20 მა) მიხედვით გამოთვალე ნათურის წინააღობა და ნომინალური სიმძლავრე. გამოთვალე ანაწყობის სიმძლავრეები მიმდევრობითი და პარალელური შეერთებისას. შეადარე ერთმანეთს და გამოიტანე დასკვნა.</p>

## შუალედური სასწავლო მიზანი №2

### საშუალო საფეხური: გალვანოპლასტიკა

გრძელვადიანი მიზანი	შუალედური სასწავლო მიზანი №1: გალვანოპლასტიკა	
<p><b>სამიზნე ცნება - მატერია</b> (შედეგი 1.2.3,4).</p> <p><b>ქვეცნება</b> – თავისუფალი ელექტრონი, იონი, „ხვრელი“</p> <p><b>სამიზნე ცნება – ძალა</b> (შედეგი 1.2.3,4).</p> <p><b>ქვეცნება</b> – ე.მ.ძ.; ელექტროლიზი; აიროვანი განმუხტვა, n და p ტიპის ნ/გ-ის კონტაქტი</p>	<p><b>საკვანძო შეკითხვა</b> - როგორ წარმოვაჩინო ელექტროლიტური აბაზანის მოდელის საშუალებით ელექტროლიტური დისოციაციის არსი და ელექტროლიზის გამოყენება?</p> <p><b>კომპლექსური დავალების იდეა</b> - „გალვანოპლასტიკა“</p> 	
<p><b>თემა - მუდმივი დენის კანონები</b></p> <p><b>საკითხები</b> – ელექტრული დენი, ომის კანონი წრედის უბნისთვის, ელექტრული წრედის სახეები, დენის მუშაობა, სიმძლავრე</p> <p><b>ქვესაკითხები</b> – დენის ძალა, ძაბვა, წინაღობა, კუთრი წინაღობა, გამტარების პარალელური, მიმდევრობითი და შერეული შეერთება, ჯოულ-ლენცის კანონი</p> <p>თემა - მუდმივი დენის კანონები საკითხები - ომის კანონი სრული წრედისათვის; ელექტრული დენი ლითონებში, სითხეებში, აირში და ნახევარგამტარებში.</p> <p><b>ქვესაკითხები</b> – დენის წყარო, ელექტრომომოძრავებელი ძალა, ელექტროლიტური დისოციაციის მოვლენა, ელექტრული დენის გავლის მექანიზმი ელექტროლიტებში, ფარადის კანონები ელექტროლიზისათვის, არათავისთავადი და თავისთავადი აიროვანი განმუხტვა, ნ/გ-ის საკუთარი და მინარევული გამტარობა, ვაკუუმიანი და ნ/გ-ული დიოდი</p>	<p><b>ელექტროლიზი და ხელოვნება</b></p> <p>დააკვირდი სურათებს. რა აქვთ მათ საერთო? აქ წარმოდგენილი ხელოვნების ნიმუშები შექმნილია გალვანოპლასტიკის გამოყენებით. გალვანოპლასტიკა არის ელექტროლიზის გამოყენების ერთერთი სახე.</p> <p>გაეცანი ელექტროლიტური დისოციაციის და ელექტროლიზის მოვლენას. მოიძიე ელექტროლიზის <b>პრაქტიკული გამოყენების მაგალითები ყოფაცხოვრებაში</b>. შექმენი ელექტროლიტული აბაზანის მოდელი, ჩაატარე წყალში დენის გავლის პროცესის ექსპერიმენტი. შესრულებული დავალება წარმოადგინე პრეზენტაციის სახით.</p>	
<p><b>სამიზნე ცნების მკვიდრი წარმოდგენები</b></p> <p><b>მოსწავლემ უნდა გააცნობიეროს, რომ:</b></p>	<p><b>შეფასების კრიტერიუმი –</b> (ზოგადი)</p> <p><b>მოსწავლეს შეუძლია:</b></p>	<p><b>შეფასების კრიტერიუმი –</b> (კონკრეტულ კომპლექსურ დავალებაზე მისადაგებული)</p> <p><b>ნაშრომში ხაზგასმით წარმოაჩინეთ:</b></p>

<p><b>მატერია:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>ყველაფერი რაც ჩვენ გარშემო არსებობს მატერიაა. ის ორი სახისაა: ნივთიერება და ველი. ყველა ნივთიერება შედგება ნაწილაკებისაგან - მოლეკულები, ატომები, იონები და ატომებისგან;</li> <li>ნივთიერების ფიზიკური თვისებები დამოკიდებულია მის შემადგენელ ნაწილაკებზე და სტრუქტურაზე, ხოლო ველის ფიზიკური თვისებები – ველის შემქნელი ობიექტების მოძრაობასა და განლაგებაზე;</li> <li>მატერიის ფიზიკური თვისებები შეიძლება შეიცვალოს გარე ან/და შიდა ფაქტორების შედეგად.</li> </ol> <p><b>ძალა:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>სხეულებს შორის ურთიერთქმედება ხასიათდება ფიზიკური სიდიდით, ძალით. ბუნებაში ურთიერთქმედების ოთხი სახე გვხვდება;</li> <li>სხეულის სიჩქარის ცვლილებას განსაზღვრავს მასზე ძალის მოქმედება, რომლის შედეგადაც დამოკიდებულია ძალის მოდულზე, მიმართულებასა და მოდების წერტილზე;</li> <li>სხეულზე ძალის მოქმედების შედეგების აღწერა გვეხმარება ბუნებაში მიმდინარე მოვლენების/პროცესების კანონზომიერებების დადგენაში.</li> </ol>	<p><b>მატერია:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>გააცნობიეროს, მატერიის რომელი სახეები ხვდება მას, განსახილველ საკითხში, რისგან შედგება ნივთიერება, რომელიც მის მიერ განსახილველ საკითხში მონაწილეობს;</li> <li>გაანალიზოს, რა დამოკიდებულებაა განსახილველ საკითხში წარმოდგენილი ნივთიერების თვისებებსა და მის სტრუქტურას შორის, რა დამოკიდებულებაა განსახილველ საკითხში არსებული ველის თვისებებსა და ველის შემქმნელი ობიექტების განლაგებას/ მოძრაობას შორის;</li> <li>იმსჯელოს, რომელი გარე და შიდა ფაქტორები განაპირობებს მატერიის ფიზიკური თვისებების ცვლილებებს.</li> </ol> <p><b>ძალა:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>გააცნობიეროს, რა სახის ურთიერთქმედებები ხვდება მას, განსახილველ მოვლენაში და როგორ აღინიშნება ეს ურთიერთქმედებები;</li> <li>გაანალიზოს, რას იწვევს განსახილველ საკითხში მონაწილე სხეულზე/სისტემაზე მოქმედი ძალები და რაზეა დამოკიდებული ძალის მოქმედებით გამოწვეული შედეგები;</li> <li>იმსჯელოს, რომელი მოვლენის/პროცესის კანონზომიერების დადგენაში დაეხმარება მას საკითხში მონაწილე სხეულებზე ძალის მოქმედების შედეგების აღწერა.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>რაში მდგომარეობს ელექტროლიტური დისოციაციის მოვლენა (აღწერე რომელიმე მარილის, ტუტეს ან მჟავას მაგალითზე); (მატ.1,2; ძალა 1,3)</li> <li>რა თავისებურებები ახლავს ელექტრული დენის გავლას ელექტროლიტებში და რას ეწოდება ელექტროლიზის პროცესი, ჩამოაყალიბე და ახსენი ფარადეის კანონების არსი; (ძალა 1,2)</li> <li>მოიძიე და აღწერე რა პრაქტიკული გამოყენება აქვს ელექტროლიზს ყოფაცხოვრებაში; (მატ. 2,3)</li> <li>შექმენი ელექტროლიტური აბაზანის მოდელი, ჩაატარე ექსპერიმენტი და დაადგინე, რა ფაქტორები განსაზღვრავს სასმელი წყლის ელექტროგამტარობას. შენს მიერ ჩატარებულ ექსპერიმენტში რომელი ნივთიერება დაილექება/გამოიყოფა ანოდზე? კათოდზე? (მატ. 2; ძალა 3)</li> </ol>
---	--	---

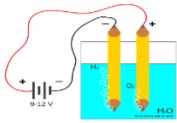
კომპლექსური დავალების განხორციელების ეტაპები (აქტივობები, რესურსები, შეკითხვები)

## ეტაპი I – კომპლექსური დავალების პირობის გაცნობა

რესურსები/განსახილველი ქეისები:

- რესურსი 1. მოდელის გაცნობა (ზოგადი) რა არის მოდელი \_
- რესურსი 2. მარილიანი წყლის ექსპერიმენტი [https://www.youtube.com/watch?v=\\_G3Cbpx5C7s](https://www.youtube.com/watch?v=_G3Cbpx5C7s)

## კომპლექსური დავალების პირობის გაცნობა



**აქტივობა 1.** მასწავლებელი მოსწავლეებს აცნობს კომპლექსური დავალების პირობას, ასევე მოდელის არსს (რესურსი1) და განიხილავს მაგალითებს. შემდეგ მოსწავლეები ეცნობიან რესურს2-ს, მსჯელობენ და ინიშნავენ რვეულში მოდელის შესაქმნელად საჭირო რესურსს და ეტაპებს. გამოთქვავენ თავიანთ მოსაზრებებს .

## კომპლექსური დავალების პირობის გააზრებაზე ორიენტირებული შეკითხვები:

- რა არის მოდელი?
- შეგიქმნიათ თუ არა რაიმეს მოდელი?
- რისთვის არის საჭირო მოდელები?
- რა ტიპის მოდელებს იცნობთ?
- რატომ იყენებენ მეცნიერები მოდელებს?
- რამდენად მნიშვნელოვანია, რომ მოდელის დამზადებისას გაითვალისწინოთ ყველა კომპონენტი?
- რა ნაბიჯების გადადგმა მოგიწევს ელექტროლიტური აბაზანის მოდელის შესაქმნელად?

## კომპლექსური დავალება

- თქვენი სიტყვებით ჩამოაყალიბეთ, რას შეეხება დღეს მოცემული დავალება, რომელზეც რამდენიმე გაკვეთილის განმავლობაში უნდა იმუშაოთ?
- მსგავსი ფორმის, ან მინარსის დავალება სხვა დროს თუ შეგისრულებია?

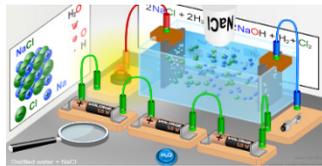
## ეტაპი II – კომპლექსურ დავალებაზე მუშაობა

### ნაბიჯი 1

შეფასების კრიტერიუმი 1,2:

- რაში მდგომარეობს ელექტროლიტური დისოციაციის მოვლენა (აღწერე რომელიმე მარილის, ტუტეს ან მჟავას მაგალითზე);
- რა თავისებურებები ახლავს ელექტრული დენის გავლას ელექტროლიტებში და რას ეწოდება ელექტროლიზის პროცესი, ჩამოაყალიბე და ახსენი ფარადეის კანონების არსი;

## რესურსი/აქტივობა/



რესურსი 1. სახელმძღვანელოს პარაგრაფები 2.20-2.21

რესურსი 2. ფარადეის I კანონი <https://www.youtube.com/watch?v=JC8xhZFOdaw>

რესურსი 3. ფარადეის II კანონი <https://www.youtube.com/watch?v=ZXQgmQw7Lsk>

რესურსი 4. ელექტროლიზი <https://www.youtube.com/watch?v=AKvWdNEg1fc>

ვირტუალური ლაბორატორია:

რესურსი 5. ელექტროლიტური დისოციაცია <https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/templateimg.php?s=elkap-disociace&l=en>

რესურსი 6. ელექტროლიზი

<https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/templateimg.php?s=elkap-rozkladne&l=en>

რესურსი 7. ამოცანები: ელექტროლიზის ამოცანები

### აქტივობა 1:

მასწავლებელი მოსწავლეებს აცნობს ვიდეორგოლს და ვირტუალურ ლაბორატორიას, რომელშიც წარმოჩენილია ელექტროლიტების შემადგენელი მოლეკულების სტრუქტურა და სახეები.

### აქტივობა 2:

მასწავლებელი მოსწავლეებს აცნობს ვიდეორგოლს და ვირტუალურ ლაბორატორიას, რომელშიც

ნარმოჩენილია ელექტროლიზის მოვლენა.

### აქტივობა 3:

მოსწავლეები ხსნიან ფარადეის კანონებთან დაკავშირებულ ამოცანებს.

#### დამხმარე კითხვები:

- რას ეწოდება ელექტრული დენი?
- რა პირობები უნდა შესრულდეს, რომ სითხემ დენი გაატაროს?
- რას ეწოდება ანოდი? კათოდი?
- რა არის იონი? ანიონი? კათიონი?
- როგორი სითხეები არსებობს ელექტროგამტარობის მიხედვით?
- რა თავისებურებები ახლავს ელექტრული დენის გავლას ელექტროლიტებში?
- რას ეწოდება ელექტროლიტური დისოციაცია?
- რაში მდგომარეობს ელექტროლიზის პროცესი?
- რას გვიჩვენებს ნივთიერების ელექტროქიმიური ექვივალენტი?
- რაში მდგომარეობს ფარადეის პირველი კანონი ელექტროლიზისათვის? მეორე კანონი?

#### ნაბიჯი 2

##### შეფასების კრიტერიუმი 3, 4:

- მოიძიე და აღწერე რა პრაქტიკული გამოყენება აქვს ელექტროლიზს ყოფაცხოვრებაში;
- შექმენი ელექტროლიტური აბაზანის მოდელი, ჩაატარე ექსპერიმენტი და დაადგინე, რა ფაქტორები განსაზღვრავს წყლის ელექტროგამტარობას. შენს მიერ ჩატარებულ ექსპერიმენტში რომელი ნივთიერება დაილექება/გამოიყოფა ანოდზე? კათოდზე?

#### რესურსი/აქტივობა/

რესურსი 1. სახელმძღვანელოს პარაგრაფები 2.16-2.18; 2.23; 2.25-2.27

რესურსი 2. ვირტუალური ლაბორატორია <https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/templateimg.php?s=elkap-akumulator&l=en>

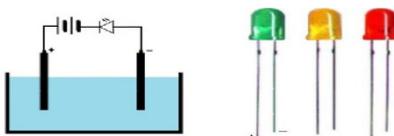
რესურსი 3. ინფორმაცია გალვანობლასტიკის შესახებ <https://en.wikipedia.org/wiki/Electrotyping>

რესურსი 4. როგორ ქმნიან ხელოვნების ნიმუშის ზუსტ ასლს <https://www.youtube.com/watch?v=iTyvWs5nV8>

რესურსი 5. ომის კანონი სრული წრედისათვის <https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?f=ele-vnitri-odpor&l=en>

**აქტივობა 1:** რესურს 2-ზე დაყრდნობით მოსწავლეები გაეცნობიან აკუმულატორის მუშაობის პრინციპს და დააკავშირებენ შესასწავლ საკითხთან.

**აქტივობა 2:** რესურს 3 და 4-ზე დაყრდნობით მოსწავლეები გაიაზრებენ ელექტროლიზის გამოყენებას ყოველდღიურობაში. მოიძიებენ დამატებით ინფორმაციას.



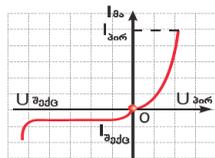
**აქტივობა 3:** აიღე რაიმე განიერი ჭურჭელი, რომელშიც ჩაასხავ დისტილირებულ (გამოხდილ) წყალს. დაგჭირდება ორი ზოლოვანი მეტალის ფირფიტა (ელექტროდი), რომელიც შეიძლება გამოიჭრას კონსერვის ქილისაგან; ერთი ან ორი 1,5 ვოლტიანი ელემენტი (არ გამოიყენოთ სახლის ელექტროგაყვანილობის

ძაბვის წყარო!!!); შეუქდიოდი ან ფარანის ნათურა. დიოდის წრედში ჩართვისას გაითვალისწინე, რომ მისი გრძელი ფეხი შეერთებული უნდა იყოს დენის წყაროს დადებით პოლუსთან, მოკლე კი – უარყოფითთან. აანყე ელექტრული წრედი მითითებული სქემის მიხედვით, რომელშიც დენის წყარო, ელექტროდები და შეუქდიოდი მიერთებულია მიმდევრობით. ექსპერიმენტის მსვლელობისას უნდა თანდათან გაზარდო წყალში მარილის კონცენტრაცია (ყოველ ჯერზე ამატებ ერთ ჩაის კოვზ მარილს) და დააკვირდე ნათურის ნათებას (თავდაპირველად აკვირდები ნათურის ნათებას მარილის წყალში ჩაყრამდე). მონაცემები შეიტანე ცხრილში. გამოიტანე დასკვნები.

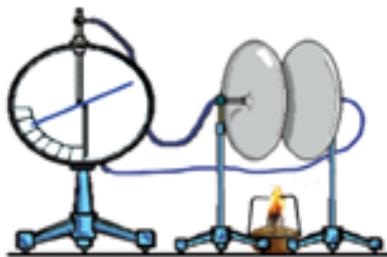
**ცხრილი:**

ცდის #	მარილის რაოდენობა	ნათურის ნათების სიძლიერე
1		
2		
3		
4		

**აქტივობა 4:** მოსწავლეები განიხილავენ შექმნილ წრედს (აქტივობა 3) და აყალიბებენ ომის კანონს სრული წრედისათვის. ვირტუალური ლაბორატორიის გამოყენებით (რესურსი 5) იკვლევენ დენის ძალის დამოკიდებულებას შიდა და გარე წინააღობაზე.



**აქტივობა 5:** მოსწავლეები მსჯელობენ, რა მოხდება, თუ დიოდურ ნათურას წრედში ჩართავენ პირიქით (შეცვლიან მოკლე და გრძელი „ფეხის“ თანმიმდევრობას). განიხილავენ  $p$  და  $n$  ტიპის ნახევარგამტარების კონტაქტის ვოლტ-ამპერულ მახასიათებელს.



**აქტივობა 6:** მოსწავლეები განიხილავენ დენის გავლის პროცესს აირებში. დამუხტე თითოეული ფირფიტა (ერთი დადებითი, მეორე უარყოფითი მუხტით). აანწყვე წრედი სურათის მიხედვით ისე, რომ ფირფიტები მცირე მანძილით იყოს ერთმანეთისგან დაშორებული, დააკვირდი ელექტრომეტრის ისრის ჩვენებას. შემდეგ ფირფიტებს შორის მოათავსე ანთებული სპირტქურა და გაათბე მათ შორის ჰაერი. კვლავ დააკვირდი ელექტრომეტრის ისრის ჩვენებას. იმსჯელე, რატომ დაეშვა ელექტრომეტრის ისარი და რა სახისაა განმუხტვა.

**აქტივობა 7.** მოსწავლეები ჩამოთვალაინ და აღწერენ თავისთავადი განმუხტვის სახეებს.

**დამხმარე კითხვები:**

- რა გამოყენება აქვს ელექტროლიზს?
- რა დანიშნულება აქვს ელექტროლიზს?
- რა უპირატესობა აქვს ელექტროლიზს სხვა მეთოდებთან შედარებით?
- რა კომპონენტებისგან შედგება შენს მიერ შექმნილი ელექტროლიტური აბაზანა?
- რა რესურსი გამოიყენე მოდელის შესაქმნელად?
- რატომ არ გაატარა დენი გამობდილმა წყალმა?
- რა ნივთიერება გამოიყენე იმისათვის, რომ მიგელო ელექტროლიტი?
- რა იონები მიიღე ელექტროლიტური დისოციაციის შედეგად?
- როგორ და რატომ იცვლებოდა ნათურის ნათების სიკაშკაშე?
- რას ეწოდება ელექტრო მამოძრავებელი ძალა?
- რატომ არის აუცილებელი გარე ძალის არსებობის აუცილებლობა დენის წყაროში?
- რომელი ფორმულით გამოისახება ომის კანონი სრული წრედისათვის? რას ეწოდება მოკლე ჩართვა?
- როგორ ნივთიერებებს ეწოდებათ ნახევარგამტარი?
- როგორ არის დამოკიდებული ნახევარგამტარის გამტარებლობა ტემპერატურაზე და დასხივებაზე?
- რას ნიშნავს  $n$  ტიპის ნახევარგამტარი?
- რას ნიშნავს  $p$  ტიპის ნახევარგამტარი?
- რას ეწოდება დონორული მინარევი?
- რას ეწოდება აქცეპტორული მინარევი?
- რა თვისება ახასიათებს  $p$  და  $n$  ტიპის ნახევარგამტარების კონტაქტს?

**კომპლექსური დავალების შესრულების და პრეზენტაციის პროცესში მასწავლებლის მიერ დასმული შეკითხვები კონკრეტულ მოსწავლესთან ინდივიდუალური მუშაობის საწარმოებლად**

**აღწერე, როგორ მიმდინარეობს/წარიმართა დავალებაზე მუშაობის პროცესი;**

- როგორ გეგმავ/დაგეგმე კომპლექსურ დავალებაზე მუშაობის პროცესი? რას ითვალისწინებდი სამუშაო პროცესის დაგეგმვისას?
- დაგეხმარა თუ არა პირველადი გეგმა მუშაობის პროცესში?
- რა დეტალებზე აკეთებდი აქცენტს ელექტროლიტური აბაზანის დასამზადებლად?
- წარიმართა თუ არა კომპლექსურ დავალებაზე მუშაობის პროცესი დაგეგმილის შესაბამისად?
- გახდა თუ არა საჭირო თავდაპირველად შემუშავებულ გეგმებში ცვლილებების შეტანა?
- რატომ არის საჭირო დავალების პირველადი ვერსიის შექმნა?
- რით განსხვავდება შესრულებული დავალების პირველადი ვერსია საბოლოოსგან?
- რა ფაქტორებმა გამოიწვია/შეუძლია გამოიწვიოს პირველადი დასკვნების გადასინჯვა?
- რა პროდუქტი შექმენით კომპლექსური დავალების სახით?

**ახსენი, რატომ შექმენი ელექტროლიტური აბაზანის მოდელი? რა საკითხის შესახებ გამოხატე შენი ცოდნა კომპლექსური დავალების საშუალებით?**

- რატომ განახორციელეთ კომპლექსური დავალება?
- რა გრძელვადიან და მოკლევადიან მიზნებს ისახავდით კომპლექსურ დავალებაზე მუშაობის პროცესში?
- ვისთვის და რატომ არის ეს პროდუქტი სასარგებლო და საინტერესო?
- რა იცოდი შესასწავლი საკითხის შესახებ? რა გაიგე ახალი? დამატებით რის გაგებას ისურვებდი?
- რა დასკვნებამდე მიხვედი კომპლექსურ დავალებაზე მუშაობის პროცესში? რითი დასტურდება შენ მიერ გაკეთებული დასკვნების მართებულობა/თანმიმდევრულობა?
- რა ხერხები გამოიყენე სასწავლო მასალის უკეთ გასააზრებლად? / კომპლექსური დავალების უკეთ შესასრულებლად?

**რა დაბრკოლებებს წააწყდი დავალებაზე მუშაობის პროცესში? რა დაგეხმარათ კომპლექსურ დავალებაზე მუშაობის პროცესში?**

- ვის წინაშე იყავით ანგარიშვალდებული სამუშაო პროცესში (მასწავლებლის, თანაკლასელების)?
- რა საერთო მიზანი გქონდათ შენ და შენს მასწავლებელს კომპლექსურ დავალებაზე მუშაობის პროცესში?
- გქონდათ თუ არა საერთო მიზნები თანაკლასელებთან ერთად? იყო თუ არა საინტერესო და სასიამოვნო თქვენთვის კომპლექსურ დავალებაზე მუშაობის პროცესი?
- რა გააკეთეთ დამოუკიდებლად კომპლექსურ დავალებაზე მუშაობის პროცესში?
- რა გამოგივიდათ კარგად კომპლექსურ დავალებაზე მუშაობის პროცესში?
- ვინ და როგორ დაგეხმარათ კომპლექსურ დავალებაზე მუშაობის პროცესში? ვისთან ითანამშრომლეთ კომპლექსურ დავალებაზე მუშაობის პროცესში? (რა დახმარება გაუწიეთ თანაკლასელებს/მასწავლებელს; რა მხარდაჭერა მიიღეთ მათგან);
- წააწყდით თუ არა კონფლიქტურ სიტუაციებს კომპლექსურ დავალებაზე მუშაობის პროცესში? როგორ შეძელით კონფლიქტის დარეგულირება?

- ნაანყდით თუ არა გაურკვეველობებს კომპლექსურ დავალებაზე მუშაობის პროცესში? როგორ გაერკვიეთ ბუნდოვანებით მოცულ საკითხებში?
- შეხვდით თუ არა განსხვავებულ მოსაზრებებს კომპლექსურ დავალებაზე მუშაობის პროცესში? რამდენად შეძელით თანამშრომლობა განსხვავებული შეხედულებების ადამიანებთან? რა დაგეხმარება, რომ უკეთ გაიგო თანაკლასელების, მასწავლებლის სათქმელი?
- გააანალიზეთ რა წესებს/კანონებს იცავდით და რატომ კომპლექსურ დავალებაზე მუშაობის პროცესში? (მაგალითად, რამდენად მოახერხეთ აზრთა სხვადასხვაობის ვითარებაში ორიენტირებული ყოფილიყავით პრობლემაზე და არა კომუნიკაციაში ჩართულ ადამიანებზე? რით და როგორ გამოხატავდით ადამიანების მიმართ პატივისცემას კომპლექსურ დავალებაზე მუშაობის პროცესში)?
- რით დაგეხმარათ მასწავლებელთან, სხვა მოსწავლეებთან დიალოგი კომპლექსური დავალების შესრულებაში?
- რით შეიძლება დახმარება გაუწიოს თქვენმა შეკითხვებმა თანაკლასელებს სათქმელის უკეთ ჩამოყალიბებაში?
- რა ფაქტორები გაითვალისწინე/უნდა გაითვალისწინოთ საიმისოდ, რომ თქვენი კომპლექსური დავალების პრეზენტაცია მსმენელისთვის გასაგები და მისაღები ყოფილიყო (მაგ.: ფუნქციური სამეცნიერო ქმედების (თხრობა, აღწერა, მსჯელობა) სწორად შერჩევა, სენსიტიური ნიუანსების წინ წამოწევა; შესტიკულაციის, მიმიკის, არავერბალური სიგნალების გამოყენება)
- გამოიყენეთ თუ არა ტექნოლოგიები კომპლექსურ დავალებაზე მუშაობის პროცესში? რაში დაგეხმარათ ტექნოლოგიების გამოყენება?
- რას გააკეთებდი სხვაგვარად ახლა რომ იწყებდე დავალებაზე მუშაობას?
- შენი აზრით, რით ჰგავს და რით განსხვავდება შენი დავალება შენი თანაკლასელების ნაშრომებისგან? როგორ წარმოაჩენ ამ განსხვავებებს შეკითხვების სახით?
- შეაფასეთ, რამდენად გამოგივიდათ ის, რაც მასწავლებლისგან გქონდათ დავალებული?

## მოსწავლის მიღწევის ტექსტუალი

### გალვანოპლასტიკა.

შეფასების კრიტერიუმი	კომენტარი
<p><b>პრესტრუქტურული დონე</b></p> <p>მოსწავლეს საკითხთან დაკავშირებით არ აქვს რელევანტური ინფორმაცია.</p>	<p>მოსწავლემ ვერ შეასრულა დავალება</p>
<p><b>უნიტრუქტურული დონე</b></p> <p>მოსწავლეს აქვს მხოლოდ ერთი არასტრუქტურული ასოციაცია/წარმოდგენა განსახილველ საკითხთან დაკავშირებით.</p>	<p>მოსწავლემ იცის რას ეწოდება ელექტროლიტური დისოციაცია, მაგრამ ვერ ასახელებს დისოციაციის შედეგად მიღებულ იონებს/ან აღწერს ელექტროლიზის პროცესს, მაგრამ ვერ აყალიბებს ფარადეის კანონებს/ან მოჰყავს ელექტროლიზის გამოყენების მაგალითები, მაგრამ ვერ აღწერს ელექტროლიზის პროცესს/ან ქმნის ელექტროლიტური აბაზანის მოდელს, მაგრამ უჭირს ელექტროდებზე გამოყოფილი ნივთიერებების დასახელება/ან ატარებს ცდას ელექტროლიტური აბაზანის მოდელის გამოყენებით, მაგრამ ვერ ხსნის ნათურის სიკაშკაშის შეცვლის მიზეზს/ან აყალიბებს ომის კანონს სრული წრედისთვის, მაგრამ ვერ ასახელებს მოკლე ჩართვის მიზეზს/ან იცის, რომ ცდაში გამოიყენა დიოდური ნათურა, მაგრამ ვერ ხსნის მისი ცალმხრივი გამტარობის უნარს.</p>
<p><b>მულტიტრუქტურული დონე</b></p> <p>მოსწავლეს აქვს მხოლოდ რამდენიმე, ერთმანეთთან დაუკავშირებელი, უსისტემო ასოციაცია/წარმოდგენა განსახილველ საკითხთან დაკავშირებით.</p>	<p>მოსწავლემ იცის რას ეწოდება ელექტროლიტური დისოციაცია, ასახელებს დისოციაციის შედეგად მიღებულ იონებს, აღწერს ელექტროლიზის პროცესს, მაგრამ ვერ აყალიბებს ფარადეის კანონებს/ან მოჰყავს ელექტროლიზის გამოყენების მაგალითები, ქმნის ელექტროლიტური აბაზანის მოდელს, ატარებს ცდას ელექტროლიტური აბაზანის მოდელის გამოყენებით, მაგრამ ვერ აღწერს ელექტროლიზის პროცესს, უჭირს ელექტროდებზე გამოყოფილი ნივთიერებების დასახელება და ვერ ხსნის ნათურის სიკაშკაშის შეცვლის მიზეზს/ან ასახელებს სრულ წრედის ელემენტებს, აყალიბებს ომის კანონს სრული წრედისთვის, მაგრამ ვერ ასახელებს მოკლე ჩართვის მიზეზს/ან იცის, რომ ცდაში გამოიყენა დიოდური ნათურა, ახასიათებს ნახევარგამტარების თვისებებს, განმარტავს რას ეწოდება n და p ტიპის ნახევარგამტარები, მაგრამ ვერ აღწერს n და p ტიპის ნახევარგამტარების კონტაქტს და ვერ ხსნის დიოდური ნათურის ცალმხრივი გამტარობის უნარს.</p>

<p><b>მიმართებითი დონე</b></p> <p>მოსწავლეს შეუძლია:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• სამიზნე ცნებასთან დაკავშირებული ფაქტებისა და მოვლენების კრიტიკულად და ურთიერთდაკავშირებულად გააზრება და გაანალიზება;</li> <li>• სამიზნე ცნების მკვიდრი წარმოდგენების ურთიერთდაკავშირებულად გაანალიზება;</li> <li>• კონკრეტულ სამიზნე ცნებასთან დაკავშირებული ინფორმაციის კონტექსტუალიზება (საგნის სხვა სამიზნე ცნებებთან დაკავშირება).</li> <li>• მიმართებითი დონეზე საკითხის/სამიზნე ცნების გააზრება ნიშნავს ეროვნული სასწავლო გეგმით განსაზღვრული შედეგის მიღწევას. თუმცა, შესაძლებელია მოსწავლე უფრო შორსაც წავიდეს, ანუ იმ განზოგადებებისკენ, რომელიც აბსტრაქტული დონისთვისაა განსაზღვრული.</li> </ul>	<p>მოსწავლემ იცის რას ეწოდება ელექტროლიტური დისოციაცია და ასახელებს დისოციაციის შედეგად მიღებულ იონებს; აღწერს ელექტროლიზის პროცესს და აყალიბებს ფარადეის კანონებს; მოჰყავს ელექტროლიზის გამოყენების მაგალითები და აღწერს ელექტროლიზის პროცესს; ქმნის ელექტროლიტური აბაზანის მოდელს და ასახელებს ელექტროდებზე გამოყოფილ ნივთიერებებს; ატარებს ცდას ელექტროლიტური აბაზანის მოდელის გამოყენებით და ხსნის ნათურის სიკაშკაშის შეცვლის მიზეზს; აყალიბებს ომის კანონს სრული წრედისთვის და ასახელებს მოკლე ჩართვის მიზეზს; იცის, რომ ცდამი გამოიყენა დიოდური ნათურა, ახასიათებს ნახევარგამტარების თვისებებს, განმარტავს რას ეწოდება n და p ტიპის ნახევარგამტარები, აღწერს n და p ტიპის ნახევარგამტარების კონტაქტს და ხსნის დიოდური ნათურის ცალმხრივი გამტარობის უნარს.</p>
<p><b>აბსტრაქტული დონე</b></p> <p>მოსწავლეს შეუძლია სამიზნე ცნებაზე მუშაობის პროცესში შექმნილი ცოდნისა და გამოცდილების ეროვნული სასწავლო გეგმის <b>ზესაგნობრივ (მაკრო) ცნებებთან</b> დაკავშირება.</p>	<p>მოსწავლემ იცის რას ეწოდება ელექტროლიტური დისოციაცია და ასახელებს დისოციაციის შედეგად მიღებულ იონებს; აღწერს ელექტროლიზის პროცესს და აყალიბებს ფარადეის კანონებს; მოჰყავს ელექტროლიზის გამოყენების მაგალითები და აღწერს ელექტროლიზის პროცესს; ქმნის ელექტროლიტური აბაზანის მოდელს და ასახელებს ელექტროდებზე გამოყოფილ ნივთიერებებს; ატარებს ცდას ელექტროლიტური აბაზანის მოდელის გამოყენებით და ხსნის ნათურის სიკაშკაშის შეცვლის მიზეზს; აყალიბებს ომის კანონს სრული წრედისთვის და ასახელებს მოკლე ჩართვის მიზეზს; იცის, რომ ცდამი გამოიყენა დიოდური ნათურა, ახასიათებს ნახევარგამტარების თვისებებს, განმარტავს რას ეწოდება n და p ტიპის ნახევარგამტარები, აღწერს n და p ტიპის ნახევარგამტარების კონტაქტს და ხსნის დიოდური ნათურის ცალმხრივი გამტარობის უნარს.</p> <p>შეუძლია მიღებული ცოდნის ტრანსფერი ყოფა-ცხოვრებასა და ბუნებაში. მოიძიებს ელექტროლიზის გამოყენების მრავალფეროვან მაგალითებს, ასახელებს ცოცხალ ორგანიზმში ელექტროლიტებს (მაგ. სისხლს) და ა.შ.</p>

**მოსწავლის ბარათი**

კლასი	კომპლექსური დავალება: „გალვანოპლასტიკა“, X კლასი
თემა:	მუდმივი დენის კანონები
სამიზნე ცნება:	მატერია, ძალა
საკითხები:	ომის კანონი სრული წრედისათვის; ელექტრული დენი ლითონებში, სითხეებში და ნახევარგამტარებში.
საკვანძო შეკითხვა	როგორ წარმოვაჩინო ელექტროლიტური აბაზანის მოდელის საშუალებით ელექტროლიტური დისოციაციის არსი და ელექტროლიზის გამოყენება?
კომპლექსური დავალების პირობა:	<p style="text-align: center;"><b>გალვანოპლასტიკა</b></p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;">     </div> <p style="text-align: center;"><b>ელექტროლიზი და ხელოვნება</b></p> <p>დააკვირდი სურათებს. რა აქვთ მათ საერთო? აქ წარმოდგენილი ხელოვნების ნიმუშები შექმნილია გალვანოპლასტიკის გამოყენებით. გალვანოპლასტიკა არის ელექტროლიზის გამოყენების ერთერთი სახე. გაეცანი ელექტროლიტური დისოციაციის და ელექტროლიზის მოვლენას. მოიძიე ელექტროლიზის <b>პრაქტიკული გამოყენების მაგალითები ყოფაცხოვრებაში</b>. შექმენი ელექტროლიტული აბაზანის <b>მოდელი</b>, ჩაატარე წყალში დენის გავლის პროცესის ექსპერიმენტი. შესრულებული დავალება წარმოადგინე პრეზენტაციის სახით.</p> <p><b>პრეზენტაციისას ნაშრომში საზგასმით წარმოაჩინე:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. რაში მდგომარეობს ელექტროლიტური დისოციაციის მოვლენა (აღწერე რომელიმე მარილის, ტუტეს ან მჟავას მაგალითზე);</li> <li>2. რა თავისებურებები ახლავს ელექტრული დენის გავლას ელექტროლიტებში და რას ეწოდება ელექტროლიზის პროცესი, ჩამოაყალიბე და ახსენი ფარადეის კანონების არსი;</li> <li>3. მოიძიე და აღწერე რა პრაქტიკული გამოყენება აქვს ელექტროლიზს ყოფაცხოვრებაში;</li> <li>4. შექმენი ელექტროლიტური აბაზანის მოდელი, ჩაატარე ექსპერიმენტი და დაადგინე, რა ფაქტორები განსაზღვრავს წყლის ელექტროგამტარობას. შენს მიერ ჩატარებულ ექსპერიმენტში რომელი ნივთიერება დაილექება/გამოიყოფა ანოდზე? კათოდზე?</li> </ol>
რესურსები	სახელმძღვანელოს პარაგრაფები: 2.16 დენის წყაროს ელექტრომამოძრავებელი ძალა; 2.17 ომის კანონი სრული წრედისათვის; 2.18 ამოცანების ამოხსნა; 2.19 ელექტრული დენი ლითონებში; 2.20 ელექტრული დენი სითხეებში; 2.21 ელექტრული დენის ექსპერიმენტული კვლევა სითხეებში; 2.23 ელექტრული დენი აირში; 2.25 ნახევარგამტარები, ნახევარგამტარების საკუთარი გამტარობა; 2.26 ნახევარგამტარების ელექტრული თვისებების ექსპერიმენტული კვლევა; 2.27 ნახევარგამტარების მინარეველი გამტარობა.

მოდელის გაცნობა (ზოგადი): რა არის მოდელი

მარილიანი წყლის ექსპერიმენტი: [https://www.youtube.com/watch?v=\\_G3CbpX5C7s](https://www.youtube.com/watch?v=_G3CbpX5C7s)

ფარადეის II კანონი: <https://www.youtube.com/watch?v=ZXQGMQw7Lsk>

ელექტროლიზი: <https://www.youtube.com/watch?v=AKvWdNEg1fc>

ელექტროლიტური დისოციაცია: <https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/templateimg.php?s=elkap-disociace&l=en>

ელექტროლიზი:

<https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/templateimg.php?s=elkap-rozkladne&l=en>

ამოცანები: ელექტროლიზის ამოცანები

აკუმულატორი:

<https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/templateimg.php?s=elkap-akumulator&l=en>

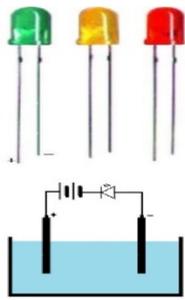
ინფორმაცია გალვანოპლასტიკის შესახებ: <https://en.wikipedia.org/wiki/Electrotyping>

როგორ ქმნიან ხელოვნების ნიმუშის ზუსტ ასლს: <https://www.youtube.com/watch?v=iTytvWs5nV8>

ომის კანონი სრული წრედისათვის: <https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?f=ele-vnitri-odpor&l=en>

[https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?f=ele\\_vnitri\\_odpor&l=en](https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?f=ele_vnitri_odpor&l=en)

მოდელი/  
ექსპერიმენტი



აიღე რაიმე განიერი ჭურჭელი, რომელშიც ჩაასხავ დისტილირებულ (გამოხდილ) წყალს. დაგჭირდება ორი ზოლოვანი მეტალის ფირფიტა (ელექტროდი), რომელიც შეიძლება გამოიჭრას კონსერვის ქილისაგან; ერთი ან ორი 1,5 ვოლტიანი ელემენტი (არ გამოიყენოთ სახლის ელექტროგაყვანილობის ძაბვის წყარო!!!); შუქდიოდი ან ფარანის ნათურა. დიოდის წრედში ჩართვისას გაითვალისწინე, რომ მისი გრძელი ფეხი შეერთებული უნდა იყოს დენის წყაროს დადებით პოლუსთან, მოკლე კი - უარყოფითთან. აანყე ელექტრული წრედი მითითებული სქემის მიხედვით, რომელშიც დენის წყარო, ელექტროდები და შუქდიოდი მიერთებულია მიმდევრობით. ექსპერიმენტის მსვლელობისას უნდა თანდათან გაზარდო წყალში მარილის კონცენტრაცია (ყოველ ჯერზე ამატებ ერთ ჩაის კოვზ მარილს) და დააკვირდე ნათურის ნათებას (თავდაპირველად აკვირდები ნათურის ნათებას მარილის წყალში ჩაყრამდე). მონაცემები შეიტანე ცხრილში. გამოიტანე დასკვნები.

ცდის №	მარილის რაოდენობა	ნათურის ნათების სიძლიერე
1		
2		
3		
4		

## სასწავლო მასალის სავაჩაურო საათობრივი ბანაწილება

№	გაკვეთილის თემა	საათების რაოდენობა
1	ელექტრული დენი. დენის ძალა	1 სთ
2	ელექტრული წრედი	1 სთ
3	ელექტრული წრედის ექსპერიმენტული კვლევა	1 სთ
4	ძაბვა	1 სთ
5	ელექტრული დენის მახასიათებელი ფიზიკური სიდიდეების ექსპერიმენტული კვლევა	1 სთ
6	გამტარების წინააღობა. ომის კანონი წრედის უბნისათვის	1 სთ
7	ექსპერიმენტული კვლევა	1 სთ
8	გამტარების მიმდევრობითი შეერთება	1 სთ
9	გამტარების პარალელური შეერთება	1 სთ
10	ელექტრული წრედის ექსპერიმენტული კვლევა	1 სთ
11	ამოცანების ამოხსნა	2 სთ
12	გამტარების წინააღობის ექსპერიმენტული კვლევა	1 სთ
13	კუთრი წინააღობა	1 სთ
14	ელექტრული დენის მუშაობა და სიმძლავრე	1 სთ
15	ჯოულ-ლენცის კანონი	1 სთ
16	დენის წყაროს ელექტრომამოძრავებელი ძალა	1 სთ
17	ომის კანონი სრული წრედისათვის	1 სთ
18	ამოცანების ამოხსნა	2 სთ
19	ელექტრული დენი ლითონებში	1 სთ
20	ელექტრული დენი სითხეებში	2 სთ
21	ელექტრული დენის ექსპერიმენტული კვლევა სითხეებში	1 სთ
22	გამტარის წინააღობის დამოკიდებულება ტემპერატურაზე	1 სთ
23	ელექტრული დენი აირში	1 სთ
24	ელექტრული დენი ვაკუუმში. ვაკუუმიანი დიოდი	1 სთ
25	ნახევარგამტარები. ნახევარგამტარების საკუთარი გამტარობა	1 სთ
26	ნახევარგამტარების ელექტრული თვისებების ექსპერიმენტული კვლევა	1 სთ
27	ნახევარგამტარების მინარევული გამტარობა	1 სთ
28	თემა 2-ის შეჯამება	1 სთ

სასწავლო გეგმის მიხედვით X კლასში წლიური საათების რაოდენობაა 72. სახელმძღვანელო მოიცავს სტანდარტით II სემესტრისთვის გათვალისწინებულ I თემას, რომელიც შეიცავს 28 სასწავლო პარაგრაფს და განკუთვნილია 31 სასწავლო საათისთვის..

სასწავლო მასალის რეალიზაციისათვის გათვალისწინებულია 37 საათი, აქედან, გარდა სასწავლო საათებისა 2-საათია კომპლექსური დავალებების პრეზენტაციისთვის და 4 საათი სარეზერვოა, რომელიც მასწავლებელმა თავისი შეხედულებისამებრ შეიძლება გამოიყენოს.

## ინფორმაცია მოსწავლის წიგნის შესახებ

მოსწავლის წიგნის მიზანია განათლების ეროვნული გეგმის შესაბამისად ფიზიკის სტანდარტით გათვალისწინებული შინაარსის რეალიზაცია.

მოსწავლის წიგნი სრულად პასუხობს სახელმწიფო სტანდარტით გათვალისწინებულ საკითხებს. ავტორები შევეცადეთ კომპაქტურად და მარტივად (გაუბრალოების გარეშე) გადმოგვეცა სასწავლო მასალა.

წიგნში ტექსტს უკავია საგაკვეთილო თემის დაახლოებით 30%. სავარჯიშოები და სხვა აქტივობები შეესაბამება სტანდარტით გათვალისწინებულ ინდიკატორებს.

სახელმძღვანელო ითვისებისთვის სწავლა/სწავლებისადმი ინტერაქტიურ მიდგომას. იგი ძირითადად მოსწავლეზეა ორიენტირებული. პარაგრაფების უმეტესობა აგებულია სამფაზიანი ინტერაქტიური გაკვეთილის მოდელის მიხედვით: გამოწვევა, შინაარსის რეალიზაცია, გააზრება. გამოყენებულია სხვადასხვა ინტერაქტიური სწავლების სტრატეგიები, მაგალითად, ჯგუფური ექსპერიმენტები, ჯგუფური სამუშაოები, კომპლექსური დავალებები, რეფლექსია.

რუბრიკა „**იფიქრე და იმსჯელე**“ განკუთვნილია მოსწავლეთა ინტერესის აღძვრისა და სწავლის მოტივაციის შექმნისათვის. იგი ითვისებისთვის არა მარტო წინარე ცოდნას, არამედ ცხოვრებისეულ გამოცდილებას, წარმოდგენებს და მოითხოვს მოსწავლისაგან ვარაუდის გამოთქმას ილუსტრაციაზე მოცემული მოვლენის შესახებ. რუბრიკაში დასმული კითხვა არ არის ორიენტირებული მასზე ზუსტი პასუხის მისაღებად. საჭიროა მოსწავლეებმა იმსჯელონ მოცემულ საკითხებზე, დაეუფლონ მსჯელობის უნარ-ჩვევას და აღეძრათ ინტერესი პარაგრაფში მოცემული მასალის შესასწავლად. ეს რუბრიკა მასწავლებელს აძლევს საშუალებას მიიღოს ინფორმაცია მოსწავლის იმ ცოდნის შესახებ, რომელიც დაკავშირებულია ახლად ასახსნელ საგაკვეთილო თემასთან.

„**შინაარსის რეალიზაციის**“ ეტაპზე მასწავლებელი მოსწავლეებს აცნობს (ახსნით ან საუბრით) ახალ მასალას. ამ ეტაპზე მასწავლებელს შეუძლია გამოიყენოს ინტერაქტიური გაკვეთილის ჩატარებისთვის განკუთვნილი სწავლების სტრატეგიები.

რუბრიკა „**გააზრება**“ გულისხმობს საგაკვეთილო მასალის უფრო ღრმად შეცნობას. ამ რუბრიკაში ზოგჯერ მოცემულია დამატებითი ინფორმაცია, რომელიც ავსებს საგაკვეთილო მასალას. ამ ინფორმაციაზე დაყრდნობით მასწავლებელს საშუალება ეძლევა წარმართოს დისკუსია. რუბრიკაში მოსწავლეთა სამუშაოდ მოცემულია ცხრილები, რომლებიც უნდა შეივსოს საშინაო დავალების რვეულებში. აგრეთვე, ექსპერიმენტული სამუშაოები, რომლებიც კვლევითი უნარების ჩამოყალიბებას უწყობს ხელს.

რუბრიკა „**გააზრება**“ ძირითადად მოიცავს ისეთ აქტივობებს, რომლებიც ლოგიკურ მსჯელობას მოითხოვს და ნაკლებად წერიტი სამუშაოს შესრულებას.

სიტყვა „**იმსჯელე**“ ნიშნავს დასაბუთებული, არგუმენტირებული პასუხის გაცემას კითხვაზე, რომელზედაც მსჯელობა მოითხოვება.

გავლილი მასალის შეჯამებისათვის ყოველი სასწავლო თემის ბოლოს მოცემულია ამ თემის შემაჯამებელი გაკვეთილები, რომელშიც განზოგადდება მიღებული ცოდნა. ეს გაკვეთილები უმეტესად შეიცავს სქემებს და მოსწავლეებისაგან მოითხოვს მსჯელობასა და დასკვნების გამოტანას სასწავლო თემასთან დაკავშირებით.

ფიზიკის, როგორც საგნის სპეციფიკიდან გამომდინარე, სახელმძღვანელოს აგებისას განსაკუთრებული ყურადღება მიექცა ექსპერიმენტული უნარების გამომუშავებას (საკლასო და საშინაო ექსპერიმენტული სამუშაოებით), ლოგიკურ მსჯელობას („გააზრებაში“ მოცემულ საკითხზე მსჯელობისას, დისკუსიისას, გამოწვევის ეტაპზე მსჯელობისას), პრეზენტაციებს, ინფორმაციის მოძიებას, დიაგრამებისა და ცხრილების გამოყენებას. ჩვენ ვთვლით, რომ რეფლექსიის ფაზას დიდი მნიშვნელობა აქვს საგაკვეთილო მასალის ხარისხიანად ათვისებისათვის.

ჩვენ შევეცადეთ საშინაო დავალებები უმრავლეს შემთხვევაში ყოფილიყო ორიენტირებული სასწავლო მასალის გააზრებაზე.

ჩვენი მოსაზრებით, სახელმძღვანელოში მოცემული სავარჯიშო ამოცანები უნდა ემსახურებოდეს

შესწავლილი ცნების ან კანონის განმტკიცებას. შესაბამისად, ასეთი საგარჯიმოები მოსწავლისთვის ადვილად დასაძლევია უნდა იყოს.

საგაკვეთილო პროცესი მოითხოვს სხვადასხვა აქტივობას (დისკუსია, ექსპერიმენტი, მუშაობა წყვილებსა და ჯგუფებში), რაც სასწავლო-შემეცნებით პროცესში მოსწავლეების აქტიურ ჩართვას ითვალისწინებს. აგრეთვე, ასეთი აქტივობები ხელს უწყობს სხვადასხვა უნარ-ჩვევის განვითარებას, როგორცაა: დაკვირვება და აღწერა, მონაცემების აღრიცხვა, კლასიფიკაცია, ცდის ჩატარება, მონაცემების ინტერპრეტაცია, მოდელის შექმნა და გამოყენება. კომპლექსურ დავალებებში მოცემულმა აქტივობებმა მოსწავლეებში უნდა გამოიწვიოს ინტერესი ფიზიკის შესწავლის მიმართ, ინტერესი მეცნიერული კვლევისა და სიახლეებისადმი, თანამშრომლობის სურვილი, გარემოზე ზრუნვა და პასუხისმგებლობა, უსაფრთხო ცხოვრების წესების დაცვის მნიშვნელობის გააზრება.

სასწავლო მასალის სრულფასოვნად ათვისებისათვის აუცილებელია ლაბორატორიული ხელსაწყოების გამოყენება, პროექტორი, კომპიუტერი, ელექტრონული რესურსები. მოსწავლეს შეუძლია Google-ს ან Youtube-ის გამოყენებით მოიპოვოს მისთვის საინტერესო მასალა და ვიდეორგოლები.

სწავლების აქტიური მეთოდების გამოყენებამ წლის ბოლოსათვის უნდა უზრუნველყოს სტანდარტით განსაზღვრული შედეგების მიღწევა.

მოსწავლე სასწავლო წლის ბოლოს შეძლებს პრაქტიკულ აქტივობებში მონაწილეობას და კვლევითი უნარ-ჩვევების დემონსტრირებას.

## ჩაკომენდაციები მასწავლებლებისათვის

პირველივე გაკვეთილზე გააცანით მოსწავლეებს სახელმძღვანელოს სტრუქტურა და გამოყენების წესები (სახ. გვ. 4. წიგნზე მუშაობის პირობითი ნიშნები). განუმარტეთ, რომ **სახელმძღვანელოში ჩანაწერის გაკეთება არ შეიძლება**. ამიტომ სხვადასხვა წერილობითი დავალება უნდა შეასრულონ საშინაო დავალების რვეულში ან ზეპირსიტყვიერად საჭიროების მიხედვით.

ავტორები შევეცადეთ სახელმძღვანელოში შეგვეტანა მრავალფეროვანი აქტივობები. ვთვლით, რომ ფიზიკის სრულფასოვანი შესწავლისათვის აუცილებელია მოსწავლეებმა შეძლონ პრობლემაზე ორიენტირებული ამოცანების ამოხსნა და კომპლექსური დავალებების შესრულება.

მიზანშეწონილად მიგვაჩნია, რომ სასწავლო წლის დასაწყისში მოსწავლეებს შეახსენოთ ამოცანის ამოხსნის ალგორითმი, რომლის სწორად გამოყენებისას გაუმარტივდებათ ამოცანებზე მუშაობა.

ამოცანის ამოხსნისათვის აუცილებელია:

1. ყურადღებით წაიკითხო ამოცანის პირობა. გაერკვე ამოცანის მოთხოვნაში. გამოყო საძიებელი და ცნობილი ფიზიკური სიდიდეები. მოკლედ ჩაწერო ამოცანის პირობა ფიზიკურ სიდიდეთა ასოითი აღნიშვნების გამოყენებით (სასურველია, საძიებელი უცნობი სიდიდე ე.წ. მოცემულობის დასაწყისში იყოს, რაც მოსწავლეს გაუმარტივებს დამატებით მონაცემების შეტანას);
2. წარმოიდგინო ფიზიკური მოვლენა. შეასრულო განმარტებითი ნახაზი. გაიხსენო კანონი, ფორმულა, გრაფიკი, რაც ეხება განსახილველ მოვლენებს, სხეულებსა და მათი გამოყენების არეს;
3. საჭიროების მიხედვით ერთეულების SI სისტემაში გადაყვანა;
4. შეამოწმო ამოცანის ამოხსნის სისწორე და გააანალიზო იგი. დარწმუნდეთ ამოცანის ამოხსნის სისწორეში ფიზიკურ სიდიდეთა ერთეულების ჩასმის ხერხის გამოყენებით.

რადგანაც ფიზიკა ექსპერიმენტული მეცნიერებაა, ავტორები შევეცადეთ სახელმძღვანელოში შეგვეტანა ექსპერიმენტული სამუშაოები კვლევების სახით. ამიტომ, მიზანშეწონილად მიგვაჩნია შეახსენოთ მოსწავლეებს ექსპერიმენტის ჩატარების ალგორითმი.

### მარტივი ექსპერიმენტის ჩატარების გეგმა

1. ექსპერიმენტის მიზანი;
2. ვარაუდის გამოთქმა შედეგის შესახებ;
3. საჭირო რესურსები;

4. ექსპერიმენტის მსვლელობა;
5. ექსპერიმენტის შედეგი;
6. დასკვნა (შედეგის ახსნა).

ზოგიერთ ექსპერიმენტულ კვლევაში მოსწავლეებს სთხოვთ თვითონ შეადგინონ მარტივი ექსპერიმენტის გეგმა და ამ გეგმით ჩაატარონ ექსპერიმენტი.

• **როგორ დავგეგმოთ კომპლექსური დავალება?**

მასწავლებელმა კომპლექსური დავალების დასაგეგმად უნდა გაითვალისწინოს შემდეგი ფაქტორები:

1. უნდა შეარჩიოს სამიზნე ცნება, რომელთან დაკავშირებითაც აპირებს კომპლექსური დავალების შექმნას (ცხადია, ფიზიკაში ალბათი ნებისმიერი თემის დამუშავება ერთდროულად შეიძლება მოიცავდეს ბევრ სამიზნე ცნებას, თუმცა კონკრეტულ კომპლექსურ დავალებაში ყურადღება უფრო მეტად უნდა იყოს გამახვილებული ერთ რომელიმე სამიზნე ცნებაზე).
2. უნდა შეარჩიოს ქვეცნებები, რომელთაც მოსწავლეები დაამუშავებენ კომპლექსურ დავალებაზე მუშაობისას. ქვეცნებები არის ის ტერმინები, რომელთა გააზრებითაც მოსწავლე დაადგება სამიზნე ცნებამდე მისასვლელ გზას.
3. უნდა შეარჩიოს საკითხთა ჩამონათვალი, რომელსაც დაამუშავებს მოსწავლე კომპლექსური დავალების განხორციელებისას. საკითხები უმეტესად სახელმძღვანელოში მოცემული პარაგრაფებია.
4. უნდა გაითვალისწინოს, რომ მოსწავლეთა განსხვავებული შესაძლებლობების გამო, მათი განსხვავებული აკადემიური მოსწრების გამო, ყველა მოსწავლე ვერ შეძლებს დავალების სრულად შესრულებას. შესაბამისად, კომპლექსური დავალება (ისევე როგორც ნებისმიერი საკლასო აქტივობა, საკლასო წერა, შემაჯამებელი წერა, და ა.შ.) უნდა შეიცავდეს დიფერენცირებული სწავლების პრინციპებს. კერძოდ, კომპლექსურ დავალებაში უნდა იყოს როგორც მარტივად შესასრულებელი აქტივობები, ასევე საშუალო სირთულისა და მაღალი სააზროვნო უნარების შესაბამისი აქტივობები.
5. შესაძლებელია, რომ მასწავლებელმა ჯერ კომპლექსური დავალება შექმნას (მოუვიდეს რაიმე იდეა, მიანოდოს კოლეგამ იდეა, შეარჩიოს კომპლექსური დავალება რაიმე რესურსიდან – კომპლექსური დავალებების ბაზიდან და სხვ.) და შემდეგ დაუკავშიროს იგი კონკრეტულ სამიზნე ცნებას. ამ შემთხვევაში მაინც აუცილებელია იმის გათვალისწინება, თუ რომელი ქვეცნებებისა და საკითხების დამუშავება მოუწევს მოსწავლეს აღნიშნულ კომპლექსურ დავალებაზე მუშაობისას.

• **რას დავეყრდნოთ კომპლექსური დავალების შეფასებისას?**

**სამიზნე ცნება „მატერია“:**

„მატერიასთან“ დაკავშირებული კომპლექსური დავალების ზოგადი საკვანძო შეკითხვების შინაარსი (შეფასების ზოგადი კრიტერიუმები):

- ნივთიერების თვისებების, და/ან აგებულების და/ან მისი შემადგენელი ნაწილაკების მოძრაობის დაკავშირება განსახილველ მოვლენებთან;
- კონკრეტული მოვლენისთვის მნიშვნელოვანი ფიზიკის კანონები და მათი გამოყენება ამ მოვლენის მახასიათებელი სიდიდეების გამოსათვლელად;
- რეალურ მოვლენაზე ან მის სიმულაციაზე დაკვირვებისას მიღებული მონაცემების ანალიზი და ამ ანალიზზე დაფუძნებული არგუმენტირებული დასკვნები;
- რა მიზეზების გამო (ანუ რა ვერ გაითვალისწინეთ და რატომ) შეიძლება იყოს ჩვენი დასკვნები აცდენილი რეალურ სურათს?
- კვლევის თითოეულ ეტაპზე (საკითხის დასმა, ვარაუდის გამოთქმა და ა.შ.) რა აქტივობები განახორციელეთ; რა სტრატეგიები გამოიყენეთ/რა ნაბიჯები გადადგით დავალებაზე მუშაობის სხვადასხვა ეტაპზე; რას გააკეთებდით განსხვავებულად ახლიდან რომ იწყებდეთ კომპლექსურ დავალებაზე მუშაობას.

## **სამიზნე ცნება „ენერგია“:**

**„ენერგიასთან“ დაკავშირებული კომპლექსური დავალების ზოგადი საკვანძო შეკითხვების შინაარსი (შეფასების ზოგადი კრიტერიუმები):**

- სხვადასხვა სახის ენერგია, რაც კონკრეტული მოვლენისთვის არის მნიშვნელოვანი;
- კონკრეტული მოვლენისთვის მნიშვნელოვანი ფიზიკის კანონები და მათი გამოყენება ამ მოვლენის მახასიათებელი სიდიდეების გამოსათვლელად;
- რეალურ მოვლენაზე ან მის სიმულაციაზე დაკვირვებისას მიღებული მონაცემების ანალიზი და ამ ანალიზზე დაფუძნებული არგუმენტირებული დასკვნები;
- რატომ ვფიქრობთ, რომ მხოლოდ ამ სახის ენერგია არის მნიშვნელოვანი კონკრეტული მოვლენის განსახილველად?
- რა მიზეზების გამო (ანუ რა ვერ/ან გაითვალისწინეთ და რატომ) შეიძლება იყოს ჩვენი დასკვნები აცდენილი რეალურ სურათს?
- კვლევის თითოეულ ეტაპზე (საკითხის დასმა, ვარაუდის გამოთქმა და ა.შ.) რა აქტივობები განახორციელეთ; რა სტრატეგიები გამოიყენეთ/რა ნაბიჯები გადადგით დავალებაზე მუშაობის სხვადასხვა ეტაპზე; რას გააკეთებდით განსხვავებულად ახლიდან რომ იწყებდეთ კომპლექსურ დავალებაზე მუშაობას.

## **სამიზნე ცნება „ურთიერთქმედება“:**

**„ურთიერთქმედებასთან“ დაკავშირებული კომპლექსური დავალების ზოგადი საკვანძო შეკითხვების შინაარსი (შეფასების ზოგადი კრიტერიუმები):**

- ძალები, რომლებიც კონკრეტული მოვლენისთვის არის მნიშვნელოვანი;
- კონკრეტული მოვლენისთვის მნიშვნელოვანი ფიზიკის კანონები და მათი გამოყენება ამ მოვლენის მახასიათებელი სიდიდეების გამოსათვლელად;
- რეალურ მოვლენაზე ან მის სიმულაციაზე დაკვირვებისას მიღებული მონაცემების ანალიზი და ამ ანალიზზე დაფუძნებული არგუმენტირებული დასკვნები;
- რა მიზეზების გამო (ანუ რა ვერ/ან გაითვალისწინეთ და რატომ) შეიძლება იყოს ჩვენი დასკვნები აცდენილი რეალურ სურათს?

კვლევის თითოეულ ეტაპზე (საკითხის დასმა, ვარაუდის გამოთქმა და ა.შ.) რა აქტივობები განახორციელეთ; რა სტრატეგიები გამოიყენეთ/რა ნაბიჯები გადადგით დავალებაზე მუშაობის სხვადასხვა ეტაპზე; რას გააკეთებდით განსხვავებულად ახლიდან რომ იწყებდეთ კომპლექსურ დავალებაზე მუშაობას.

## **სამიზნე ცნება „ფიზიკური პროცესი“:**

**„ფიზიკური პროცესთან“ დაკავშირებული კომპლექსური დავალების ზოგადი საკვანძო შეკითხვების შინაარსი (შეფასების ზოგადი კრიტერიუმები): მოძრაობა და ცვლილებები:**

- სხვადასხვა სახის ფიზიკური პროცესები, რომლებიც თქვენ მიერ განსახილველ ამოცანაში გხვდებათ;
- კონკრეტული მოვლენისთვის მნიშვნელოვანი ფიზიკის კანონები და მათი გამოყენება ამ მოვლენის მახასიათებელი სიდიდეების გამოსათვლელად;
- რეალურ მოვლენაზე ან მის სიმულაციაზე დაკვირვებისას მიღებული მონაცემების ანალიზი და ამ ანალიზზე დაფუძნებული არგუმენტირებული დასკვნები;
- რატომ ვფიქრობთ, რომ მხოლოდ ამ სახის ენერგია/ძალა არის მნიშვნელოვანი კონკრეტული მოვლენის განსახილველად?
- რა მიზეზების გამო (ანუ რა ვერ/ან გაითვალისწინეთ და რატომ) შეიძლება იყოს ჩვენი დასკვნები აცდენილი რეალურ სურათს?
- კვლევის თითოეულ ეტაპზე (საკითხის დასმა, ვარაუდის გამოთქმა და ა.შ.) რა აქტივობები განახორციელეთ;

- რა სტრატეგიები გამოიყენეთ/რა ნაბიჯები გადადგით დავალებაზე მუშაობის სხვადასხვა ეტაპზე; რას გააკეთებდით განსხვავებულად ახლიდან რომ იწყებდეთ კომპლექსურ დავალებაზე მუშაობას.

ცხადია, კონკრეტულ სამიზნე ცნებასთან მიმართებაში არსებულ კომპლექსურ ამოცანას სჭირდება, საკითხიდან გამომდინარე, კონკრეტული საკვანძო შეკითხვები (შეფასების კრიტერიუმები) და არა ასეთი ზოგადი სახით, როგორც ზემოთაა ჩამოთვლილი.

### **როგორ შევასოთ კომპლექსური დავალება?**

კომპლექსური დავალების შეფასება შეიძლება იყოს როგორც განმავითარებელი (შესაბამისი მკაფიო კომენტარებით), ასევე განმსაზღვრელი (კონკრეტული ქულით, ნიშნით).

თავის მხრივ, განმავითარებელი შეფასება შესაძლებელია შესრულდეს ორნაირად: ერთი, როდესაც მასწავლებელი აფასებს კომპლექსურ დავალებაში მოცემულ საკვანძო შეკითხვებზე გაცემული პასუხების ხარისხს და მეორე, როდესაც მასწავლებელი აფასებს მთლიანი კომპლექსური დავალების შესრულების ხარისხს.

ა) საკვანძო კითხვებზე გაცემული პასუხების განმავითარებელი შეფასებისთვის ვიყენებთ შეფასების რუბრიკას მოსწავლის მიღწევების ტაქსონომიას, რომელშიც ზუსტადაა განერილი, თუ რომელი კრიტერიუმი რა დონეზე შეასრულა მოსწავლემ. განმავითარებელი შეფასებისას ვაფასებთ კომპლექსური დავალების საკვანძო შეკითხვებზე გაცემულ პასუხებს (ცალ-ცალკე). თითოეული პასუხი შესაძლოა მივუსადაგოთ შეფასების რუბრიკის კონკრეტულ დონეს.

### **პრეზენტაციის ფორმა:**

1. გვარი, სახელი, კლასი. თემა –
2. კომპლექსური დავალების პირობა
3. ექსპერიმენტი/მოდელი
4. ექსპერიმენტი ან კვლევა უნდა წარმოადგინოთ შემდეგი სახით:
  - ექსპერიმენტის/კვლევის მიზანი
  - საჭირო რესურსები
  - ვარაუდი ექსპერიმენტის/კვლევის შედეგზე;
  - ექსპერიმენტის/კვლევის მსვლელობა;
  - ექსპერიმენტის შედეგების წარმოდგენა ცხრილის, გრაფიკების სახით;
  - მონაცემთა დამუშავება;
  - დასკვნის წარმოდგენა (დაკავშირება კომპლექსური დავალების პირობასთან);
  - ექსპერიმენტის ვიდეო/ფოტომასალის წარმოდგენა.
5. გადაინერეთ კომპლექსური დავალების თითოეული შეკითხვა და უპასუხეთ.
6. თუ დავალების პირობა ითვალისწინებს მოდელის დამზადებას, პრეზენტაციაზე წარმოადგინეთ მოდელი და ახსენით მისი მოქმედების პრინციპი.
7. დაუკავშირეთ კომპლექსურ დავალებაში მოცემული თემა/საკითხი ყოველდღიურ ცხოვრებას. ქვევით მოცემულია განმავითარებელი შეფასების რუბრიკა (ზოგადი სახით) მოსწავლეთა მიღწევის დონეებით.

## პრეზენტაციის შინაარსობრივი სტრუქტურა და შეფასების რუბრიკა

1. საკითხის მნიშვნელობა;
2. საკითხის ფიზიკური არსი;
3. პრაქტიკული მაგალითები;
4. დასკვნა.

### Power Point-ში წარმოდგენილი პრეზენტაციის შეფასების რუბრიკა

№	შეფასების კრიტერიუმები	ქულები
<b>პრეზენტაციის შინაარსი</b>		
1	პრეზენტაციისთვის შერჩეული საკითხი წარმოდგენილია შეთანხმებული სტრუქტურის სახით	1
2	პრეზენტაციის თითოეული ნაწილის შინაარსი და მოცულობა შეესაბამება მიზანს/სახელწოდებას	1
3	საკითხი ამომწურავად და სწორი შინაარსობრივი აქცენტებით არის წარმოდგენილი	2
<b>პრეზენტაციის მომზადების ტექნიკა</b>		
4	სლაიდები დასათაურებულია	1
5	გამოყენებული ვიზუალი ეფექტური და ინფორმატიულია; ტექსტისა და თვალსაჩინოების (ფოტოები, სურათები, ცხრილები, დიაგრამები, ანიმაციური ეფექტები და სხვ.) ბალანსი დაცულია დაახლოებით 1:2 თანაფარდობით	1
<b>პრეზენტაციის წარდგენა</b>		
6	გამართული და ლოგიკური მსჯელობა	1
7	აუდიტორიასთან კონტაქტი (ყურადღების მიპყრობა და შენარჩუნება)	1
8	დასმულ კითხვებზე სრული და სწორი პასუხების გაცემა	2

**დანართი 1**-ის სახით ცხრილის საფუძველზე უნდა გაკეთდეს იმის ანალიზი, თუ რამდენად ჩართულია მოსწავლე სასწავლო პროცესში, რამდენად უწყობს სასწავლო პროცესი ხელს მის ემოციურ-სოციალურ განვითარებას.

მოცემულია 6 ცხრილი. თითოეული მათგანი შეესაბამება ერთი ფუნქციურ-კომპონენტურ უნარს:

- კრიტიკული აზროვნება;
- შემოქმედებითობა;
- კომუნიკაცია;
- კოლაბორაცია;
- მოქალაქეობა;
- ხასიათი/ნებელობა.



ქვემოთ მოცემულია 6 ცხრილი, რომლებიც წარმოაჩენს, თუ რას გულისხმობს თითოეული ფუნქციურ-კომპონენტური უნარი. იმ შემთხვევაში, თუკი, ცხრილების პირველ და მეორე სვეტებში მოცემულ კატეგორიებზე დაყრდნობით კომპლექსურ დავალებაზე მუშაობის პროცესში მოსწავლის აქტივობის აღწერა ხერხდება, ეს იმას ნიშნავს, რომ **სასწავლო პროცესი ხელს უწყობს ბავშვის ემოციურ-სოციალურ განვითარებას**. თუკი ცხრილში მოცემული აქტივობები არ არის დაკვირვებადი, ეს ნიშნავს, რომ:

- ან კომპლექსური დავალება არ არის სათანადოდ შერჩეული და მოითხოვს შემდგომ ადაპტირებას;
- ან მასწავლებელმა უნდა შეცვალოს კონკრეტულ მოსწავლესთან მიმართებით სწავლა-სწავლების სტრატეგიები;
- ან პრობლემები არსებობს პოზიტიურ სასწავლო გარემოსთან მიმართებით.

ფუნქციური უნარი კრიტიკული აზროვნება	კოგნიტიური ოპერაციები / კომპონენტები	საორიენტაციო შეკითხვები მასწავლებლისთვის
<b>დაკვირვება</b>	გახსენება	<ul style="list-style-type: none"> <li>• გინახავთ თუ არა ....</li> <li>• რაზე გამოუთქვამთ უკმაყოფილება ....</li> <li>• რომელ პრობლემებს შეუწუხებხარ .... ?</li> <li>• ხომ არ გაიხსენებდი... პრობლემა გადაიჭრა?</li> </ul>
	ამოცნობა	<ul style="list-style-type: none"> <li>• რით განსხვავდება ერთმანეთისგან ....</li> <li>• რომელ პრობლემებს შეიძლება ვუწოდოთ ....</li> <li>• რა მოახდენდა ზემოქმედებას ....</li> </ul>
<b>კანონზომიერების აღმოჩენა და განზოგადება</b>	შედარება და დაპირისპირება (კონტრასტი)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• რით ჰგავს და რით განსხვავდება ....</li> </ul>
	კლასიფიცირება	<ul style="list-style-type: none"> <li>• რა ტიპის პრობლემები შეიძლება არსებობდეს ....</li> </ul>
	რელევანტური და არარელევანტური ინფორმაციის იდენტიფიცირება	<ul style="list-style-type: none"> <li>• როგორ შეიძლება წარმოჩნდეს, თუ რამდენად მწვავე და აქტუალურია ....</li> <li>• რამდენად რეალურია პრობლემის გადაჭრა ....</li> </ul>
<b>დასკვნების ჩამოყალიბება კანონზომიერებების საფუძველზე</b>	ვარაუდის გამოთქმა	<ul style="list-style-type: none"> <li>• რამ გამოიწვია პრობლემა?</li> <li>• რა შედეგები მოჰყვება/შეიძლება მოჰყვეს მას?</li> </ul>
	პირველადი დასკვნა	<ul style="list-style-type: none"> <li>• რატომ არის საჭირო დავალების პირველადი ვერსიის შექმნა?</li> <li>• რით განსხვავდება შესრულებული დავალების პირველადი ვერსია საბოლოოსგან?</li> <li>• რა ფაქტორებმა გამოიწვია/შეუძლია გამოიწვიოს პირველადი დასკვნების გადასინჯვა?</li> </ul>
<b>დასკვნების შეფასება დაკვირვების საფუძველზე</b>	თანმიმდევრულობის შემოწმება	<ul style="list-style-type: none"> <li>• შენი აზრით, რა არის საჭირო იმისთვის, რომ შენი სათქმელი კარგად გაიზაროს?</li> <li>• რატომ ფიქრობთ, რომ თქვენი იქნება ეფექტური?</li> <li>• რით განსხვავდება ერთმანეთისგან თანმიმდევრული და არათანმიმდევრული მსჯელობა?</li> </ul>
	ტენდენციურობის, სტერეოტიპების, კლიშეებისა და პროპაგანდის იდენტიფიცირება უსაფუძვლო დაშვებების იდენტიფიცირება	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ხვდებით თუ არა</li> <li>• როგორ შეიძლება განვასხვაოთ ერთმანეთისგან ფაქტები, ინტერპრეტაციები ....</li> <li>• რამ შეიძლება ხელი შეგვიშალოს ფაქტების, ინტერპრეტაციების ერთმანეთისგან გარჩევაში?</li> </ul>
	გადამეტებული განზოგადების ამოცნობა	<ul style="list-style-type: none"> <li>• როგორია თქვენი მოლოდინები.</li> <li>• რატომ ფიქრობთ ასე?</li> </ul>
	დასკვნების ფაქტებით დადასტურება	<ul style="list-style-type: none"> <li>• რა ფაქტებით დასტურდება შენ მიერ ჩამოყალიბებული დებულებები?</li> </ul>

ფუნქციური უნარი – შემოქმედებითობა	კოგნიტური ოპერაციები/ კომპონენტები	კომენტარი (ნიმუშები)
თავისუფლად აზროვნება	კითხვების დასმა	<ul style="list-style-type: none"> <li>რა არის გაუგებარი კომპლექსური დავალების პირობასთან მიმართებით?</li> <li>რა გიშლის ხელს კომპლექსურ დავალებაზე მუშაობაში?</li> <li>რა არის განსხვავებული შენი და შენი თანაკლასელების მიერ შესრულებულ კომპლექსურ დავალებებში? როგორ წარმოაჩემ ამ განსხვავებებს შეკითხვების სახით?</li> </ul>
	იდებების გენერირება; პრობლემის გადაჭრის გზების დასახელება; ალტერნატიული პასუხების ძიება და პრობლემის გადაჭრის გზების შემოთავაზება.	<ul style="list-style-type: none"> <li>რა გზებით შეიძლება დააფიქრო ..... გამოკვეთილ პრობლემაზე? რომელი ხერხი იქნება უფრო ეფექტური?</li> <li>შეიძლება თუ არა საამისოდ ორი ან სამი ალტერნატიული გზის დასახვა?</li> </ul>
ფლექსიურობა	პრობლემის დანახვა და შეფასება სხვადასხვა პერსპექტივიდან	<ul style="list-style-type: none"> <li>როგორ ფიქრობ, როგორ აღიქვამს ამ პრობლემას</li> <li>რით განსხვავდება .....</li> <li>რა უნდა გავითვალისწინოთ .....</li> </ul>
მიდგომების მრავალფეროვნება (approach)		
ორიგინალობა	უნიკალური და ახალი იდეის გენერირება	<ul style="list-style-type: none"> <li>რა სტრატეგიები შეიძლება გამოვიყენო ორიგინალური იდეის ჩამოსაყალიბებლად</li> </ul>
	სხვადასხვა ელემენტისგან უნიკალური კომბინაციების შექმნა	
დეტალებზე ყურადღების გამახვილება	იდებების განვითარება და გამდიდრება დეტალიზაციის ხარჯზე	<ul style="list-style-type: none"> <li>რატომ მოგწონს ესა თუ ის</li> <li>რის ხარჯზე შეიძლება დაიხვეწოს კომპლექსური დავალების პირველადი ვერსია?</li> <li>რა მნიშვნელობა აქვს დეტალებს</li> </ul>

ფუნქციური უნარი – კომუნიკაცია	კოგნიტიური ოპერაციები/ კომპონენტები	კომენტარი (ნიმუშები)
ინფორმაციის ნათლად და შინაარსიანად გამოხატვა	მიზნობრიობა (ინფორმირება, ინსტრუქტირება, მოტივირება, დარწმუნება)	<ul style="list-style-type: none"> <li>ვისთვის ამზადებთ .....</li> <li>რატომ ფიქრობთ, რომ თქვენ მიერ შექმნილი/წარდგენილი ..... საინტერესო იქნება ?</li> </ul>
	მეტყველების ტიპის შერჩევა – აღწერა, თხრობა, მსჯელობა	<ul style="list-style-type: none"> <li>მეტყველების რა ტიპები შეიძლება არსებობდეს? რომელი მათგანი იქნება უფრო მიზნობრივი კომპლექსური დავალების პრეზენტაციისას?</li> </ul>
	აქტიური მოსმენა (კავშირის დამყარება, ნდობის მოპოვება, დიალოგში გაყოლა (ანუ მონიტორინგი), მიზნობრიობა ფრაგმენტულობა)	<ul style="list-style-type: none"> <li>რით შეიძლება დაგეხმაროთ მასწავლებელთან, სხვა მოსწავლეებთან დიალოგი კომპლექსური დავალების შესრულებაში?</li> <li>რა დაგეხმარება, რომ უკეთ გაიგო თანაკლასელების, მასწავლებლის სათქმელი?</li> <li>რით შეიძლება დახმარება გაუწიოს თქვენმა შეკითხვებმა თანაკლასელებს სათქმელის უკეთ ჩამოყალიბებაში?</li> </ul>
	კონტექსტუალიზება (საკომუნიკაციო სიტუაციის გაანალიზება და გამოხატვის რელევანტური საშუალების შერჩევა (სათანადო ფუნქციური სამეცხველო ქმედების გამოყენება)	<ul style="list-style-type: none"> <li>რა ფაქტორები უნდა გაითვალისწინოთ საიმისოდ, რომ თქვენი კომპლექსური დავალების პრეზენტაცია მსმენელისთვის გასაგები და მისაღები იყოს (მაგ., ფუნქციური სამეცხველო ქმედების სწორად შერჩევა, სენსიტიური ნიუანსების წინ წამოწევა)?</li> </ul>
	არავერბალური სიგნალები (სხეულის ენა, მიმიკა, ჟესტიკულაცია და ა.შ.)	<ul style="list-style-type: none"> <li>შეიძლება თუ არა არავერბალური სიგნალების საშუალებით უფრო საინტერესო და აღქმადი გახდეს პრეზენტაცია?</li> <li>რა ტიპის ჟესტიკულაციებსა და მიმიკას მიმართავ პრეზენტაციის დროს?</li> </ul>
თავდაჯერებულობა	ღიაობა	<ul style="list-style-type: none"> <li>რით ამდიდრებს შენს პრეზენტაციას თანაკლასელების მიერ წარმოდგენილი კომპლექსური დავალებები? ასევე მათი კომენტარები, შენიშვნები?</li> </ul>
	კეთილგანწყობა	<ul style="list-style-type: none"> <li>როგორ წარმართავდით, რა ფაქტორების გათვალისწინებაა საჭირო სამიზნე აუდიტორიის/კომპლექსურ დავალებაზე მუშაობის პროცესში ჩართული პირების კეთილგანწყობის მოსაპოვებლად?</li> </ul>
ემპათია (სხვისი თვალთ დანახვა)	თვითრეფლექსია/ უკუკავშირი	<ul style="list-style-type: none"> <li>შეაფასეთ, რამდენად გამოგივიდათ ის, რაც მასწავლებლისგან გქონდათ დავალებული?</li> <li>რას გააკეთებდით სხვაგვარად, ახლა რომ იწყებდით იმავე დავალებაზე მუშაობას?</li> </ul>
	ურთიერთობის მონიტორინგი	<ul style="list-style-type: none"> <li>ვინ და როგორ დაგეხმარათ კომპლექსურ დავალებაზე მუშაობის პროცესში?</li> </ul>
აღიარება	თანასწორობა პასუხისმგებლობა ტოლერანტობა (განსხვავებულის მიმღებლობა) ორიენტაცია პრობლემაზე და არა კომუნიკაციაში ჩართულ სუბიექტზე	<ul style="list-style-type: none"> <li>შეხვედით თუ არა განსხვავებულ მოსაზრებებს კომპლექსურ დავალებაზე მუშაობის პროცესში? რამდენად შეძელით თანამშრომლობა განსხვავებული შეხედულებების ადამიანებთან?</li> <li>რამდენად მოახერხეთ აზრთა სხვადასხვაობის ვითარებაში ორიენტირებული ყოფილიყავით პრობლემაზე და არა კომუნიკაციაში ჩართულ ადამიანებზე?</li> </ul>

ფუნქციური უნარი – თანამშრომლობა	კოგნიტური ოპერაციები/ კომპონენტები	კომენტარი (ნიმუშები)
ერთად მუშაობა	პირისპირ და ტექნოლოგიების გამოყენებით იდეებისა და რე-სურსების გაზიარების გზით	<ul style="list-style-type: none"> <li>გამოიყენეთ თუ არა ტექნოლოგიები კომპლექსურ დავალებაზე მუშაობის პროცესში? რაში დაგეხმარათ ტექნოლოგიების გამოყენება?</li> </ul>
საერთო პასუხისმგებლობა	საერთო მიზანი	<ul style="list-style-type: none"> <li>რა საერთო მიზანი გქონდათ შენ და შენს მასწავლებელს კომპლექსურ დავალებაზე მუშაობის პროცესში?</li> <li>გქონდათ თუ არა საერთო მიზნები თანაკლასელებთან ერთად?</li> </ul>
	ანგარიშვალდებულება შედეგთან მიმართებით	<ul style="list-style-type: none"> <li>რატომ განახორციელეთ კომპლექსური დავალება?</li> </ul>
არსებითი გადაწყვეტილებები (შინაარსი, პროცესი, პროდუქტი)	წინარე ცოდნის გამოყენება გადაწყვეტილებების მიღების მიზნით	<ul style="list-style-type: none"> <li>მსგავსი ტიპის კომპლექსური დავალება თუ შეგისრულებიათ სკოლაში?</li> </ul>
	როლებისა და პასუხისმგებლობების განაწილება	<ul style="list-style-type: none"> <li>როგორ ინაწილებდით პასუხისმგებლობებს მასწავლებელთან/თანაკლასელებთან კომპლექსურ დავალებაზე მუშაობის პროცესში?</li> </ul>
	პროდუქტის დიზაინი, ბუნება და გამოყენებითობა	<ul style="list-style-type: none"> <li>რა პროდუქტი შექმენით კომპლექსური დავალების სახით?</li> <li>ვისთვის და რატომ არის ეს პროდუქტი სასარგებლო და საინტერესო?</li> </ul>
	ურთიერთდამოკიდებულობა (ანგარიშვალდებულების ორი დონე – ინდივიდუალური და ჯგუფური)	<ul style="list-style-type: none"> <li>ვის წინაშე იყავით ანგარიშვალდებული სამუშაო პროცესში (მასწავლებლის, თანაკლასელების)?</li> </ul>

კრიტიკული აზროვნება	კოგნიტური ოპერაციები/ კომპონენტები	კომენტარი (ნიმუშები)
უზენაესი ეთიკის პრინციპები	ადამიანის ღირსება	<ul style="list-style-type: none"> <li>რით და როგორ გამოხატავდი ადამიანების მიმართ პატივისცემას კომპლექსურ დავალებაზე მუშაობის პროცესში?</li> </ul>
	გაურკვევლობებისადმი შემწყნარებლური დამოკიდებულება	<ul style="list-style-type: none"> <li>წააწყდით თუ არა გაურკვევლობებს კომპლექსურ დავალებაზე მუშაობის პროცესში? რა გაარკვიეთ ბუნდოვანებით მოცულ საკითხებში?</li> </ul>
ანგარიშვალდებულება საზოგადოებისადმი და თანამშრომლებთან	პასუხისმგებლობა	<ul style="list-style-type: none"> <li>რა პასუხისმგებლობები (მათ შორის ჯგუფური პასუხისმგებლობები) გეკისრებოდათ კომპლექსურ დავალებაზე მუშაობის პროცესში? ვის წინაშე იყავით ანგარიშვალდებული?</li> </ul>
	კონფლიქტების მართვა	<ul style="list-style-type: none"> <li>წააწყდით თუ არა კონფლიქტურ სიტუაციებს კომპლექსურ დავალებაზე მუშაობის პროცესში? როგორ შეძელით კონფლიქტის დარეგულირება?</li> </ul>
	კანონის უზენაესობის დაფასება	<ul style="list-style-type: none"> <li>გააანალიზეთ რა წესებს/კანონებს იცავდით და რატომ კომპლექსურ დავალებაზე მუშაობის პროცესში?</li> </ul>
თემის პრიორიტეტების გააზრება	ლოკალური თემისთვის აქტუალური პრობლემები	<ul style="list-style-type: none"> <li>ლოკალური თემისთვის აქტუალურ რა საკითხებს შეეხებოდა თქვენ მიერ შესრულებული კომპლექსური დავალება?</li> </ul>
	ქვეყნისთვის აქტუალური პრობლემები;	<ul style="list-style-type: none"> <li>ჰქონდა თუ არა თქვენ მიერ შექმნილ კომპლექსურ დავალებას რაიმე კავშირი ქვეყნისთვის აქტუალურ პრობლემებთან?</li> </ul>
	მსოფლიოს ცოდნა და შემეცნება	<ul style="list-style-type: none"> <li>ჰქონდა თუ არა თქვენ მიერ შექმნილ კომპლექსურ დავალებას რაიმე კავშირი მთელი მსოფლიოსთვის აქტუალურ პრობლემებთან?</li> </ul>

ფუნქციური/ კომპონენტური უნარი – ხასიათი/ ნებისყოფა/ ნებელობა	კოგნიტიური ოპერაციები/ კომპონენტები	კომენტარი (ნიმუშები)
იდენტობა	საკუთარი შესაძლებლობებისა და ინტერესების გაცნობიერება (ვინ ვარ მე)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• რას მაძლევს მე/ რატომ არის ჩემთვის მნიშვნელოვანი კომპლექსურ დავალებაზე მუშაობის პროცესი? (რა გავიგე, რა შევძელი, რა შევიძინე კომპლექსურ დავალებაზე მუშაობის შედეგად?</li> </ul>
	გადანყვეტილების მიღება თვითრეალიზაციისთვის (რასთან ვაფილირდები)	
თვითრეგულაცია	მიზნების დასახვა	<ul style="list-style-type: none"> <li>• რა გრძელვადიან და მოკლევადიან მიზნებს ისახავდით კომპლექსურ დავალებაზე მუშაობის პროცესში?</li> </ul>
	დაგეგმვა	<ul style="list-style-type: none"> <li>• როგორ დაგეგმე კომპლექსურ დავალებაზე მუშაობის პროცესი? რა ფაქტორებს ითვალისწინებდი სამუშაო პროცესის დაგეგმვისას?</li> </ul>
	თვითრეგულაციის განცდა	<ul style="list-style-type: none"> <li>• რა გამოგივიდათ კარგად კომპლექსურ დავალებაზე მუშაობის პროცესში?</li> </ul>
	სწავლის სტრატეგიები	<ul style="list-style-type: none"> <li>• რა ხერხები გამოიყენე სასწავლო მასალის უკეთ გასაზრებლად? / კომპლექსური დავალების უკეთ შესასრულებლად?</li> </ul>
	მონიტორინგი და შეფასება	<ul style="list-style-type: none"> <li>• წარიმართა თუ არა კომპლექსურ დავალებაზე მუშაობის პროცესი დაგეგმილის შესაბამისად? გახდა თუ არა საჭირო პირველად გეგმებში ცვლილებების შეტანა?</li> </ul>
დახმარებისთვის სხვებისთვის მიმართვა	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ვისთან ითანამშრომლეთ კომპლექსურ დავალებაზე მუშაობის პროცესში? (რა დახმარება გაუწიეთ თანაკლასელებს/სამეზობლო თემის წევრებს/მასწავლებელს; რა მხარდაჭერა მიიღეთ მათგან)</li> </ul>	
თვითაქტუალიზაცია	ენტუზიაზმი ყველა საქმის მიმართ	<ul style="list-style-type: none"> <li>• იყო თუ არა საინტერესო და სასიამოვნო თქვენთვის კომპლექსურ დავალებაზე მუშაობის პროცესი?</li> </ul>
	ავტონომიურობა	<ul style="list-style-type: none"> <li>• რა გააკეთეთ დამოუკიდებლად კომპლექსურ დავალებაზე მუშაობის პროცესში?</li> </ul>
	საკუთარი თავის პოზიტიური შეფასება	<ul style="list-style-type: none"> <li>• რა გამოგივიდათ კარგად კომპლექსურ დავალებაზე მუშაობის პროცესში?</li> </ul>
	ადამიანებისა და სამყაროს მიმართ კეთილგანწყობა	<ul style="list-style-type: none"> <li>• თქვენი აზრით, რა სამსახური გაუწიეთ სხვა ადამიანებს თქვენ მიერ შესრულებული კომპლექსური დავალებით?</li> </ul>
	პროცესზე ორიენტირებულობა	<ul style="list-style-type: none"> <li>• როგორ დაგეგმე კომპლექსურ დავალებაზე მუშაობის პროცესი? რა ფაქტორებს ითვალისწინებდი სამუშაო პროცესის დაგეგმვისას? წარიმართა თუ არა კომპლექსურ დავალებაზე მუშაობის პროცესი დაგეგმილის შესაბამისად? გახდა თუ არა საჭირო პირველად გეგმებში ცვლილებების შეტანა?</li> </ul>

**დანართი 2.** გამოიყენება იმის გასაანალიზებლად, თუ რამდენად ღრმად გაიაზრა მოსწავლემ შესასწავლი საკითხი. ამაში გვეხმარება **ეროვნული სასწავლო გეგმის შედეგების მიღწევის ტაქსონომია**. მისი თითოეული საფეხური წარმოაჩენს სამიზნე ცნების ფლობის დონეს / სამიზნე ცნებასთან დაკავშირებული საკითხის/საკითხების გააზრების ხარისხს. პირველ სამ დონეზე სამიზნე ცნებასთან დაკავშირებული საკითხების გააზრების ხარისხი არ არის დამაკმაყოფილებელი. *ცნების დაუფლება/ შედეგის მიღწევა* იგივეა მიმართებით და აბსტრაქტულ დონეებთან.

### მოსწავლის მიღწევების ტაქსონომია

შეფასების კრიტერიუმი	კომენტარი
<b>პრესტრუქტურული დონე</b> მოსწავლეს საკითხთან დაკავშირებით არ აქვს რელევანტური ინფორმაცია.	
<b>უნიტრუქტურული დონე</b> მოსწავლეს აქვს მხოლოდ ერთი არასტრუქტურირებული ასოციაცია/წარმოდგენა განსახილველ საკითხთან დაკავშირებით.	
<b>მულტიტრუქტურული დონე</b> მოსწავლეს აქვს მხოლოდ რამდენიმე, ერთმანეთთან დაუკავშირებელი, უსისტემო ასოციაცია/წარმოდგენა განსახილველ საკითხთან დაკავშირებით.	
<b>მიმართებითი დონე</b> მოსწავლეს შეუძლია: სამიზნე ცნებასთან დაკავშირებული ფაქტებისა და მოვლენების კრიტიკულად და ურთიერთდაკავშირებულად გააზრება და გაანალიზება; სამიზნე ცნების მკვიდრი წარმოდგენების ურთიერთდაკავშირებულად გაანალიზება; კონკრეტულ სამიზნე ცნებასთან დაკავშირებული ინფორმაციის კონტექსტუალიზება (საგნის სხვა სამიზნე ცნებებთან დაკავშირება). მიმართებით დონეზე საკითხის/სამიზნე ცნების გააზრება ნიშნავს ეროვნული სასწავლო გეგმით განსაზღვრული შედეგის მიღწევას. თუმცა, შესაძლებელია მოსწავლე უფრო შორსაც წავიდეს, ანუ იმ განზოგადებებისკენ, რომელიც აბსტრაქტული დონისთვისაა განსაზღვრული.	
<b>აბსტრაქტული დონე</b> მოსწავლეს შეუძლია სამიზნე ცნებაზე მუშაობის პროცესში შექნილი ცოდნისა და გამოცდილების ეროვნული სასწავლო გეგმის ზესაგნობრივ (მაკრო) ცნებებთან დაკავშირება.	

აბსტრაქტულ დონეზე ნახსენები ზესაგნობრივი (მაკრო) ცნებები ასევე უკავშირდება ევროკავშირის მიერ განსაზღვრულ XXI საუკუნის რვა საკვანძო კომპეტენციას.

XXI საკუნის საკვანძო (ევროსაბჭოს) კომპეტენციები	ზესაგნობრივი (მაკრო) ცნებები	კრიტერიუმი – ე.ს.გ. შედეგების მე-5 დონე მოსწავლემ უნდა შეძლოს
ნიგნიერება ციფრული ნიგნიერება	კონსტრუქტი (მნიშვნელობის მინიჭება)  ნარატივი (ინფორმაციის კონსტრუირება)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>კონსტრუქტი</b> – ინფორმაციის გააზრება, საკუთარი გამოცდილებით მისი მნიშვნელობის გადააზრება/ გალრმავება;</li> <li>• <b>ნარატივი</b> – ინფორმაციის კონსტრუირება/ნარატივად გარდაქმნა, საკუთარი ნარატივის ჩამოყალიბება, რომელშიც ასახული იქნება საკითხთან დაკავშირებული ფაქტობრივი მასალა საკუთარი მიზნებისა და აუდიტორიის გათვალისწინებით.</li> </ul>
მულტილინგვური ნიგნიერება კულტურული ცნობიერება და თვითგამოხატვა	კულტურული მრავალფეროვნება	გაიაზროს, თუ როგორ აღიქვამენ ერთსა და იმავე ინფორმაციას სხვა კულტურის ადამიანები.
რაოდენობრივი ნიგნიერება	მოდელი კვლევა	კანონზომიერებების აღმოჩენა და მოდელირება ახალ სიტუაციასთან მიმართებით; სასწავლო მასალის დაკავშირება სხვა სამეცნიერო ცოდნასთან.
პერსონალური, სოციალური და სწავლის კომპეტენცია	სტრატეგია	სტრატეგიების შერჩევა საკითხის შესასწავლად ან დავალების შესასრულებლად
სამოქალაქო კომპეტენცია	მოქალაქე	გაანალიზოს, რა გავლენა მოახდინა მის მოქალაქეობრივ მსოფლმხედველობაზე შექმნილმა ცოდნამ.
მენარმეობა	ინოვაციური პროექტი	შექმნილი ცოდნის გამოყენებითი ასპექტების მოძიება საკუთარი ან საზოგადოებრივი საჭიროებებისთვის.

**დანართი 3.** ეს დანართი სასწავლო პროცესში მოსწავლის ჩართულობის ხელის შეშლელი ფაქტორების დეტალური ანალიზის შესაძლებლობას იძლევა.

**მასწავლებლის თვითშეფასების კითხვარი**

ფაქტორები, რომლებიც ხელს უწყობს სააკადემიკო პროცესში მოსწავლის აქტიურ ჩართულობას (მათი უგულებელყოფა შესაძლოა გახდეს სასწავლო პროცესში მოსწავლის ჩართულობის ხელის შეშლელი ფაქტორი) საიდან ჩანს, რომ სასწავლო პროცესი მიმდინარეობს ეროვნული სასწავლო გეგმის მოთხოვნების შესაბამისად?	ჩანიშვნა (ჰქონდა თუ არა ამას ადგილი)	კომენტარი / უკუკავშირი / კითხვა
ყველა მოსწავლემ იცის, თუ რა კომპლექსურ დავალებაზე მუშაობს. სასწავლო პროცესში შემოთავაზებულ აქტივობებს უკავშირებს კომპლექსურ დავალებაზე მუშაობის პროცესს ( <b>სასწავლო პროცესის მართვა, დისტანციური სწავლება</b> )		
სწავლა-სწავლების პროცესში მასწავლებელი ფასილიტაციას უწევს მოსწავლეების მხრიდან კომპლექსურ დავალებაზე მუშაობის პროცესს. სასწავლო პროცესი წარმართება იმგვარად, რომ ყველა მოსწავლეს ეძლევა საკუთარი თავისა და ნაშრომის წარმოჩენის საშუალება ( <b>სასწავლო პროცესის მართვა, ინკლუზიური განათლება</b> )		
მკაფიოა, რა შუალედურ და გრძელვადიან მიზანს ემსახურება სასწავლო პროცესი ( <b>სწავლა-სწავლების მიზნები</b> )		
შეფასება ორიენტირებულია მოსწავლის მიღწევების აღწერაზე და არა ხარვეზების მარკირებაზე ( <b>შეფასება</b> )		
სასწავლო რესურსები მორგებულია მოსწავლეების ინდივიდუალურ საჭიროებებს ( <b>რესურსები</b> )		
მოსწავლე პასიური მსმენელია, თუ აქტიურ შემოქმედებით პროცესებშია ჩართული? ( <b>პრინციპი 1 – აქტიური სწავლა</b> )		
ახალი მასალა მოსწავლეს სათანადო დამუშავების გარეშე მიეწოდება, თუ ყურადღება ექცევა მის თანდათანობით მიყვანას ახალ ცოდნამდე, ნაცნობ კონტექსტებზე დაყრდნობით? ( <b>პრინციპი 2 – წინარე ცოდნაზე დაყრდნობით ახალი ცოდნის კონსტრუირება</b> )		
მოსწავლე იძენს ფრაგმენტულ ცოდნას, თუ ხდება სხვადასხვა ცოდნის ურთიერთდაკავშირება? ( <b>პრინციპი 3 – ცოდნის ორგანიზება და ურთიერთდაკავშირება</b> )		
აქცენტი კეთდება მხოლოდ იმაზე – რას სწავლობს მოსწავლე, თუ ყურადღება მახვილდება სწავლის რა სტრატეგიებს იყენებს იგი? ( <b>პრინციპი 4 -სწავლის სწავლა</b> )		
აქცენტი მხოლოდ დამახსოვრებაზე კეთდება, თუ მნიშვნელოვანი ადგილი ეთმობა სასწავლო მასალის რეალურ ცხოვრებასთან/ცხოვრებისეულ კონტექსტებთან დაკავშირებას ( <b>პრინციპი 5 – ცოდნის სამი კატეგორია</b> )		

კომპლექსურ დავალებაზე მუშაობის შედეგად გამოვლინდება მასწავლებლების პროფესიული საჭიროებები.

## შეფასების სქემა ექსპერიმენტის ჩატარებისათვის

კრიტერიუმები	1-3	4-5	6-7	8-10
განსაზღვრავს კვლევის მიზანს	არასწორად განსაზღვრავს	ნაწილობრივ სწორად განსაზღვრავს	სწორად განსაზღვრავს	ზედმინეწენითა ზუსტად განსაზღვრავს
კვლევის მიმდინარეობის აღწერა	ვერ აღწერს მუშაობის თანმიმდევრობას	ნაწილობრივ ზუსტად აღწერს მიმდინარეობას	სწორად აღწერს კვლევის მიმდინარეობას	ზედმინეწენით ზუსტად აღწერს კვლევის მიმდინარეობას
მონაცემების შეგროვება, აღრიცხვა	ვერ აღრიცხავს სწორად მონაცემებს	აგროვებს და აღრიცხავს მონაცემებს ნაწილობრივ და უზუსტოდ	აგროვებს და აღრიცხავს მონაცემებს სრულად, მაგრამ უზუსტოდ (მაგ., ვერ ახერხებს ცხრილის შედგენას)	აგროვებს ან აღრიცხავს მონაცემებს სრულად, შეუძლია ცხრილის შედგენა
დასკვნის გამოტანა	არ შეუძლია სწორად დასკვნის გამოტანა	ნაწილობრივ სწორად გამოაქვს დასკვნები	გამოაქვს დასკვნები სწორად, მაგრამ მცირე ხარვეზებით	სრულყოფილად აყალიბებს დასკვნებს

## შეფასების სქემა დისკუსიაში მონაწილეობისათვის

კრიტერიუმები	1-2	3-5	6-7	8-10
ურთიერთმოსმენისა და შინაარსის გააზრების უნარი	კამათობენ და არის ხმაური, არ იზიარებენ ერთმანეთის აზრს	ხმაურობენ, ნაკლებად იზიარებენ ერთმანეთის აზრს	უსმენენ ერთმანეთს, ერთვებიან მსჯელობაში საჭირო დროს	უსმენენ ერთმანეთს. ლოგიკურად გამოთქვამენ თავიანთ აზრებს და ერთვებიან მსჯელობაში საჭირო დროს
დროის ლიმიტის დაცვა	ვერ იცავენ დროის ლიმიტს	ზოგჯერ ვერ ეტყვიან განსაზღვრულ დროში	იცავენ დროის ლიმიტს, ზოგიერთი გამონაკლისის გარდა	ყოველთვის იცავენ დროის ლიმიტს

## შეფასების სქემა საშინაო დავალებისათვის

კრიტერიუმები	1-2	3-5	6-7	8-10
წერიტი საშინაო დავალება	შესრულებული აქვს მცირე ნაწილი	შესრულებული აქვს სამუშაოს ნახევარი	შესრულებული აქვს სრულად, მცირე ხარვეზებით	შესრულებული აქვს სრულად, ხარვეზების გარეშე
საშინაო დავალების შინაარსობრივი ნაწილი	ვერ პასუხობს უმრავლეს კითხვებზე	საშინაო დავალების შინაარსსა და აზრს ნაწილობრივ გადმოსცემს	ფლობს საშინაო დავალების შინაარსს და ამჟღავნებს შესაბამის უნარ-ჩვევებს	სრულყოფილად ფლობს საშინაო დავალების შინაარსს და წარმატებულად ამჟღავნებს შესაბამის უნარ-ჩვევებს
ინფორმაციის მოძიება	მოძიებული მასალა არ არის თემის შესაბამისი	მოძიებული მასალა ნაწილობრივ შეესაბამება თემს	მოძიებული მასალა შეესაბამება თემს, მაგრამ არ არის შესაბამისად ორგანიზებული	მოძიებული მასალა შეესაბამება თემს, კარგად არის ორგანიზებული და წარმოდგენილი

## ზოგი ნამ მოქალაქისა და მოქალაქის შესახებ ფიზიკაში

სამყაროში მიმდინარე მოვლენებისა და პროცესების შესწავლისას მეცნიერები ხშირად იყენებენ მოდელირების მეთოდს. მოდელირება არის სინამდვილის ასახვა ან მისი ხელახალი წარმოდგენა სხვადასხვა ხერხით. ფიზიკაში, ცნების – „ფიზიკის კანონის“ ასახვისთვის იყენებენ რეალური პროცესების ან სხეულების მიახლოებით მოდელს. მოდელის დამახასიათებელი თავისებურებაა შესასწავლ ობიექტზე წარმოდგენის გამარტივება. ამიტომ ყველა მოდელი არის ობიექტთან მიახლოებული ნიმუში, რომელიც მიღებულია მოდელირების საფუძველზე.

ზოგადად, მოდელირება განისაზღვრება, როგორც უშუალოდ შემეცნების მეთოდი. მოდელირებით შესასწავლ მოვლენაზე ინფორმაციის მისაღებად იკვლევენ ორიგინალის დამხმარე ობიექტს (მოდელს), რომელსაც აქვს გარკვეული შესაბამისობა შესასწავლ ობიექტთან (ორიგინალთან). იგი ცვლის ორიგინალს მისი კვლევის გარკვეულ ეტაპზე. ფიზიკაში მოდელის ქვეშ იგულისხმება მოვლენაზე წარმოდგენების გარკვეული სისტემისა და იდეების საფუძველზე შექმნილი ზოგადი სურათი. იგი აბსტრაქტული აზროვნებისა და მათემატიკური ენის დახმარებით გვეხმარება გავიგოთ და აღვწეროთ ის, რისი შესწავლაც ხდება მოცემულ კონკრეტულ მაგალითზე.

განვიხილოთ ზოგიერთი ფიზიკური მოდელი, რომელიც გამოიყენება სხეულთა ურთიერთკავშირისა და ბუნების მოვლენების შეცნობისთვის. მაგალითად, ნივთიერი წერტილი არის ფიზიკური სხეულის მოდელი. ნიუტონის კანონები სამართლიანია მხოლოდ ნივთიერი წერტილებისთვის; იდეალური აირი არის აირის ფიზიკური მოდელი. აირის კანონები, სამართლიანია იდეალური აირისთვის. აბსოლუტურად მყარი სხეული, უჭიმავი ძაფი და სხვა ფიზიკური მოდელია.

ფიზიკაში მოდელირებისათვის გამოყოფენ შემდეგ ეტაპებს:

1. ამოცანის, დავალების გარკვევა, რომელსაც ადამიანი აყენებს ამა თუ იმ პროცესის, მოვლენის ან ობიექტის შესწავლისას მისი გამარტივების მიზნით.

2. საჭირო ელემენტების ან მათი ერთობლიობის მოძებნა, რომლებიც აკმაყოფილებენ მოდელს და გონებაში ქმნიან მოდელის ვარიანტებს.

3. მოდელის ვარიანტების გამოსახვა საგნობრივი ობიექტების სახით.

4. ფიზიკური მოდელის, რომელშიც ვლინდება ობიექტისთვის დამახასიათებელი თვისებები, ხელმეორედ აღქმა და გამოკვლევა.

5. მოდელში შესწორებების შეტანა ან მისი უარყოფა და მუშაობის დაწყება ახალ მოდელზე.

მოდელები აგებისა და საშუალებების მიხედვით შეიძლება დაიყოს ორ კლასად: **მატერიალურ** (ნივთიერ) და **იდეალურ** (აზრობრივ) მოდელებად. მატერიალური მოდელები ადამიანის მოქმედებისაგან დამოუკიდებლად არსებობენ და ასახავენ საკვლევი პროცესის, მოვლენის სტრუქტურას, მიმდინარეობის ხასიათს. მაგალითად, ელექტრული წრედის სქემები, რომლებიც ანალოგიურია სინამდვილეში არსებული წრედების, დედამიწის მოდელი, გლობუსი, მზის სისტემის მოდელი და სხვ.

მატერიალური მოდელებისგან განსხვავებით იდეალურ მოდელებს არ აქვთ მატერიალური საფუძველი, ისინი კონსტრუირდებიან ადამიანის გონებაში. მათ აფიქსირებენ სურათების საშუალებით, გარკვეული სიმბოლოებით (ნიშნებით), მათემატიკური სიმბოლოებით ან უშუალოდ აღწერენ სიტყვებით. ასეთ მოდელებზე მოქმედებები, მათი ელემენტების ურთიერთკავშირი ხორციელდება ადამიანის აზროვნებაში ფორმალურ-ლოგიკურად, ფიზიკის კანონებისა და წესების მიხედვით. მაგალითად, მოვლენები, რომლებიც მიმდინარეობს იდეალურ აირში, ატომსა და ატომის ბირთვში და სხვ.

პრინციპულად განსხვავდება მათემატიკური და ფიზიკური მოდელირების მეთოდები. მათემატიკური მოდელირებისას ყველაზე ზოგადი გამოხატულება არის მოდელისა და ორიგინალის ერთნაირობის მოთხოვნა, მათი იზოფორმიზმი. ასეთი მოდელების თეორიული საფუძველი არის ერთნაირობა, რომლის ერთ-ერთი ამოცანაა ობიექტისა და მოდელის მახასიათებელ პარამეტრებს შორის დამოკიდებულების დამყარება.

ფიზიკური მოდელირება, როგორც უკვე აღინიშნა, არ არის რომელიმე ობიექტის ან მოვლენის კოპირება. ეს არის გარკვეული აბსტრაქცია, რომელშიც მხედველობაში მიიღება საკვლევი ფიზიკური პრობლემის ან სისტემის ყველაზე მნიშვნელოვანი, დამახასიათებელი ნიშნები. ფიზიკური მოდელები საკმარისად კორექტულად აღწერენ სამყაროში მიმდინარე მოვლენებს, ისინი დინამიკურია, თანდათან იხვენება და ვითარდება.

მოდელების როლი სამყაროს მეცნიერულ შემეცნებაში განსაკუთრებით დიდია. მათ საფუძველზე მეცნიერები მუშაობენ როგორც ობიექტების სისტემატიზაციაზე, ასევე მათ შორის ურთიერთქმედების ანალიზზე.

სამყაროს მეცნიერული შემეცნებისას მოდელირების თეორია იძლევა საშუალებას მოიძებნოს გარკვეული წესრიგი და კანონზომიერება ბუნების მოვლენებში.

## თემა 2. ელექტრული დენი

### 2.1. ელექტრული დენი. დენის ძალა

**ცნებები:** ელექტრული დენი, დენის ძალა, დენის სიმკვრივე

► **მკვიდრი წარმოდგენები.** ელექტრული დენის არსებობის აუცილებელი პირობებია: თავისუფალი მუხტების არსებობა, ელექტრული ველი.

#### გაანგარიშება:

1. ელექტრული ველის მოქმედებით ელექტრონები საკმაოდ მცირე, 0,1 მმ/წმ სიჩქარით მოწესრიგებულ მიმართულ მოძრაობას იწყებენ, მაგრამ წრედში ჩამრთველის ჩართვის თანავე ელექტრული ველი ძალიან დიდი (300 000 კმ/წმ) სიჩქარით ვრცელდება, რაც იწვევს გამტარის მთელ სიგრძეზე მუხტებს შორის ურთიერთქმედების ასეთივე სიჩქარით გადაცემას და ნათურის მყისიერ ანთებას.

2. პირველი და მეორე გრაფიკი გამოსატყავს გამტარში გამავალი მუხტის სიდიდის ცვლილების დროზე დამოკიდებულების პროცესს.

ა) გრაფიკების მიხედვით A და B წერტილების დროის შესაბამისი კოორდინატები ერთნაირია. ე.ი. გრაფიკის მიხედვით წრედში დენის დინების დრო ორივე სიტუაციაში ერთნაირია. თუმცა ერთსა და იმავე დროში (3 წმ) პირველი გრაფიკის მიხედვით გამტარში მეტმა მუხტმა (3 კ) გაიარა, ვიდრე მეორე გრაფიკის მიხედვით (1 კ). ამიტომ, დენის ძალა მეტი გაივლის გამტარში, რომელსაც პირველი გრაფიკი შესაბამეობა;

ბ) პირველი გრაფიკის მიხედვით A წერტილის შესაბამისი დენის ძალაა  $I_1 = \frac{3 \text{ კ}}{3 \text{ წმ}} = 1 \text{ ა}$ , ხოლო მეორე გრაფიკის მიხედვით B წერტილის შესაბამისი დენის ძალაა  $I_2 = \frac{1 \text{ კ}}{3 \text{ წმ}} = \frac{1}{3} \text{ ა}$

გ) მსჯელობითა და ფორმულით გამოთვლილი შედეგები ემთხვევა ერთმანეთს. ე.ი.  $I_1 > I_2$ .

#### საშინაო დავალება:

<p>1. <math>N = ?</math>  <math>t = 10 \text{ წთ} = 600 \text{ წმ}</math>  <math>I = 3 \text{ ა}</math>  <math>e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ კ}</math></p>	$N = \frac{q}{e}$ $q = It \quad N = \frac{It}{e}$ $N = \frac{3 \text{ კ/წმ} \cdot 600 \text{ წმ}}{1,6 \cdot 10^{-19} \text{ კ}} = 1.13 \cdot 10^{22}$
--	---

პასუხი:  $1.13 \cdot 10^{22}$

2.  $v - ?$

$$S = 5 \text{ მმ}^2 = 5 \cdot 10^{-6} \text{ მ}^2$$

$$I = 10 \text{ ა}$$

$$e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ კ}$$

$$n = 5 \cdot 10^{28} \text{ მ}^{-3}$$

$$I = neSv$$

$$v = \frac{I}{neS}$$

$$v = \frac{10 \text{ კ/წმ}}{5 \cdot 10^{28} \text{ მ}^{-3} \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ კ} \cdot 5 \cdot 10^{-6} \text{ მ}^2} = \frac{10 \frac{1}{\text{წმ}}}{25 \cdot 1,6 \cdot 10^3 \frac{1}{\text{მ}}} =$$

$$= \frac{1}{40 \cdot 10^2} \cdot \frac{\text{მ}}{\text{წმ}} = 0,00025 \frac{\text{მ}}{\text{წმ}} = 0,25 \frac{\text{მმ}}{\text{წმ}}$$

პასუხი: 0,25 მმ/წმ

3.  $t_1; t_2 - ?$

$$c = 300\,000 \text{ კმ/წმ} = 3 \cdot 10^8 \text{ მ/წმ}$$

$$s = 8848 \text{ მ}$$

$$v = 0,1 \text{ მმ/წმ} = 10^{-4} \text{ მ/წმ}$$

ამოხსნა:

$$t_1 = \frac{s}{c}$$

$$t_2 = \frac{s}{v}$$

$$t_1 = \frac{8848 \text{ მ}}{3 \cdot 10^8 \text{ მ/წმ}} \approx \frac{9 \cdot 10^3 \text{ მ}}{3 \cdot 10^8 \text{ მ/წმ}} = 3 \cdot 10^{-5} \text{ წმ}$$

$$t_1 = 0,00003 \text{ წმ}$$

$$t_2 = \frac{8848 \text{ მ}}{10^{-4} \text{ მ/წმ}} \approx \frac{9000}{10^{-4}} \text{ წმ} = 9 \cdot 10^7 \text{ წმ};$$

$$t_2 = 25\,000 \text{ სთ}$$

პასუხი: 25 000 სთ.

## 2.2. ელექტრული წრედი

**ქვეცნებები:** მუდმივი დენი, დენის წყარო, ელექტრული წრედი

► **მკვიდრი წარმოდგენები.** ამპერმეტრი წრედში ირთვება მიმდევრობით

### ბაზრება:

1. ა. A ნათურა წრედში მიმდევრობითაა ჩართული

ბ. B და C ნათურები პარალელურადაა ჩართული;

გ. A ნათურასთან მიმდევრობითაა ჩართული B და C ნათურები.

2. წრედში მიმდევრობით ჩართულია მუდმივი დენის წყარო, ნათურა, ამპერმეტრი, ჩამრთველი.

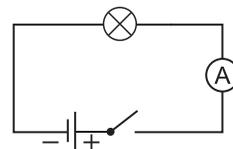
$q - ?$

$$I = 20 \text{ მა} = 2 \cdot 10^{-3} \text{ ა}$$

$$t = 5 \text{ წთ} = 300 \text{ წმ}$$

$$q = It$$

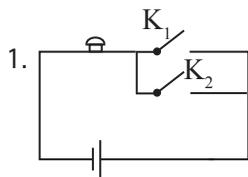
$$q = 20 \cdot 10^{-3} \text{ ა} \cdot 300 \text{ წმ} = 6 \text{ ა}.$$



3. პასუხია – ბ.

4. აინთება I და II ნათურა.

**საშინაო დავალება:**



2. ა. ჩართული უნდა იყოს მხოლოდ  $K_1$  ჩამრთველი.  
 ბ. ჩართული უნდა იყოს მხოლოდ  $K_2$  ჩამრთველი.

3.  $\frac{I_2}{I_1} - ?$

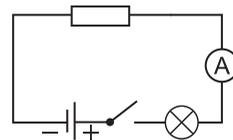
$I_1 = 0,5 \text{ ა}$	$I_2 = \frac{q}{t}$	$\frac{I_2}{I_1} = \frac{0,9 \text{ კ}}{0,5 \text{ ა}}; \quad \frac{I_2}{I_1} = 1,8$
$t = 10 \text{ წთ} = 600 \text{ წმ}$	$I_2 = \frac{540 \text{ კ}}{600 \text{ წმ}} = 0,9 \text{ ა};$	
$q = 540 \text{ კ}$	პასუხი: 1,8	

4.  $I_2/I_1 - ?$

$S = 1,25 \text{ მმ}^2 = 1,25 \cdot 10^{-6} \text{ მ}^2$	$I = nesv$	$I = 10^{29} \text{ მ}^{-3} \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ კ} \cdot 4 \cdot 10^{-5} \text{ კ/წმ} \cdot 1,25 \cdot 10^{-6} \text{ მ}^2 = 0,8 \text{ ა}.$
$n = 10^{23} \text{ სმ}^{-3} = 10^{29} \text{ მ}^{-3}$	პასუხი: 0,8 ა.	
$v = 4 \cdot 10^{-5} \text{ მ/წთ}$		
$e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ კ}$		

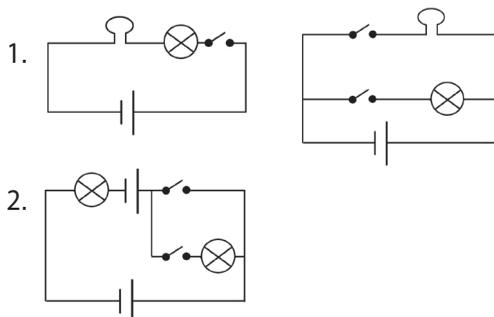
5.  $q - ?$

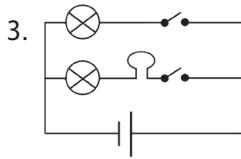
$I = 20 \text{ მა} = 20 \cdot 10^{-3} \text{ ა}$	$q = It$	$q = 20 \cdot 10^{-3} \text{ ა} \cdot 10 \text{ წმ} = 0,2 \text{ კ}.$
$t = 10 \text{ წმ}$	პასუხი: 0,2 კ.	



**2.3. ელექტრული წრედის ექსპერიმენტული კვლევა**

ელექტრული წრედის აწყობა.





## 2.4. ძაბვა

ქვეცნებები: ძაბვა

► მკვიდრი წარმოდგენები. ვოლტმეტრი წრედის უბანზე პარალელურად ირთვება.

### გაანალიზება

1.

	ა.	ბ.	გ.	დ.
1			X	
2				X
3		X		
4	X			

2. ვოლტმეტრი და ამპერმეტრი სწორად არის ჩართული (ბ) სქემაზე.

### საშინაო დავალები:

1.

$U - ?$ $q = 2 \text{ მკ}$ $A = 80 \text{ მჯ}$	$U = \frac{A}{q}$	$U = \frac{8 \cdot 10^{-2} \text{ ჯ}}{2 \cdot 10^{-3} \text{ კ}}$
	$U = \frac{80 \text{ ჯ}}{2 \text{ კ}} = 40 \text{ ვ.}$	

პასუხი: 40 ვ.

2.

$A - ?$ $U = 120 \text{ ვ}$ $q = 50 \text{ კ}$	$A = Uq$
	$A = 120 \text{ ვ} \cdot 50 \text{ კ} = 6000 \text{ ჯ} = 6 \text{ კჯ.}$

პასუხი: 6 კჯ.

## 2.5. ელექტრული დენის მახასიათებელი ფიზიკური სიდიდეების ექსპერიმენტული კვლევა

ექსპერიმენტული კვლევა.

I. ამპერმეტრების ჩვენებების შედარებით მტკიცდება, რომ მიმდევრობით შეერთებული წრედის ნებისმიერ უბანზე დენის ძალა ერთი და იგივეა.

II. 1. I და II ნათურაზე გაზომილი ძაბვები განსხვავებულია.

2. I და II ნათურაზე ერთად გაზომილი ძაბვა არის ტოლი I და II ნათურაზე გაზომილი ძაბვების ჯამის.

ე.ი. მიმდევრობითი შეერთებისას წრედში დენის ძალა ყველა უბანზე ერთნაირია, ძაბვა მთელ უბანზე ტოლია ცალკეულ წინააღობებზე ძაბვების ჯამისა.

## 2.6. გამტარების წინააღობა. ომის კანონი წრედის უბნისათვის.

**ქვეცნებები:** წინააღობა. წინააღობის ერთეული – ომი.

► **მკვიდრი წარმოდგენები.** ომის კანონი  $I = \frac{U}{R}$ . გამტარის წინააღობა არ არის დამოკიდებული გამტარში გამავალ დენზე და გამტარზე მოდებულ ძაბვაზე.

### გაანალიზება

1. A წერტილის შესაბამისი წინააღობა  $R_A = \frac{U_A}{I_A} = \frac{3 \text{ ვ}}{1 \text{ ა}} = 3 \text{ ომ}$

B წერტილის შესაბამისი წინააღობა  $R_B = \frac{U_B}{I_B} = \frac{6 \text{ ა}}{2 \text{ ვ}} = 3 \text{ ომ}$

C წერტილის შესაბამისი წინააღობა  $R_C = \frac{U_C}{I_C} = \frac{9 \text{ ა}}{3 \text{ ვ}} = 3 \text{ ომ}$

ე.ი.  $R_A = R_B = R_C$

რადგან წრედის მოცემულ უბანზე დენის ძალა ძაბვის პირდაპირპროპორციულია, დენის ძალისა და ძაბვის ნებისმიერი ცვლილებისას, ძაბვის დენის ძალაზე განაყოფიცი მუდმივი იქნება.

2. I გრაფიკზე A წერტილის შესაბამისი წინააღობა

$$R_1 = \frac{4 \text{ ვ}}{2 \text{ ა}} = 2 \text{ ომ}$$

2. II გრაფიკზე B წერტილის შესაბამისი წინააღობა

$$R_2 = \frac{4 \text{ ვ}}{1 \text{ ა}} = 4 \text{ ომ}$$

გრაფიკების მიხედვით II გამტარს მეტი წინააღობა აქვს.  $R_B = R_A$

3. არ შეიცვლება.

**საშინაო დავალებები:**

- |  |  |
|--|--|
| <p>1. ა. <math>U - ?</math></p> <hr style="width: 100%;"/> <p><math>R = 20 \text{ ომ}</math><br/><math>I = 0,6 \text{ ა}</math></p>  | <p><math>U = IR</math><br/><math>U = 0,6 \text{ ა} \cdot 20 \text{ ომ}</math><br/><math>U = 12 \text{ ვ.}</math><br/><br/>პასუხი: 12 ვ.</p>  |
| <p>ბ. <math>I - ?</math></p> <hr style="width: 100%;"/> <p><math>R = 50 \text{ ომ}</math><br/><math>U = 100 \text{ ვ}</math></p>   | <p><math>I = \frac{U}{R}</math><br/><math>I = \frac{100 \text{ ვ}}{50 \text{ ომ}} = 2 \text{ ა.}</math><br/><br/>პასუხი: 2 ა.</p>  |
| <p>2. <math>R - ?</math></p> <hr style="width: 100%;"/> <p><math>U = 120 \text{ ვ}</math><br/><math>I = 0,5 \text{ ა}</math></p>   | <p><math>R = \frac{U}{I}</math><br/><math>R = \frac{120 \text{ ვ}}{0,5 \text{ ა}} = 60 \text{ ომ.}</math><br/><br/>პასუხი: 60 ომ.</p>  |
| <p>3. <math>I_2 - ?</math></p> <hr style="width: 100%;"/> <p><math>I_1 = 5 \text{ ა}</math><br/><math>U_1 = 220 \text{ ვ}</math><br/><math>U_2 = 110 \text{ ვ}</math><br/><math>R_1 = R_2 = R</math></p> | <p><math>R = \frac{U_1}{I_1}; \quad R = \frac{U_2}{I_2};</math><br/><math>\frac{U_1}{I_1} = \frac{U_2}{I_2}; \quad I_2 = \frac{I_1 U_2}{U_1};</math><br/><math>I_2 = \frac{5 \text{ ა} \cdot 110 \text{ ვ}}{220 \text{ ვ}} = 2,5 \text{ ა.}</math><br/><br/>პასუხი: 2,5 ა.</p> |
| <p>4. <math>U - ?</math></p> <hr style="width: 100%;"/> <p><math>I = 0,7 \text{ ა}</math><br/><math>R = 310 \text{ ომ}</math></p>  | <p><math>U = IR</math><br/><math>U = 0,7 \text{ ა} \cdot 310 \text{ ომ} = 217 \text{ ვ.}</math><br/><br/>პასუხი: 217 ვ.</p>  |
| <p>5. <math>R - ?</math></p> <hr style="width: 100%;"/> <p><math>U = 35 \text{ ვ}</math><br/><math>I = 0,7 \text{ ა}</math></p>  | <p><math>R = \frac{U}{I}</math><br/><math>R = \frac{35 \text{ ვ}}{0,7 \text{ ა}} = 50 \text{ ომ}</math><br/><br/>პასუხი: 50 ომ.</p>  |

6. R – ?

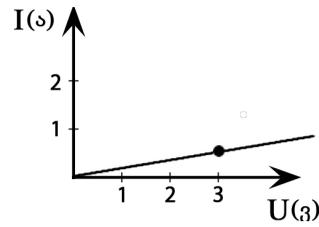
$$U = 3 \text{ ვ}$$

$$I = 0,5 \text{ ა}$$

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

$$R = \frac{3 \text{ ვ}}{0,5 \text{ ა}} = 6 \text{ ომ}$$

პასუხი: 6 ომ.



## 2.7. ექსპერიმენტული კვლევა. დამოკიდებულება დენის ძალასა, ძაბვასა და წინააღობას შორის

I. კვლევის მიზანი. დამოკიდებულების დადგენა დენის ძალასა და წინააღობას შორის მუდმივი ძაბვის დროს.

დასკვნა: ცდის შედეგების შედარებისას აღმოჩნდა, რომ დენის ძალა წინააღობის უკუპროპორციულია მუდმივი ძაბვის დროს.  $I \sim \frac{1}{R}$ .

იგივეს ადასტურებს დენის ძალის წინააღობაზე დამოკიდებულების გრაფიკი. რაც უფრო მეტია წინააღობის რიცხვითი მნიშვნელობა, მით ნაკლებია გამტარში გამავალი დენის ძალა.

II. კვლევის მიზანია დამოკიდებულების დადგენა დენის ძალასა და ძაბვას შორის უცვლელი წინააღობის დროს.

დასკვნა: მოცემული გამტარისათვის დენის ძალა პირდაპირპროპორციულია გამტარის ბოლოებზე მოდებული ძაბვისა. დენის ძალის ძაბვაზე დამოკიდებულების გრაფიკი არის კოორდინატთა სათავეზე გამავალი წრფე.

$$I \sim U$$

ამ ორი ცდის საფუძველზე შეიძლება დავასკვნათ, რომ წრედის უბნისთვის სამართლიანია ომის კანონი. დენის ძალა პირდაპირპროპორციულია ძაბვისა და უკუპროპორციულია გამტარის წინააღობისა

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

P.S. დასკვნები შეესაბამება იდეალური ამპერმეტრითა და ვოლტმეტრით ჩატარებულ ექსპერიმენტებს.

## 2.8. ბამბარების მიმდევრობითი შეერთება

**ქვეცნებები:** მიმდევრობითი შეერთება

► **მკვიდრი წარმოდგენები.** გამტარების მიმდევრობითი შეერთებისას:

1. დენის ძალა წრედის ყველა უბანზე ერთი და იგივეა;
2. ძაბვა წრედის მოცემულ უბანზე გამტარის ბოლოებზე არსებული ძაბვების ჯამის ტოლია;
3. წრედის უბნის სრული წინაღობა თითოეული გამტარის წინაღობების ჯამის ტოლია.

### ბაზრება

1. მიმდევრობით ჩართული ამპერმეტრი პრაქტიკულად არ ცვლის დენის ძალას, რადგან მისი წინაღობა გაცილებით ნაკლებია წრედში ჩართული რეზისტორების წინაღობაზე.

$$\begin{array}{l|l}
 2. \quad \begin{array}{l} n - ? \\ U = 220 \text{ ვ} \\ U_1 = U_2 = \dots = U_n = 1 \text{ ვ} \end{array} & \begin{array}{l} U = nU_1 \\ n = \frac{U}{U_1} = \frac{220 \text{ ვ}}{1 \text{ ვ}} = 220 \end{array}
 \end{array}$$

$$\begin{array}{l|l}
 3. \quad \begin{array}{l} R - ? \\ n = 5 \\ r_1 = r_2 = r_3 = r_1 = r_n = r = 15 \text{ ომ} \end{array} & \begin{array}{l} R = nr \\ R = 5 \cdot 15 \text{ ომ} = 75 \text{ ომ.} \end{array}
 \end{array}$$

4. მიმდევრობით შეერთებული რეზისტორების წინაღობა  $R_1 = 2 \text{ ომ}$  და  $R_2 = 3 \text{ ომ}$ . დენის ძალა წრედის უბანზე 10 ამპერია, გამოთვალე ძაბვა წრედის უბანზე და თითოეულ რეზისტორზე.

$$\begin{array}{l|l|l}
 4. \quad \begin{array}{l} U; U_1; U_2 - ? \\ R_1 = 2 \text{ ომ} \\ R_2 = 3 \text{ ომ} \\ I = 10 \text{ ა} \end{array} & \begin{array}{l} U = IR \\ R = R_1 + R_2 \\ U = I(R_1 + R_2) \\ U_1 = IR_1 \\ U_2 = IR_2 \end{array} & \begin{array}{l} U = 10 \text{ ა} \cdot 5 \text{ ომ} = 50 \text{ ვ} \\ U_1 = 10 \text{ ა} \cdot 2 \text{ ომ} = 20 \text{ ვ} \\ U_2 = 10 \text{ ა} \cdot 3 \text{ ომ} = 30 \text{ ვ} \\ U = U_1 + U_2 = 20 \text{ ვ} + 30 \text{ ვ} = 50 \text{ ვ} \end{array}
 \end{array}$$

$$\begin{array}{l|l}
 5. \quad \begin{array}{l} R; I - ? \\ R_1 = R_2 = R_3 = 3 \text{ ომ} \\ U = 12 \text{ ვ} \end{array} & \begin{array}{l} R = R_1 + R_3 = 6 \text{ ომ} \\ I = \frac{U}{R} \quad I = \frac{12 \text{ ვ}}{6 \text{ ომ}} = 2 \text{ ა} \end{array}
 \end{array}$$

6. ა. რეზისტორი და კონდენსატორი მიმდევრობითაა შეერთებული.

ბ. წრედში დენი არ გაივლის, რადგან კონდენსატორი მუდმივ დენს არ ატარებს.

**საშინაო დავალებები:**

<p>1. <math>U; U_1; U_2; U_3; U_4; R - ?</math></p> <p><math>R_1 = 2 \text{ მმ}</math></p> <p><math>R_2 = 5 \text{ მმ}</math></p> <p><math>R_3 = 3 \text{ მმ}</math></p> <p><math>R_4 = 8 \text{ მმ}</math></p> <p><math>I = 2 \text{ ა}</math></p>	<p><math>U = IR</math>      <math>R = R_1 + R_2 + R_3 + R_4</math></p> <p><math>U = I(R_1 + R_2 + R_3 + R_4)</math></p> <p><math>U_1 = IR_1</math>      <math>U_2 = IR_2</math></p> <p><math>U_3 = IR_3</math>      <math>U_4 = IR_4</math></p>	<p><math>R = 18 \text{ მმ}</math></p> <p><math>U = 2 \cdot 18 = 36 \text{ ვ}</math></p> <p><math>U_1 = 4 \text{ ვ}</math></p> <p><math>U_2 = 10 \text{ ვ}</math></p> <p><math>U_3 = 6 \text{ ვ}</math></p> <p><math>U_4 = 16 \text{ ვ}</math></p> <p><math>U_1 = U_1 + U_2 + U_3 + U_4 = 4 \text{ ვ} + 10 \text{ ვ} +</math> <math>+ 6 \text{ ვ} + 16 \text{ ვ} = 36 \text{ ვ.}</math></p>
---	---	--

პასუხი: 18 მმ, 36 ვ, 4 ვ, 10 ვ, 6 ვ, 16 ვ.

<p>2. <math>I; U_1; U_2 - ?</math></p> <p><math>R = 50 \text{ მმ}</math></p> <p><math>R_1 = 30 \text{ მმ}</math></p> <p><math>U = 100 \text{ ვ}</math></p>	<p><math>R_2 = R - R_1</math></p> <p><math>I = \frac{U}{R}</math></p> <p><math>U_1 = IR_1</math></p> <p><math>U_2 = IR_2</math></p>	<p><math>R_2 = 50 \text{ მმ} - 30 \text{ მმ} = 20 \text{ მმ.}</math></p> <p><math>I = \frac{100 \text{ ვ}}{50 \text{ მმ}} = 2 \text{ ა}</math></p> <p><math>U_1 = 2 \text{ ა} \cdot 30 \text{ მმ} = 60 \text{ ვ};</math></p> <p><math>U_2 = IR_2 = 2 \text{ ა} \cdot 20 \text{ მმ} = 40 \text{ ვ};</math></p> <p><math>U = U_1 + U_2 = 60 \text{ ვ} + 40 \text{ ვ} = 100 \text{ ვ.}</math></p>
--	---	--

პასუხი: 2 ა, 60 ვ, 40 ვ.

<p>3. <math>U_1; I - ?</math></p> <p><math>U_2 = 18 \text{ ვ}</math></p> <p><math>I_1 = I_2 = I</math></p> <p><math>R_1 = 6 \text{ მმ}</math></p> <p><math>R_2 = 2 \text{ მმ}</math></p>	<p><math>I_2 = \frac{U_2}{R_2}</math></p> <p><math>U_1 = I_1 R_1</math></p>	<p><math>I_2 = \frac{18 \text{ ვ}}{2 \text{ მმ}} = 9 \text{ ა}</math></p> <p><math>I_1 = I_2 = I = 9 \text{ ა}</math></p> <p><math>U_1 = 9 \text{ ა} \cdot 6 \text{ მმ} = 54 \text{ ვ}</math></p>
--	---	---

პასუხი: 54 ვ, 9 ა.

<p>4. <math>I; U_1; U_2 - ?</math></p> <p><math>I = 2 \text{ ა}</math></p> <p><math>R_1 = 8 \text{ მმ}</math></p> <p><math>R_2 = 4 \text{ მმ}</math></p>	<p><math>U = I(R_1 + R_2)</math></p> <p><math>U_1 = IR_1</math></p> <p><math>U_2 = U - U_1</math></p> <p><math>(U_2 = IR_2)</math></p>	<p><math>U = 2 \text{ ა} \cdot 12 \text{ მმ} = 24 \text{ ვ}</math></p> <p><math>U_1 = 2 \text{ ა} \cdot 8 \text{ მმ} = 16 \text{ ვ}</math></p> <p><math>U_2 = 24 \text{ ვ} - 16 \text{ ვ} = 8 \text{ ვ}</math></p> <p>(შესაძლებელია ასეც <math>U_2 = 2 \text{ ა} \cdot 4 \text{ მმ} = 8 \text{ ვ}</math>)</p>
--	--	---

პასუხი: 24 ვ, 16 ვ, 8 ვ.

5. $\frac{R_1; R_2 - ?}{I_1 = 1 \text{ ა}}$ $I_2 = 4 \text{ ა}$ $U = 12 \text{ ვ}$	$I_1 = \frac{U}{R_1 + R_2}$ $R = R_1 + R_2 = \frac{U}{I_1}$ $R_2 = \frac{U}{I_2}, \quad R_1 = R - R_2$	$R_1 + R_2 = \frac{12 \text{ ვ}}{1 \text{ ა}} = 12 \text{ ომ}$ $R_2 = \frac{12 \text{ ვ}}{4 \text{ ა}} = 3 \text{ ომ}$ $R_1 = 12 \text{ ომ} - 3 \text{ ომ} = 9 \text{ ომ}$
--	--	--

პასუხი: 9 ომ, 3 ომ.

## 2.9. ბაზმარების პარალელური შეერთება

**ქვეცნებები:** პარალელური შეერთება, სრული წინაღობა

► **მკვიდრი წარმოდგენები.** პარალელური შეერთებისას

1. დაბვა წრედის უბანზე და პარალელურ შტოებზე ერთნაირია;
2. დენის ძალა წრედის უბანზე ტოლია თითოეულ პარალელურ შტოში გამავალი დენის ძალების ჯამისა;
3. სრული წინაღობის შებრუნებული სიდიდე ტოლია თითოეული შტოს წინაღობების შებრუნებულ სიდიდეთა ჯამისა  $\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \dots + \frac{1}{R_n}$ .

### ბაზრება

1. ვოლტმეტრი წრედში ირთვება პარალელურად, რადგან პარალელური ჩართვისას დაბვა ყველა შტოში ერთნაირია. ვოლტმეტრის ჩართვის შედეგად არ უნდა შეიცვალოს დენის ძალა იმ გამტარზე, რომელზეც დაბვა იზომება. ამიტომ ვოლტმეტრის წინაღობა უნდა იყოს გაცილებით მეტი, ვიდრე წრედში ჩართული რეზისტორის წინაღობა, რის გამოც მასში პრაქტიკულად არ გაივლის დენი.

2. $\frac{R - ?}{R_1 = R_2 = R_3 = r = 18 \text{ ომ}}$ $n = 3$	$R = \frac{r}{n}$	$R = \frac{18 \text{ ომ}}{3} = 6 \text{ ომ}$
---	-------------------	--

3. $\frac{I - ?}{R; I_2}$	$I = I_1 + I_2$ $I_1 = \frac{U}{R}; \quad I_2 = \frac{U}{2R};$ $U = I_1 R; \quad U = I_2 2R;$ $I_1 R = I_2 2R; \quad I_2 = \frac{I_1}{2};$ $I = I_1 + I_2 = I_1 + \frac{I_1}{2} = \frac{3}{2} I_1; \quad I = \frac{3}{2} I_1.$
---------------------------	--

4. ა.  $R_1$  რეზისტორი და კონდენსატორი მიმდევრობითაა შეერთებული. ხოლო ისინი პარალელურად არიან შეერთებული  $R_2$  და  $R_3$  მიმდევრობით შეერთებულ რეზისტორებთან.

ბ. ელექტრული დენი  $R_1$  წინაღობასა და  $C$  კონდენსატორში არ გაივლის, რადგან კონდენსატორი

მუდმივ დენს არ ატარებს. ამიტომ დენი გაივლის მხოლოდ  $R_2$  და  $R_3$  წინააღობის რეზისტორში და წრედის უბნის სრული წინააღობა იქნება.

$$R = R_2 + R_3 = 2 \text{ ომ} + 4 \text{ ომ} = 6 \text{ ომ}.$$

პასუხი: 6 ომ.

### საშინაო დავალები:

1. $R - ?$ $R_1 = 24 \text{ ომ}$ $R_2 = 12 \text{ ომ}$	$R = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}$ $R = \frac{24 \text{ ომ} \cdot 12 \text{ ომ}}{36 \text{ ომ}} = 8 \text{ ომ}$ $R = 8 \text{ ომ}.$
--	--

პასუხი: 8 ომ.

2. $R - ?$ $R_1 = 2 \text{ ომ}$ $R_2 = 4 \text{ ომ}$ $R_3 = 5 \text{ ომ}$	$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$ $\frac{1}{R} = \frac{1}{2} + \frac{1}{4} + \frac{1}{5} = \frac{10+5+4}{20} = \frac{19}{20}$ $R = \frac{20}{19} \text{ ომ}.$
--	---

პასუხი:  $\frac{20}{19}$  ომ.

3. $R_2; I_1; I_2 - ?$ $I = 1,6 \text{ ა}$ $U = 120 \text{ ვ}$ $R_1 = 100 \text{ ომ}$	$I = I_1 + I_2$ $I_2 = I - I_1$ $I_1 = \frac{U}{R_1}$ $R_2 = \frac{U}{I_2}$	$I_1 = \frac{120 \text{ ვ}}{100 \text{ ომ}} = 1,2 \text{ ა}$ $I_2 = 1,6 \text{ ა} - 1,2 \text{ ა} = 0,4 \text{ ა}$ $R_2 = \frac{120 \text{ ვ}}{0,4 \text{ ა}} = 300 \text{ ომ}.$ <p>პასუხი: <math>I_1 = 1,2 \text{ ა}; I_2 = 0,4 \text{ ა}; R_2 = 300 \text{ ომ}.</math></p>
--	---	--

4. ანათვალი აიღე ელექტრული წრედის სქემიდან და გამოთვალე ძაბვა მომჭერებზე.

$U - ?$ $R_1 = 7 \text{ ომ}$ $R_2 = R_3 = r = 6 \text{ ომ}$ $I = 2 \text{ ა}$	$R' = \frac{r}{2}$ $R = R_1 + R'$ $U = IR$	$R' = \frac{6 \text{ ომ}}{2} = 3 \text{ ომ}$ $R = 7 \text{ ომ} + 3 \text{ ომ} = 10 \text{ ომ}$ $U = 2 \text{ ა} \cdot 10 \text{ ომ} = 20 \text{ ვ}$
--	--	---

პასუხი: 20 ვ.

5.  $\frac{R'}{R''} = ?$  მიმდევრობითი შეერთებისას  
 $R' = R_1 + R_2 + R_3; \quad R' = 6 \text{ ომ.}$

$R_1 = 1 \text{ ომ}$

$R_2 = 2 \text{ ომ}$

$R_3 = 3 \text{ ომ}$

პარალელური შეერთებისას

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

$$\frac{1}{R''} = \frac{1}{1} + \frac{1}{2} + \frac{1}{3} = \frac{6+3+2}{6} = \frac{11}{6}$$

$$R'' = \frac{6}{11} \text{ ომ}; \quad \frac{R'}{R''} = 6 : \frac{6}{11} = 11$$

$$\frac{R'}{R''} = 11.$$

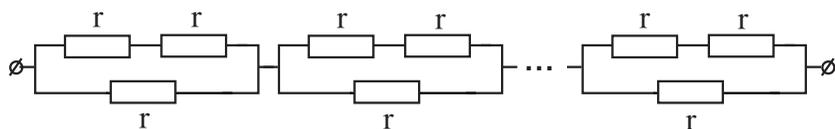
პასუხი:  $R_{\text{მიმდ}} = 11 R_{\text{პარ}}$

6.  $n = ?$

$R = 54 \text{ ომ}$

$r = 9 \text{ ომ}$

ექვივალენტური სქემა



პირველ უბანზე ორი რეზისტორია შეერთებული მიმდევრობით, მათი წინააღობა ტოლია  $2r = 18 \text{ ომ}$ .

ისინი პარალელურად არიან შეერთებული მესამე რეზისტორთან და უბნის სრული წინააღობა იქნება;

$$R_r = \frac{2r \cdot r}{2r + r} = \frac{18 \cdot 9}{27} = 6 \text{ (ომ)};$$

ე.ი. თითოეული უბნის სრული წინააღობაა  $R_r = 6 \text{ ომ}$ .

$$R = n R_r \quad n = \frac{R}{R_r} = \frac{54}{6} = 9.$$

პასუხი: 9.

## 2.10. ელექტრული წრედის ექვივალენტური კვლევა

I. კვლევის მიზანი. გამტარების მიმდევრობითი შეერთებისას დენის ძალისა და ძაბვების თანაფარდობის დადგენა.

- დასკვნა: ნათურების მიმდევრობითი შეერთებისას დენის ძალა წრედის ყოველ უბანზე ერთნაირია.
- დასკვნა: ნათურების მიმდევრობითი შეერთებისას წრედის უბანზე ძაბვა თითოეული ნათურის ბოლოებზე გაზომილი ძაბვების ჯამის ტოლია.

II. კვლევის მიზანი. გამტარების პარალელური შეერთებისას დენის ძალისა და ძაბვების თანაფარდობის დადგენა.

- დასკვნა: გამტარების პარალელურად შეერთებისას ძაბვა თითოეული გამტარის ბოლოებზე და წრედის უბანზე ერთმანეთის ტოლია, ხოლო დენის ძალა წრედის უბანზე ტოლია თითოეულ გამტარში დენის ძალების ჯამისა.

P.S. დასკვნები შეესაბამება იდეალური ამპერმეტრითა და ვოლტმეტრით ჩატარებულ ექსპერიმენტს.

## 2.11. ამოცანების ამოხსნა

1. $q - ?$	$q = It$	$q = 5 \text{ ა} \cdot 30 \text{ წმ} = 150 \text{ კ}$
$l = 5 \text{ ა}$		
$t = 30 \text{ წმ}$		პასუხი: 150 კ.

2. ა. როდესაც  $k$  ჩამრთველი ჩართულია, წრედის წინააღობაა  $R = \frac{r}{2}$ , რადგან დენი მეორე შტოს  $r$  წინააღობის რეზისტორში არ გაივლის, ვინაიდან სადენის წინააღობა ბევრად ნაკლებს რეზისტორის წინააღობაზე;

ბ. როდესაც  $k$  ჩამრთველი გამორთულია  $R = \frac{r}{2} + r = \frac{3}{2} r$   $R = 1,5 r$

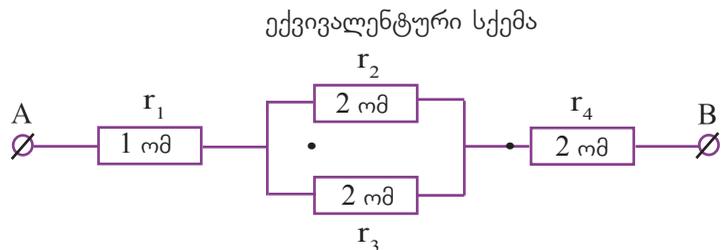
3. $\frac{R_{\text{მიმ}}}{R_{\text{პარ}}}$	$R_{\text{მიმ}} = 2r$	$\frac{R_{\text{მიმ}}}{R_{\text{პარ}}} = 2r : \frac{r}{2} = 4$
$r_1 = r_2 = r$	$R_{\text{პარ}} = \frac{r}{2}$	პასუხი: 4

5. $I_1; U_{AB} - ?$	$R = 3r + \frac{r}{2}$	$R = 6 \text{ ომ} + 1 \text{ ომ} = 7 \text{ ომ}$
$I = 6 \text{ ა}$	$U = IR$	$U = 7 \text{ ომ} \cdot 6 \text{ ა} = 42 \text{ ვ}$
$r = 2 \text{ ომ}$	$I_1 = \frac{U}{r}$	$U_1 = 42 \text{ ვ} - 36 \text{ ვ} = 6 \text{ ვ}$ $I_1 = \frac{6 \text{ ვ}}{2 \text{ ომ}} = 3 \text{ ა}$
	$U_1 = U - I \cdot 3r$	პასუხი: 3 ა, 42 ვ

6. $R - ?$	$R = R_{\text{მიმ}} + R_{\text{პარ}}$	$R_{\text{პარ}} = 6 \text{ ომ}$
$r = 12 \text{ ომ}$	$R_{\text{პარ}} = \frac{r}{2}$	$R_{\text{მიმ}} = 24 \text{ ომ}$
	$R_{\text{მიმ}} = 2R$	$R = 30 \text{ ომ}$
		პასუხი: 30 ომ.

7.  $R; I_1; I_2; I_3; I_4 - ?$

$r_1 = 1 \text{ ომ}$   
 $r_2 = r_3 = r_4 = 2 \text{ ომ}$   
 $U = 12 \text{ ვ}$



$$R = r_1 + r_4 + \frac{r_2 \cdot r_3}{r_2 + r_3}$$

$$R = 3 \text{ ომ} + \frac{4 \text{ ომ}}{4 \text{ ომ}} = 4 \text{ ომ}$$

$$I = \frac{U}{R} = \frac{12 \text{ ვ}}{4 \text{ ომ}} = 3 \text{ ა} \quad I = I_1 = I_4 = 3 \text{ ა}; \quad I_2 = I_3 = \frac{I}{2} = 1,5 \text{ ა.}$$

პასუხი: 4 ომ, 3 ა, 1,5 ა.

8.  $R; I; I_1; I_2; I_3 - ?$

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

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{10} + \frac{1}{25} + \frac{1}{50} = \frac{5+2+1}{50} = \frac{8}{50}$$

$$R = \frac{50}{8} = 6,25 \text{ (მმ)}$$

$$I = \frac{U}{R} = \frac{100 \text{ ვ}}{6,25 \text{ მმ}} = 16 \text{ ა}$$

$$I_1 = \frac{U}{R_1} = \frac{100 \text{ ვ}}{10 \text{ მმ}} = 10 \text{ ა}$$

$$I_2 = \frac{U}{R_2} = \frac{100 \text{ ვ}}{25 \text{ მმ}} = 4 \text{ ა}$$

$$I_3 = \frac{U}{R_3} = \frac{100 \text{ ვ}}{50 \text{ მმ}} = 2 \text{ ა}$$

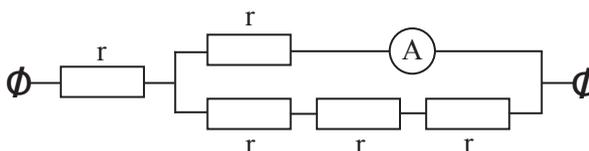
პასუხები: 6,25 მმ, 16 ა, 10 ა, 4 ა, 2 ა.

9.

$I_1 - ?$

$I = 10 \text{ ა}$

$r;$



$$U_1 = U_2$$

$$I_1 r = I_2 \cdot 3r \quad I_2 = \frac{I_1}{3}$$

$$I = I_1 + I_2 = I_1 + \frac{I_1}{3} = \frac{4}{3} I_1$$

$$4I_1 = 3I; \quad 4I_1 = 30$$

$$I_1 = \frac{30}{4} = 7,5 \text{ (ა)}$$

პასუხი: 7,5 ა.

10.

წრედის უბნის სრული წინააღობა:

$$R = r + \frac{r \cdot 3r}{r + 3r} = r + \frac{3r}{4} = 0,5 \text{ მმ} + \frac{3 \cdot 0,5 \text{ მმ}}{4} = \frac{5}{10} \text{ მმ} + \frac{1,5}{4} \text{ მმ} = \frac{10 \text{ მმ} + 7,5 \text{ მმ}}{20} =$$

$$\frac{17,5 \text{ მმ}}{20}; \quad U = IR = \frac{2 \text{ ა} \cdot 17,5 \text{ მმ}}{20} = 1,75 \text{ ვ}$$

პასუხი: 1,75 ვ.

11.

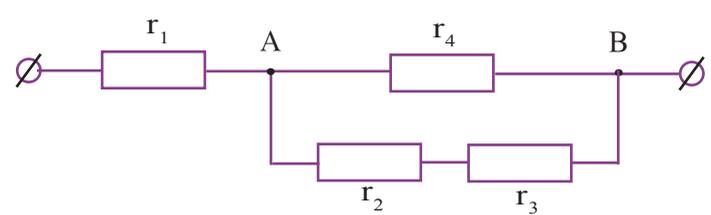
$n - ?$ $R = 72 \text{ } \Omega$ $R_1 = 2 \text{ } \Omega$	$R = nr$ (r თითოეული დაცოფილი ნაწილის წინაღობა) $r = \frac{R}{n}$ პარალელური შეერთებისას $R_1 = \frac{r}{n}$ $R_1 = \frac{r}{n} = \frac{R}{n} : n = \frac{R}{n^2}$ $n^2 = \frac{R}{R_1} = \frac{72}{2} = 36$ $n = \sqrt{36} = 6$
--	--

პასუხები: 6 ნაწილად

12.

$I_1; I_2; I_3; I_4 - ?$ $r_1 = r_2 = r_3 = r_4 = r = 6 \text{ } \Omega$ $U = 3 \text{ ვ}$	
--	--

ექვივალენტური სქემა



სრული წრედის წინაღობა იქნება:

$$R = r_1 + r_{AB} = r_1 + \frac{r_4 \cdot r_{23}}{r_4 + r_{23}} = 6 \text{ } \Omega + \frac{6 \cdot 12}{6 + 12} \text{ } \Omega = 6 \text{ } \Omega + \frac{6 \cdot 12}{18} \text{ } \Omega = 10 \text{ } \Omega$$

$$I_1 = \frac{U}{R} = \frac{3 \text{ ვ}}{10 \text{ } \Omega} = 0,3 \text{ ა}$$

$$I_1 = 0,3 \text{ ა}; \quad U_{AB} = I_1 \cdot \frac{6 \cdot 12}{18} = 0,3 \text{ ა} \cdot 4 \text{ } \Omega = 1,2 \text{ ვ}$$

$$I_4 = \frac{U_{AB}}{r_4} = \frac{1,2 \text{ ვ}}{6 \text{ } \Omega} = 0,2 \text{ ა}$$

$$I_2 = I_3; \quad I_2 = \frac{U_{AB}}{r_3 + r_2} = \frac{1,2 \text{ ვ}}{6 \text{ } \Omega + 6 \text{ } \Omega} = \frac{1,2 \text{ ვ}}{12 \text{ } \Omega} = 0,1 \text{ ა}$$

პასუხი:  $I_1 = 0,3 \text{ ა}; \quad I_2 = I_3 = 0,1 \text{ ა} \quad \text{და} \quad I_4 = 0,2 \text{ ა};$

## 2.12. გამტარების წინააღობის ექსპერიმენტული კვლევა

- I. დასკვნა. აღმოჩნდა, რომ გამტარში გამავალი დენის ძალის სიდიდე დამოკიდებულია ნივთიერების გვარობაზე.
- II. დასკვნა. გამტარში გამავალ დენს განსაზღვრავს წრედში არსებული გამტარის წინააღობა. დენის ძალა გამტარში შემცირდა, როცა გამტარის სიგრძე გაიზარდა. დენის ძალა მცირდება წინააღობის გაზრდის შედეგად. ამგვარად, წინააღობა გამტარის სიგრძის პირდაპირპროპორციულია.
- III. დასკვნა. დიდი განივი კვეთის ფართობის გამტარის წრედში ჩართვისას დენი იზრდება. ე.ი. გამტარის წინააღობა მცირდება. ამგვარად წინააღობა უკუპროპორციულია გამტარის განივი კვეთის ფართობისა.

## 2.13. კუთრი წინააღობა

**ქვეცნებები:** გამტარის კუთრი წინააღობა, რეოსტატი.

- **მკვიდრი წარმოდგენები.** გამტარის წინააღობა დამოკიდებულია გამტარის გეომეტრიულ ზომებზე (სიგრძეზე, განივი კვეთის ფართობზე) და ნივთიერების კუთრი წინააღობაზე. გამტარის წინააღობა არ არის დამოკიდებული წრედში დენის ძალის რიცხვით მნიშვნელობაზე და ძაბვაზე.

### გაანალიზება

<p>1. <math>\frac{R_2}{R_1} - ?</math></p> <p><math>\rho_1 = \rho_2 = \rho</math></p> <p><math>l_1 = 2l</math></p> <p><math>S_2 = \frac{S}{2}</math></p>	<p><math>R_1 = \rho \frac{l}{S}</math></p> <p><math>R_2 = \rho \frac{l_2}{S_2} = \rho \frac{2l_1 \cdot 2}{S_1} = \rho \frac{4l_1}{S_1}</math></p> <p><math>\frac{R_2}{R_1} = \rho \frac{4l}{S} : \rho \frac{l}{S} = 4</math></p>
--	--

პასუხი: სპილენძის მავთულის წინააღობა 4-ჯერ გაიზარდება.

<p>2. <math>\frac{R_2}{R_1} - ?</math></p> <p><math>\rho_1 = \rho_2 = \rho</math></p> <p><math>S_1 = S_2 = S</math></p> <p><math>l_1 = 10 \text{ სმ} = 0,1 \text{ მ}</math></p> <p><math>l_2 = 0,8 \text{ მ}</math></p>	<p><math>R_1 = \rho \frac{l_1}{S_1}</math></p> <p><math>R_2 = \rho \frac{l_2}{S_2}</math></p> <p><math>\frac{R_2}{R_1} = \frac{l_2}{l_1} = 8</math></p>
---	---

პასუხი: მეორეს გამტარის წინააღობა 8-ჯერ მეტია ვიდრე პირველისა.

3. ვიცით რომ  $R_1 = \rho \frac{l}{S}$

დავაფიქსიროთ გამტარის რაიმე სიგრძის რიცხვითი მნიშვნელობა, მაგ;  $l = 2$  მ, მაშინ მეტი წინაღობა ექნება გამტარს, რომლის განივიკვეთის ფართობი ყველაზე მცირეა. აქედან გამომდინარე:  $S_3 < S_2 < S_1$ .

**საშინაო დავალება:**

<p>1. <math>R - ?</math>  <math>l = 15</math> მ  <math>S = 0,1</math> მმ<sup>2</sup>  <math>\rho = 1,1 \frac{\text{ომ} \cdot \text{მმ}^2}{\text{მ}}</math></p>	<p><math>R = \rho \frac{l}{S}</math>  <math>R = 1,1 \frac{\text{ომ} \cdot \text{მმ}^2}{\text{მ}} \cdot \frac{15}{0,1} = 165</math> ომ.                    პასუხი: 165 ომ.</p>
--	---

<p>2. <math>I - ?</math>  <math>l = 10</math> მ  <math>S = 2</math> მმ<sup>2</sup>  <math>U = 12</math> ვ = 0,012 ვ  <math>\rho = 0,10 \frac{\text{ომ} \cdot \text{მმ}^2}{\text{მ}}</math></p>	<p><math>I = \frac{U}{R}</math>  <math>R = \rho \frac{l}{S}</math>  <math>R = 0,1 \frac{\text{ომ} \cdot \text{მმ}^2}{\text{მ}} \cdot \frac{10}{2} = 0,5</math> ომ  <math>I = \frac{0,012}{0,5} = 0,024</math> ა.                    პასუხი: 0,024 ა.</p>
--	--

<p>3. <math>l - ?</math>  <math>S = 0,1</math> მმ<sup>2</sup>  <math>U = 220</math> ვ  <math>I = 4</math> ა  <math>\rho = 0,40 \frac{\text{ომ} \cdot \text{მმ}^2}{\text{მ}}</math></p>	<p><math>R = \rho \frac{l}{S}</math>  <math>l = \frac{RS}{\rho}</math>  <math>R = \frac{U}{I}</math>  <math>R = \frac{220}{4} = 55</math> ომ  <math>l = \frac{55 \cdot 0,1}{0,4} = 13,75</math> მ.                    პასუხი: 13,75 მ.</p>
--	--

<p>4. <math>m - ?</math>  <math>S = 1</math> მმ<sup>2</sup> = <math>10^{-6}</math> მ<sup>2</sup>  <math>R = 10</math> ომ  <math>\rho_0 = 8770</math> კგ/მ<sup>3</sup>  <math>\rho = 0,4 \cdot 10^{-6}</math> ომ·მ</p>	<p><math>m = \rho_0 V = \rho_0 S l</math>                  სადაც <math>\rho_0</math> ნიკელინის სიმკვრივეა.  <math>R = \rho \frac{l}{S}, \quad l = \frac{RS}{\rho}</math>  <math>l = \frac{10 \cdot 10^{-6}}{0,4 \cdot 10^{-6}} = 25</math> მ.  <math>m = 8770 \frac{\text{კგ}}{\text{მ}^3} \cdot 10^{-6} \cdot 25 = 219</math> გ.                    პასუხი: 219 გ.</p>
---	---

<p>5. <math>R - ?</math></p> <hr/> <p><math>l = 1 \text{ კმ} = 1000 \text{ მ}</math>  <math>\rho = 0,028 \frac{\text{ომ} \cdot \text{მმ}^2}{\text{მ}}</math>  <math>n_1 = 10</math>  <math>n_2 = 12</math></p>	<p><math>R = \rho \frac{l}{S}</math></p> <p>სახაზავით გაზომვის შედეგად  დიამეტრი <math>d_1 = 2 \text{ მმ}</math>.  განივკვეთის ფართობი  <math>S_1 = \pi r^2</math>  <math>S_1 = 3,14 \cdot 1^2 \text{ მმ}^2 = 3,14 \text{ მმ}^2</math>  <math>S = n_2 S_1 = 10 \cdot 3,14 \text{ მმ}^2 = 37,68 \text{ მმ}^2</math>.  <math>R = 0,028 \frac{\text{ომ} \cdot \text{მმ}^2}{\text{მ}} \cdot \frac{1000 \text{ მ}}{37,68 \text{ მმ}^2} = 0,74 \text{ ომ}</math>.  პასუხი: <math>0,74 \text{ ომ}</math>.</p>
--	--

## 2.14. ელექტრული დენის მუშაობა და სიმძლავრე

**ქვეცნებები:** ელექტრული დენის მუშაობა. მუშაობის ერთეული. ვატსაათი. სიმძლავრე.

### ბაზრება

<p>1. <math>P_2 - ?</math></p> <hr/> <p><math>P_1; R; 2R</math></p>	<p><math>R</math> და <math>2R</math> რეზისტორები პარალელურადაა შეერთებული, ამიტომ:</p> <p><math>P_1 = \frac{U^2}{R}; \quad P_2 = \frac{U^2}{2R}</math>  <math>U^2 = P_1 R; \quad u_2 = 2 P_2 R</math>  <math>P_1 R = 2 P_2 R; \quad P_1 = 2 P_2</math>  პასუხი: <math>P_2 = 0,5 P_1</math></p>
---	--

2. ა. პარალელურად შეერთებისას

$$P_1 = \frac{U^2}{R:2} = \frac{2U^2}{R}$$

ბ. მიმდევრობითი შეერთებისას  $P_2 = \frac{U^2}{2R}$

$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{2U^2}{R} : \frac{U^2}{2R} = 4$$

პასუხი:  $P_1 = 4P_2$

3. 1 სიგრძის გამტარის წინააღობაა  $R$

$\frac{1}{2}$  სიგრძის გამტარის წინააღობაა  $\frac{R}{2}$ , რადგან  $R \sim l$

1 სიგრძის გამტარის სიმძლავრეა  $P_1 = \frac{U^2}{R}$

$\frac{1}{2}$  სიგრძის პარალელურად შეერთებული გამტარების წინააღობაა  $\frac{R}{4}$

$\frac{1}{2}$  სიგრძის პარალელურად შეერთებული გამტარების სიმძლავრე იქნება:

$$P_2 = \frac{4U^2}{R}$$

$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{U^2}{R} : \frac{4U^2}{R}; \quad \frac{P_1}{P_2} = \frac{1}{4}$$

პასუხი: შემცირდება 4-ჯერ.

### საშინაო დავალები:

<p>1. <math>P - ?</math></p> <p><math>A_1 = 03634</math> კვტ.სთ</p> <p><math>A_2 = 03825</math> კვტ.სთ</p> <p><math>t = 24</math> სთ <math>\cdot 7 = 168</math> სთ</p>	$P = \frac{A_2 - A_1}{t}$	$P = \frac{191 \text{ კვტ.სთ}}{168 \text{ სთ}} = 1,14 \text{ კვტ}$
<p>პასუხი: 1,14 კვტ.</p>		

<p>2. <math>A - ?</math></p> <p><math>t = 3</math> წთ = 180 წმ</p> <p><math>I = 0,7</math> ა</p> <p><math>U = 10</math> ვ</p>	$A = UIt$	$A = 10 \text{ ვ} \cdot 0,7 \text{ ა} \cdot 0,05 \text{ სთ} = 0,35 \text{ ვტ.სთ}$
<p>პასუხი: 0,35 ვტ.სთ</p>		

<p>3. <math>P - ?</math></p> <p><math>U = 12</math> ვ</p> <p><math>R = 7</math> ომ</p>	$P = \frac{U^2}{R}$	$P = \frac{144}{7} \text{ ვტ} = 20,6 \text{ ვტ}$
<p>პასუხი: 20,6 ვტ.</p>		

<p>4. <math>P_2 - ?</math></p> <p><math>R_1 = 120</math> ომ</p> <p><math>R_2 = 180</math> ომ</p> <p><math>P_1 = 60</math> მვტ = <math>60 \cdot 10^{-3}</math> ვტ</p>	$P_1 = \frac{U^2}{R_1}$	$P_2 = \frac{U^2}{R_2}$
$\frac{P_1}{P_2} = \frac{U^2 R_2}{R_1 U^2} = \frac{R_2}{R_1}$		
$P_2 = \frac{P_1 R_1}{R_2} = \frac{60 \cdot 10^{-3} \cdot 120}{180} = 40 \text{ მვტ}$		
<p>პასუხი: 40 მვტ</p>		

## 2.15. ჯოულ-ლენცის კანონი

- **მკვიდრი ნარმოდგენები.** გამტარის მიმდევრობითი შეერთებისას მეტი სითბო გამოიყოფა იმ გამტარზე, რომლის წინააღობაც მეტია.  
გამტარის პარალელური შეერთებისას მეტი სითბო გამოიყოფა იმ გამტარზე, რომლის წინააღობაც ნაკლებია.

### ბაზრება

- ჯოულ-ლენცის კანონის თანახმად ერთი და იგივე წინააღობის ნათურების სიკაშკაშე მიმდევრობით და პარალელური შეერთებისას სხვადასხვა იქნება.

აზრობრივი ექსპერიმენტი.

- პარალელური შეერთებისას, დენის გაყოფის გამო, მეტი დენი გაივლის პარალელური შეერთების იმ შტოში, სადაც წინააღობა ნაკლებია, ამიტომ მცირე წინააღობის ნათურაში დენის ძალა მეტი იქნება, ჯოულ-ლენცის კანონის თანახმად მასში მეტი სითბო გამოიყოფა;
- მიმდევრობით შეერთებისას დენის ძალა ყველა ნათურაში ერთნაირია, ამიტომ ჯოულ-ლენცის კანონის თანახმად მეტი სითბო გამოიყოფა გამტარში, რომლის წინააღობა მეტია.

### საშინაო დავალება:

$$1. \frac{Q_2}{Q_1} = ?$$

$$U_2 = \frac{U_1}{3}$$

$$R_1 = R_2 = R$$

$$Q_1 = \frac{U_1^2}{R}$$

$$Q_2 = \frac{U_1^2}{9R}$$

$$\frac{Q_2}{Q_1} = \frac{U_1^2}{9R} : \frac{U_1^2}{R} = \frac{1}{9}$$

პასუხი: შემცირდება 9-ჯერ.

2.

$$\frac{P_1}{P_2} = ?$$

$$r_1 = r_2 = r_3 = r_4 = r_5 = r$$

ზედა შტოს  $R_1$

$$R_1 = r + \frac{r}{2} = \frac{3}{2} r$$

$$R_2 = \frac{r}{2}$$

$$P_1 = \frac{2U^2}{3r}$$

$$P_2 = \frac{2U^2}{r}$$

$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{1}{3}$$

$$P_1 < P_2$$

წრედის მეორე შტოს წინააღობა ნაკლებია, ამიტომ მისი სიმძლავრე მეტია და მეტად იკაშკაშებს  $r_4$  და  $r_5$  წინააღობის ნათურები.

პასუხი:  $r_4, r_5$

3.  $Q - ?$

---

$t = 20 \text{ წთ} = 1200 \text{ წმ}$   
 $R = 20 \text{ ომ}$   
 $I = 4 \text{ ა}$

$Q = I^2 R t$

$Q = (4 \text{ ა})^2 \cdot 20 \text{ ომ} \cdot 1200 \text{ წმ} = 384 \text{ კჯ}$

პასუხი: 384 კჯ.

4.  $A, P, R - ?$

---

$U = 220 \text{ ვ}$   
 $I = 0,5 \text{ ა}$   
 $t = 45 \text{ წთ} = 2700 \text{ წმ} = 0,75 \text{ სთ}$

$R = \frac{U}{I} \quad R = \frac{220 \text{ ვ}}{0,5 \text{ ა}} = 440 \text{ ომ} \quad P = IU = 110 \text{ ვტ}$

$A = I U t = 220 \text{ ვ} \cdot 0,5 \text{ ა} \cdot 0,75 \text{ სთ} = 82,5 \text{ ვტ.სთ} = 0,08 \text{ კვტ.სთ}$

პასუხი: 0,08 კვტ.სთ, 440 ომ, 110 ვტ.

5.  $\frac{A_2}{A_1} - ?$

---

$t = 1 \text{ სთ}$   
 $n = 4$   
 $r_1 = r_2 = r_3 = r_4 = r$

პარალელურად შეერთებისას ნათურების დამატებამდე

$R = \frac{r}{4} \text{ და } A = \frac{4U^2}{r} t$

ა) პარალელურად 4 ნათურის დამატებისას

$R_1 = \frac{r}{8}$

$A_1 = \frac{8U^2}{r} t$

$\frac{A_1}{A} = \frac{8U^2}{r} t : \frac{4U^2}{r} t = 2$

$A_1 = 2A$  ელექტრული ენერჯიის დანახარჯი მოიმატებს 2-ჯერ.

ბ) მიმდევრობით 4 ნათურის დამატებისას

$R_2 = \frac{r}{4} + 4r = \frac{17r}{4}$

$A_2 = U^2 : \frac{17r}{4} t = \frac{4U^2}{17r} t$

$\frac{A}{A_2} = \frac{4U^2}{r} t : \frac{4U^2}{17r} t = 17$

ელექტრული ენერჯიის დანახარჯი შემცირდება 17-ჯერ

პასუხი: მოიმატებს 2-ჯერ, შემცირდება 17-ჯერ.

6.  $\frac{Q_1}{Q_2} - ?$

---

$P_1 = P_2 = P$   
 $t_1 = t_2 = t$   
 $U_1 = 220 \text{ ვ}$   
 $U_2 = 110 \text{ ვ}$   
 $U = 100 \text{ ვ}$

$P_1 = \frac{U_1^2}{R_1}; \quad P_2 = \frac{U_2^2}{R_2}$

რადგან  $P_1 = P_2 \quad \frac{U_1^2}{R_1} = \frac{U_2^2}{R_2} \Rightarrow$

$\frac{U_1^2}{U_2^2} = \frac{R_1}{R_2}$

$$\text{ანუ } \frac{R_1}{R_2} = \frac{48\,400}{12\,100} = 4$$

$$Q_1 = \frac{U^2}{R_1} t; \quad Q_2 = \frac{U^2}{R_2} t; \quad \frac{Q_1}{Q_2} = \frac{R_2}{R_1} = \frac{1}{4} \quad \frac{Q_2}{Q_1} = 4$$

$$\text{პასუხი: } \frac{Q_2}{Q_1} = 4$$

## 2.16. დენის წყაროს ელემენტომათრიკაზე დავალები

**ქვეცნებები:** ელემენტომათრიკაზე დავალები

► **მკვიდრი წარმოდგენები.** დენის წყაროში პოლუსებზე პოტენციალთა სხვაობას ქმნის გარე არა-ელემენტური ძალების მიერ შესრულებული მუშაობა.

### გაანალიზება

სრული წინააღმდეგობა ბატარეაში ელემენტების მიმდევრობით შეერთებისას იკრიბება, ამიტომ თუ შიდა წინააღმდეგობები ტოლია  $R = 3 r$ .

სრული შიდა წინააღმდეგობა ბატარეაში ელემენტების პარალელურად შეერთებისას, ელემენტების ტოლი შიდა წინააღმდეგობებისას, იქნება  $R = \frac{r}{3}$ .

### საშინაო დავალება:

$e; r - ?$	$e =  e_1  -  e_2 $
$e_1 = 4,5 \text{ ვ}$	$r = r_1 + r_2$
$e_2 = 1,5 \text{ ვ}$	$e = 4,5 - 1,5 = 3 \text{ ვ}$
$r_1 = 1,5 \text{ ომ}$	$r = 1,5 + 0,5 = 2 \text{ ომ}$
$r_2 = 0,5 \text{ ომ}$	პასუხი: 3 ვ, 2 ომ.

## 2.17. ომის კანონი სრული წრედისთვის

**ქვეცნებები:** გარე წინააღმდეგობა, შიდა წინააღმდეგობა, სრული წინააღმდეგობა, მოკლე ჩართვა.

► **მკვიდრი წარმოდგენები.** დენის წყაროს ემძ ტოლია გარე და შიდა წინააღმდეგობებზე დაბრუნებული მუშაობის:  $e = IR + Ir$ .

### გაანალიზება

- წინააღმდეგობა გაიზარდება;
- დენის ძალა არ შეიცვლება;
- დაბრუნებული მუშაობა არ შეიცვლება.

**საშინაო დავალება:**

$$\begin{array}{l|l}
 1. \quad \frac{U-?}{e=5 \text{ ვ}} & I = \frac{e}{R+r} = 0,12 \text{ ა} \\
 r=0,2 \text{ ომი} & U = IR = 4,8 \text{ ვ} \\
 R=40 \text{ ომი} & \text{პასუხი: } 4,8 \text{ ვ.}
 \end{array}$$

$$\begin{array}{l|l}
 2. \quad \frac{I-?}{e=12 \text{ ვ}} & I = \frac{e}{R+r} = \frac{e}{r} = 1200 \text{ ა} \\
 r=0,01 \text{ ომი} & \\
 R=0 \text{ ომი} & \text{პასუხი: } 1200 \text{ ა.}
 \end{array}$$

3. აზრობრივი ექსპერიმენტი.

$$\begin{array}{l|l}
 e; r-? & \left. \begin{array}{l} I_1 = \frac{e}{R_1+r} \\ I_2 = \frac{e}{R_2+r} \end{array} \right\} r = \frac{I_1 R_1 - I_2 R_2}{I_2 - I_1} = \frac{U_1 - U_2}{I_2 - I_1} = 1 \text{ ომ} \\
 I_1 = 10 \text{ ა} & \\
 U_1 = 40 \text{ ვ} & e = U_1 + I_1 r = 50 \text{ ვ} \\
 I_2 = 20 \text{ ა} & \\
 U_2 = 30 \text{ ვ} & \text{პასუხი: } 50 \text{ ვ, } 1 \text{ ომ.}
 \end{array}$$

**2.18. ამოცანების ამოხსნა**

1.

ა		ბ	
I	U	I	U
4	1	3	2

$$\begin{array}{l|l|l}
 2. \quad \frac{I_a-?}{R=2 \text{ ომ}} & I_a = \frac{e}{r} & r = \frac{1,5 \text{ ვ}}{0,5 \text{ ა}} - 2 \text{ ომ} = 1 \text{ ომ} \\
 I=0,5 \text{ ა} & e = I(R+r) & \\
 e=1,5 \text{ ვ} & r = \frac{e}{I} - R & I_a = \frac{1,5 \text{ ვ}}{1 \text{ ომ}} = 1,5 \text{ ა} \\
 & \text{პასუხი: } I_a = 1,5 \text{ ა} &
 \end{array}$$

<p>3. <math>U; P - ?</math></p> <hr/> <p><math>e = 80 \text{ ჰ}</math></p> <p><math>r_1 = 0,2 \text{ მმ}</math></p> <p><math>r_2 = 0,1 \text{ მმ}</math></p> <p><math>R = 0,5 \text{ მმ}</math></p>	<p><math>I = \frac{e}{R+r_1+r_2}</math></p> <p><math>U = I R</math></p> <p><math>P = I^2 R</math></p> <p><math>R = R_1 + r_2</math></p>	<p><math>I = \frac{80 \text{ ჰ}}{0,5 \text{ მმ} + 0,2 \text{ მმ} + 0,1 \text{ მმ}} = \frac{80 \text{ ჰ}}{0,8 \text{ მმ}} = 100 \text{ ა}</math></p> <p><math>P = (100 \text{ ა})^2 \cdot 0,6 \text{ მმ} = 10000 \cdot 0,6 = 6000 \text{ ვტ}</math></p> <p><math>U = 100 \text{ ა} \cdot 0,6 \text{ მმ} = 50 \text{ ჰ}</math></p> <p>პასუხი: 60 ჰ, 6 ვტ.</p>
---	---	---

<p>4. <math>e - ?</math></p> <hr/> <p><math>r = 0,2 \text{ მმ}</math></p> <p><math>I = 10 \text{ ა}</math></p> <p><math>P = 100 \text{ ვტ}</math></p>	<p><math>e = I(R + r)</math></p> <p><math>P = I^2 R</math></p> <p><math>R = \frac{P}{I^2}</math></p>	<p><math>R = \frac{100}{100} \text{ მმ} = 1 \text{ მმ}</math></p> <p><math>e = 10 \text{ ა} (1 \text{ მმ} + 0,2 \text{ მმ}) = 12 \text{ ჰ}</math></p>
---	--	---

პასუხი:  $e = 12 \text{ ჰ}$

<p>5. <math>I; P - ?</math></p> <hr/> <p><math>e = 12 \text{ ჰ}</math></p> <p><math>r = 1 \text{ მმ}</math></p> <p><math>R = 5 \text{ მმ}</math></p>	<p><math>I = \frac{e}{R+r}</math></p> <p><math>P = I^2 R</math></p>	<p><math>I = \frac{12 \text{ ჰ}}{6 \text{ მმ}} = 2 \text{ ა}</math></p> <p><math>P = 4 \cdot 5 = 20 \text{ ვტ}</math></p> <p>პასუხი: 2 ა, 20 ვტ</p>
--	---	---

<p>6. <math>e; r - ?</math></p> <hr/> <p><math>R_1 = 16 \text{ მმ}</math></p> <p><math>I_1 = 1 \text{ ა}</math></p> <p><math>R_2 = 8 \text{ მმ}</math></p> <p><math>I_2 = 1,8 \text{ ა}</math></p>	<p><math>I_1 = \frac{e}{R_1+r}</math></p> <p><math>I_2 = \frac{e}{R_2+r}</math></p> <p><math>\frac{I_2}{I_1} = \frac{R_1+r}{R_2+r}</math></p> <p><math>e = I_1(R_1+r)</math></p>	<p><math>\frac{1,8 \text{ ა}}{1 \text{ ა}} = \frac{16 \text{ მმ} + r}{8 \text{ მმ} + r}</math></p> <p><math>1,8 \cdot 8 + 1,8 r = 16 + r</math></p> <p><math>0,8 r = 16 - 14,4</math></p> <p><math>0,8 r = 1,6</math></p> <p><math>r = 2 \text{ მმ}</math></p> <p><math>e = 1 \text{ ა} (16 \text{ მმ} + 2 \text{ მმ}) = 18 \text{ ჰ}</math></p>
--	--	--

პასუხი:  $r = 2 \text{ მმ}$ ;  $e = 18 \text{ ჰ}$

$$7. \quad U_3; U_4 - ?$$

$$U_1 = 6 \text{ ვ}$$

$$U_2 = 3 \text{ ვ}$$

$$e = U_1 = 6 \text{ ვ}$$

$$U_2 = IR = \frac{eR}{r+R} = \frac{eR}{R(\frac{r}{R} + 1)} = \frac{e}{1 + \frac{r}{R}}$$

$$\frac{r}{R} = \frac{e}{U_2} - 1 = \frac{U_1}{U_2} - 1 = \frac{6}{3} - 1 = 1 \quad R = r$$

მიმდევრობით ასეთივე ორი რეზისტორის შეერთებისას.

$$R = 2r \quad \text{და} \quad U_3 = \frac{e}{1 + \frac{1}{2}} = \frac{2}{3} e = 4 \text{ ვ}$$

პარალელურად ასეთივე ორი რეზისტორის შეერთებისას.

$$R = \frac{r}{2} \quad \text{და} \quad U_4 = \frac{e}{1 + 2} = \frac{e}{3} = 2 \text{ ვ}$$

პასუხი: 4 ვ, 2 ვ.

## 2.19. ელემენტური დენი ლითონებში

### საშინაო დავალება:

$t - ?$	$t = \frac{l}{v} = \frac{10 \text{ მ}}{10^{-4} \text{ მ/წმ}} = 27,7 \text{ სთ}$
$l = 10 \text{ მ}$	
$v = 10^{-4} \frac{\text{მ}}{\text{წმ}}$	

პასუხი:  $t \approx 28 \text{ სთ}$

## 2.20. ელემენტური დენი სითხეებში

**ქვეცნებები:** ელექტროლიტური დისოციაცია, რეკომბინაცია, ანოდი, კათოდი, ანიონი, კათიონი, ელექტროლიზი, ელექტროქიმიური ექვივალენტი.

**მკვიდრი წარმოდგენები:** დენის გამტარებია მჟავების, მარილების, ტუტეების წყალხსნარები ან ნალღობები. სითხეებში დენის გავლისას ხდება ნივთიერების გადატანა. ლითონებში დენის გავლისას არ ხდება ნივთიერების გადატანა. ელექტროლიტებში მუხტების გადამტანებია დადებითი და უარყოფითი იონები.

### გააზრება

- წრედში დენის გავლის შედეგად მიმდინარეობს ოქროს მარილის ელექტროლიზი.
- კოვზი უნდა შეუერთდეს უარყოფით პოლუსს. ანუ კოვზი კათოდი. რადგან ოქროს იონები დადებითადაა დამუხტული, დენის გავლის შედეგად ისინი იწყებენ კათოდისაკენ მიმართულ მოწესრიგებულ მოძრაობას. მიიერთებენ რა კათოდიდან ელექტრონებს აღდგებიან და კოვზზე დაილექება ოქრო.

**საშინაო დავალები:**

1.  $t = ?$   
 $I = 2 \text{ ა}$   
 $k = 0,30 \cdot 10^{-6} \text{ კგ/კ}$   
 $m = 1,8 \text{ გ} = 1,8 \cdot 10^{-3} \text{ კგ}$

$$t = \frac{m}{kI} = \frac{0,0018}{0,30 \cdot 10^{-6} \cdot 2} = \frac{18}{0,006} = 3000 \text{ წმ} = 50 \text{ წთ}$$

პასუხი: 50 წთ.

2.  $m_2 = ?$   
 $k_1 = 0,3 \cdot 10^{-5} \text{ კგ/კ}$   
 $k_2 = 0,18 \cdot 10^{-5} \text{ კგ/კ}$   
 $m_1 = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ კ}$

აბაზანებში გაიარა ერთმა და იმავე დენმა.

$$m = kIt \quad It = \frac{m}{k}$$

$$\frac{m_1}{k_1} = \frac{m_2}{k_2}; \quad m_2 = m_1 \frac{k_2}{k_1} = 0,006 \text{ კგ} = 6 \text{ გ}$$

პასუხი: 6 გ.

3.  $k = ?$   
 $t = 20 \text{ წთ} = 1200 \text{ წმ}$   
 $I = 0,5 \text{ ა}$   
 $m_1 = 70,4 \text{ გ} = 70,40 \cdot 10^{-3} \text{ კგ}$   
 $m_2 = 70,58 \text{ გ} = 70,58 \cdot 10^{-3} \text{ კგ}$

$$Dm = m_2 - m_1 = 1,8 \cdot 10^{-4} \text{ კგ}$$

$$Dm = kIt$$

$$k = \frac{Dm}{It} = 3 \cdot 10^{-7} \text{ კგ/კ}$$

პასუხი:  $3 \cdot 10^{-7} \text{ კგ/კ}$

4.  $t = ?$   
 $U = 5 \text{ ვ}$   
 $I = 40 \text{ კა} = 40000 \text{ ა} = 4 \cdot 10^4 \text{ ა}$   
 $m_1 = 1 \text{ ტ} = 1000 \text{ კგ}$

$$m = kUt$$

$$t = \frac{m}{kU} = \frac{10^3}{0,093 \cdot 10^{-6} \cdot 4 \cdot 10^4}$$

$$t = 2,688 \cdot 10^5 \text{ წმ} = 4480 \text{ წთ} = 74,67 \text{ სთ} = 3,1 \text{ დღეღამე}$$

პასუხი: 3,1 დღეღამე.

## 2.21. სითხეებში ელექტრონული დენის ექსპერიმენტული კვლევა

ექსპერიმენტის მიზანი:

დენის ქიმიური მოქმედებების ექსპერიმენტული კვლევა

დასკვნა. გამოხდელ წყალში ელექტროდების დენის წყაროსთან შეერთებისას ნათურა არ აინ-  
თო, ე.ი. გამოხდელი წყალი დენს არ ატარებს. გამოხდელ წყალში მარილის გახსნის  
შედეგად მიიღება ელექტროლიტი, რომელშიც წარმოქმნილია იონები, წრედში ჩართ-  
ველის ჩართვისას მარილის წყალხსნარში ჩაშვებულ ელექტროდებს შორის დენმა  
გაიარა. რაც გამოწვეულია მარილის წყალხსნარის იონების მიმართული, მონესრიგე-  
ბული მოძრაობით ელექტრულ ველში.

აზრობრივი ექსპერიმენტი.

შაბიამნის წყალხსნარში დენის გავლის შემდეგ კათოდზე (უარყოფითად დამუხტულ ელექ-  
ტროდზე) გამოიყო სპილენძი. ამიტომ დაირღვა წონასწორობა სასწორზე. გამოყო-  
ფილი სპილენძის მასა გამაწონასწორებელი საწონის მასის ტოლია  $m = 200$  მგ.  
ამპერმეტრის ჩვენებაა  $I = 0,8$  ა. ფარადეის კანონის თანახმად  $m = kIt$ . ცხრილიდან  
ელექტროქიმიური ექვივალენტი სპილენძისათვის  $k = 0,33 \cdot 10^{-6}$  კგ/კ. მაშინ დენის

$$\text{გავლის დრო იქნება } t = \frac{m}{kI} \approx 12 \text{ წთ.}$$

## 2.22. გამტარის წინააღობის დამოკიდებულება ტემპერატურაზე

**ქვეცნებები:** წინააღობის ტემპერატურული კოეფიციენტი, კრიტიკული ტემპერატურა, ზეგამტარი.

**მკვიდრი წარმოდგენები:** გამტარების წინააღობა ტემპერატურის გაზრდით იზრდება.

ნახევარგამტარებისა და ხსნარების (ელექტროლიტების) წინააღობა ტემპერატურის გაზრ-  
დით მცირდება.

### გააზრება

ექსპერიმენტის მიზანი: ტემპერატურის შეცვლისას გამტარის წინააღობის ცვლილების კვლევა.

დასკვნა. ცდის შედეგად ჩანს, რომ სპირალის გახურებით ამპერმეტრის ჩვენება მცირდება, ე.ი.  
სპირალის წინააღობა იზრდება.

### საშინაო დავალება:

<p>1.</p> $\frac{t_2 - ?}{t_1 = 20^\circ \text{C}}$ $R_1 = 60 \text{ } \Omega$ $a = 0,0048 \text{ } \text{გრად}^{-1}$ $R_2 = 636 \text{ } \Omega$	$\frac{R_1}{R_2} = \frac{1 + a t_1}{1 + a t_2}$ $t_2 = 2230^\circ \text{C}$ <p>პასუხი: <math>2230^\circ \text{C}</math></p>
---	---

2.

$$R_2 - ?$$

$$R_1 = 10 \text{ ომ}$$

$$t_1 = 20^\circ \text{ C}$$

$$t_2 = 700^\circ \text{ C}$$

$$a = 0,0003 \text{ გრად}^{-1}$$

$$R_1 = R_0(1 + a t_1)$$

$$R_2 = R_0(1 + a t_2)$$

$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{1 + a t_1}{1 + a t_2} = 0,83$$

$$R_2 = 12 \text{ ომ}$$

პასუხი: 12 ომ

3.

$$t_2 - ?$$

$$t_1 = 20^\circ \text{ C}$$

$$R_1 = 2 \text{ ომ}$$

$$R_2 = 2,4 \text{ ომ}$$

$$a = 0,0043 \text{ გრად}^{-1}$$

$$R_1 = R_0(1 + a t_1)$$

$$R_2 = R_0(1 + a t_2)$$

$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{1 + a t_1}{1 + a t_2} = 0,83$$

$$t_2 = 70,5^\circ \text{ C}$$

პასუხი: 70,5° C.

აზრობრივი ექსპერიმენტი

$$a - ?$$

$$U_1 = 6 \text{ ვ}$$

$$t_1 = 24^\circ \text{ C}$$

$$I_1 = 1,1 \text{ ა}$$

$$U_2 = 6 \text{ ვ}$$

$$I_2 = 0,9 \text{ ა}$$

$$t_2 = 90^\circ \text{ C}$$

$$R_1 = \frac{U_1}{I_1} = 5,45 \text{ ომ}$$

$$R_2 = \frac{U_2}{I_2} = 6,66 \text{ ომ}$$

სპირალის წინაღობა ოთახის ტემპერატურაზე

$$R_1 = R_0(1 + a t_1)$$

სპირალის წინაღობა გახურების შემდეგ

$$R_2 = R_0(1 + a t_2)$$

$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{1 + a t_1}{1 + a t_2} = 0,83$$

$$\frac{R_1}{R_2} \approx 0,82$$

$$(1 + 90 a) \cdot 0,82 = 1 + 24 a$$

$$a = 0,0036 \text{ გრად}^{-1}$$

პასუხი: 0,0036 გრად<sup>-1</sup>.

## 2.23. ელექტრონული დენი აირში

**ქვეცნებები:** იონიზაციის ენერგია, თერმული იონიზაცია, ელექტრული განმუხტვა, არათავისთავადი განმუხტვა, დარტყმითი იონიზაცია, თავისთავადი განმუხტვა.

**მკვიდრი წარმოდგენები:** აირში დენი განპირობებულია თავისუფალი ელექტრონებით, დადებითი და უარყოფითი იონებით. ელექტრულად ნეიტრალურ იონიზირებულ აირს პლაზმას უწოდებენ. პლაზმა ნივთიერების მეოთხე მდგომარეობად ითვლება. თავისთავადი განმუხტვის სახეებია: მლვივარი განმუხტვა, ელექტრული რკალი, ნაპერწკლური და გვირგვინისებრი განმუხტვა. მლვივარი განმუხტვა მიმდინარეობს დაბალი წნევისას. ელექტრული რკალი, ნაპერწკლური და გვირგვინისებრი განმუხტვა – ნორმალური ატმოსფერული წნევისას.

### გააზრება

აზრობრივი ექსპერიმენტი.

ექსპერიმენტის მიზანი: აირის ელექტროგამტარობის ექსპერიმენტული კვლევა.

დასკვნა. სპირტურით ფირფიტებს შორის ჰაერის გათბობამდე ელექტრომეტრის ისარი იყო გადახრილი, რაც მიუთითებს იმაზე, რომ ფირფიტები იყო დამუხტული და ჰაერი მუხტებს არ ატარებდა. ფირფიტებს შორის ჰაერის გათბობის შედეგად აირში გაჩნდნენ მუხტის გადამტანი ნაწილაკები, ე.ი. ჰაერი გახდა გამტარი. ამ პროცესმა ფირფიტების განმუხტვა გამოიწვია და ელექტრომეტრის ისარი დაეშვა. დამზერილი მოვლენა არის აირის არათავისთავადი განმუხტვა.

## 2.24 ელექტრონული დენი ვაკუუმში. ვაკუუმიანი დიოდი

**ქვეცნებები:** ვაკუუმი, თერმოელექტრონული ემისია, ცალმხრივი გამტარობა.

**მკვიდრი წარმოდგენები:** ვაკუუმური დიოდის დამხასიათებელია ცალმხრივი გამტარობა.

### გააზრება

- სქემით მოცემულ წრედში დენი არ გაივლის, რადგან მეორე მილაკის კათოდის პოტენციალი მაღალია ამ მილაკის ანოდის პოტენციალთან შედარებით.
- ვაკუუმურ დიოდებში კათოდიდან ამოფრქვეული ელექტრონები ნაკლებად განიბნევიან და ნაკლები იქნება აირის წინააღობა.
- უარყოფითი ფირფიტისკენ ალის გადახრა მიუთითებს იმაზე, რომ სანთლის ალში არის დადებითად დამუხტული იონები, რომლებიც უარყოფითი ფირფიტისკენ ხრის სანთლის ალს.

### საშინაო დავალება:

<p>1. <math>N_e - ?</math></p> <p><math>I = 0,2 \text{ ა}</math></p> <p><math>e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ კ}</math></p> <p><math>t = 10 \text{ წმ}</math></p>	$I = \frac{q}{t}$ $q = N_e \cdot e$ $N_e = \frac{q}{e} = \frac{It}{e}$ $N_e = \frac{0,2 \cdot 10}{1,6 \cdot 10^{-19}} = 1,25 \cdot 10^{19}$ <p>პასუხი: <math>1,25 \cdot 10^{19}</math> ელექტრონი</p>
---	--

2. $v - ?$ $U = 285 \text{ ვ}$ $v_0 = 0$ $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ კ}$ $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ კგ}$	$A = DE$  $qU = \frac{mv^2}{2} \quad v = \sqrt{\frac{2qU}{m}} \approx 10^7 \text{ მ/წმ}$  პასუხი: $10^7 \text{ მ/წმ}$ .
---	---

3. $t - ?$ $d = 1 \text{ სმ}$ $U = 440 \text{ ვ}$ $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ კ}$ $m = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ კგ}$	ელექტრონის სანჯისი სიჩქარე $v_0 = 0$ ენერჯიის შენახვის კანონის თანახმად $eU = \frac{mv^2}{2}$ , აქედან $v = \sqrt{\frac{2eU}{m}}$
--	--

ელექტრულ ველში მოძრაობისას ნიუტონის მეორე კანონის თანახმად, ელექტრონზე მოქმედებს ელექტრული ძალა, რომელიც მას ანიჭებს აჩქარებას.

$$ma = eE \quad E = \frac{U}{d}$$

$$m \frac{v - v_0}{t} = eE \quad \frac{mv}{t} = eE, \quad t = \frac{mv}{eE} = \frac{m}{eE} \sqrt{\frac{2eU}{m}}$$

$$t = \frac{md}{eE} \sqrt{\frac{2eU}{m}} = d \sqrt{\frac{2m}{eU}} = 1,6 \cdot 10^{-9} \text{ წმ} = 1,6 \text{ ნწმ}$$

პასუხი:  $1,6 \text{ ნწმ}$ .

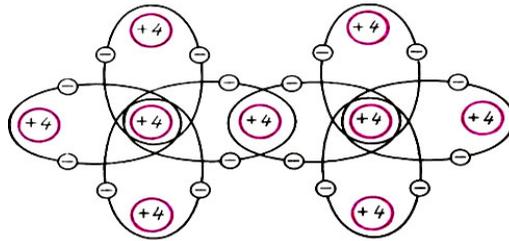
## 2.25 ნახევარგამტარები. ნახევარგამტარების საკუთარი გამტარობა

**ქვეცნებები:** ელექტრონული გამტარობა, ხვრელი, ხვრელური გამტარობა, საკუთარი გამტარობა.

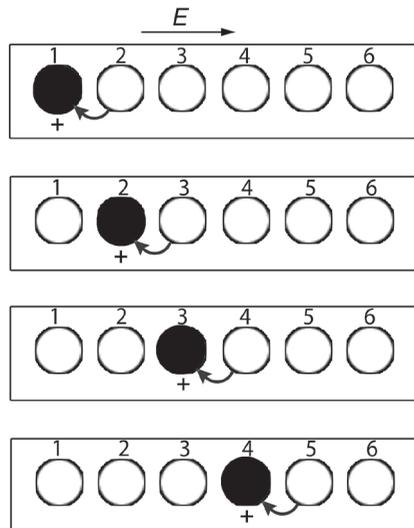
**მკვიდრი წარმოდგენები:** ნახევარგამტარების გამტარობა მატულობს ტემპერატურის გაზრდით და სხვადასხვა სახის სხივების, მათ შორის სინათლის, მოქმედებით. სუფთა ნახევარგამტარებისთვის დამახასიათებელია ელექტრონული და ხვრელური გამტარობა ანუ საკუთარი გამტარობა.

### გაანვიხილოთ

- ნახევარგამტარულ ნივთიერებებში ატომებს შორის კავშირი ხორციელდება წყვილელექტრონული, ანუ კოვალენტური კავშირით. გარე შრის ელექტრონები მეზობელი ატომების საზიარონი ხდებიან.



- ელექტრულ ველში ნახევარგამტარის მოთავსებისას ხვრელების და ელექტრონების ქაოსური მოძრაობა იცვლება მათი მონესრიგებული, მიმართული მოძრაობით და სუფთა ნახევარგამტარში აღიძვრება როგორც ელექტრონული, ასევე ხვრელური გამტარებლობა. იხ. სურათი:



## 2.26 ნახევარგამტარების ელექტრული თვისებების ექსპერიმენტული კვლევა

I. ექსპერიმენტის მიზანი: ნახევარგამტარის წინააღობის ტემპერატურაზე დამოკიდებულების გამოკვლევა.

დასკვნა: როდესაც სპირტქურა არ არის ანთებული ამპერმეტრის ჩვენება თითქმის ნულის ტოლია. სპირტქურის ალის თერმორეზისტორთან მიახლოებისას ამპერმეტრის ისარი მეტად გადაიხრება, ანუ წრედში გამავალი დენის ძალა იზრდება. ეს ფაქტი მიუთითებს, რომ ტემპერატურის გაზრდისას შესაბამისად თერმორეზისტორის წინააღობა მცირდება, ე.ი. ნახევარგამტარის კუთრი წინააღობა მცირდება.

II. ექსპერიმენტის მიზანი: ნახევარგამტარის წინააღობის სინათლის ზემოქმედებაზე დამოკიდებულების გამოკვლევა.

დასკვნა: ფოტორეზისტორის დენის წყაროსთან შეერთებისას ამპერმეტრის ჩვენება თითქმის ნულის ტოლია. ფოტორეზისტორის სინათლის წყაროთი განათებისას ამპერმეტრის ისარი მკვეთრად გადაიხრება, ჩვენება იზრდება ე.ი. წრედში დენის ძალა მატულობს. ეს ფაქტი ადასტურებს, რომ დასხივებით ნახევარგამტარის კუთრი წინააღობა მცირდება, ფოტორეზისტორის ელექტროგამტარობა იზრდება.

## 2.27 ნახევარგამტარების მინარევული გამტარობა

**ქვეცნებები:** მინარევული გამტარობა, დონორული მინარევი, აქცეპტორული მინარევი, ელექტრონულ-ხვრელური გადასვლის არე, პირდაპირი გადასვლა, შექცეული გადასვლა, დრეიფის დენი, დიფუზური დენი.

**მკვიდრი წარმოდგენები:** ორი,  $n$  და  $p$  ტიპის ნახევარგამტარის კონტაქტი განაპირობებს ცალმხრივ ელექტროგამტარობას ელექტრულ ველში მოთავსებისას.  $p$ - $n$  გადასასვლელიანი ნახევარგამტარის ელექტრულ ველში მოთავსებისას პირდაპირი გადასვლაა, როდესაც  $p$  ტიპის ნახევარგამტარი შეერთებულია დენის წყაროს დადებით პოლუსთან,  $n$ -ტიპის – უარყოფით პოლუსთან. ასეთ შემთხვევაში ხელსაწყო ატარებს დენს. საპირისპირო შემთხვევაში ანუ უკუ ჩართვისას, ხელსაწყო დენს არ ატარებს.

### ბაზრება

	ა	ბ	გ
1	X	X	
2		X	
3			X

### საშინაო დავალება:

1.  $\frac{n_{\text{ელ}}}{n} = ?$  |  $\frac{n_{\text{ელ}}}{n} = 6,7 \cdot 10^{-10}$

---

$n_{\text{ელ}} = 3 \cdot 10^{19} \text{ მ}^{-3}$  | პასუხი:  $6,7 \cdot 10^{-10}$

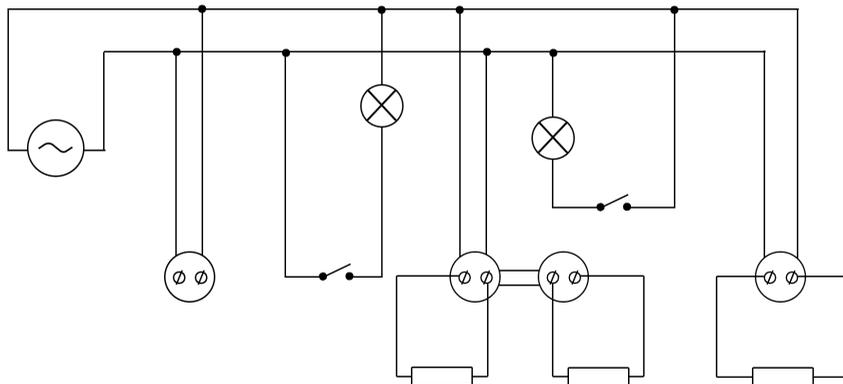
$n = 4,5 \cdot 10^{28} \text{ მ}^{-3}$

<p>2. <math>v = ?</math></p> <p><math>l = 3,2 \text{ მმ} = 3,2 \cdot 10^{-3} \text{ მ}</math></p> <p><math>d = 250 \text{ მკმ} = 25 \cdot 10^{-5} \text{ მ}</math></p> <p><math>I = 5,2 \text{ მა} = 5,2 \cdot 10^{-3} \text{ ა}</math></p> <p><math>n_{\text{ელ}} = 1,5 \cdot 10^{23} \text{ მ}^{-3}</math></p>	$I = n_{\text{ელ}} eSv$ $S = ld$ $v = \frac{I}{n_{\text{ელ}} eS}$ $v = \frac{I}{n_{\text{ელ}} e/d}$	<p><math>v = 0,27 \text{ მ/წმ}</math></p> <p>პასუხი: <math>0,27 \text{ მ/წმ}</math></p>
--	--	---

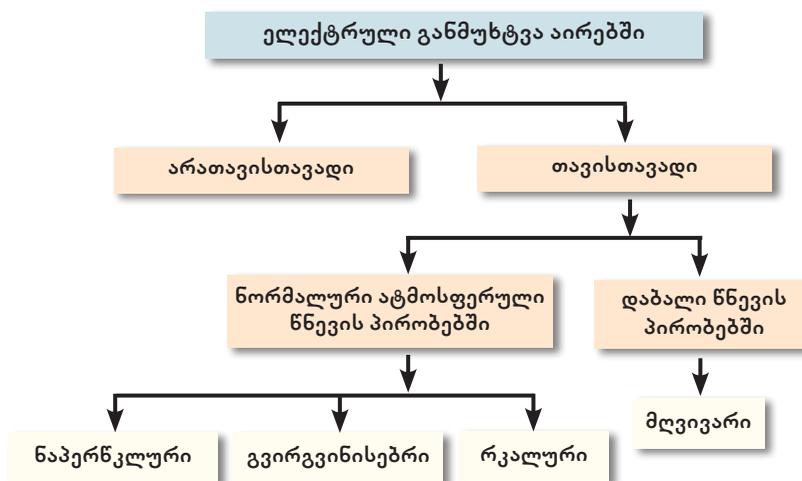
<p>3. <math>R_1, R_2 = ?</math></p> <p><math>U_1 = 0,5 \text{ ვ}</math></p> <p><math>I_1 = 5 \text{ მა} = 5 \cdot 10^{-3} \text{ ა}</math></p> <p><math>U_2 = 10 \text{ ვ}</math></p> <p><math>I_2 = 0,1 \text{ მა} = 10^{-4} \text{ ა}</math></p>	$R_1 = \frac{U_1}{I_1}$ $R_2 = \frac{U_2}{I_2}$	<p><math>R_1 = \frac{0,5 \text{ ვ}}{5 \cdot 10^{-3} \text{ ა}} = 100 \text{ ომ}</math></p> <p><math>R_2 = \frac{10 \text{ ვ}}{10^{-4} \text{ ა}} = 100 \text{ 000 ომ}</math></p> <p><math>\frac{R_2}{R_1} = 1000 \quad R_2 \gg R_1</math></p>
--	--	---

## 2.28 შემთავრებული ბაკვეთილი

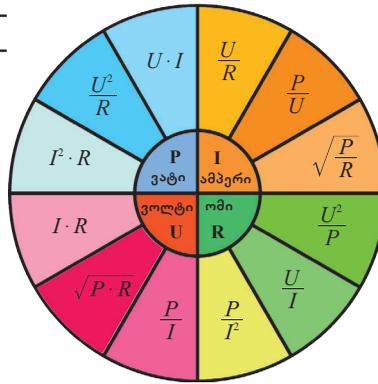
1. საყოფაცხოვრებო ელექტრული ხელსაწყოების შეერთების სქემა.



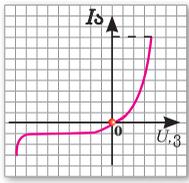
2. სქემის მიხედვით იმსჯელე ელექტრული დენის შესახებ აირში.



3. დიაგრამის გამოყენებით გაიხსენე ელექტრული დენის მახასიათებელი ფორმულები.



4. მოცემული სქემის მიხედვით შეადარე ერთმანეთს მეტალების, სითხეების, აირებისა და ნახევარგამტარების მახასიათებლები.

	გამტარები			
	მეტალები	სითხეები	აირები	ნახევარგამტარები
ელექტრული მუხტების თავისუფალი მატარებლები	ელექტრონები	დადებითი და უარყოფითი იონები	ელექტრონები, დადებითი და უარყოფითი იონები	ელექტრონები, ხვრელები
ვოლტამპერული მახასიათებელი	წრფივია	არაწრფივია	არაწრფივია	არაწრფივია 
ელექტრული დენის გამტარში გავლისას	არ ხდება ნივთიერების გადატანა	თან ახლავს ნივთიერების გადატანა	თან ახლავს ნივთიერების გადატანა	არ ხდება ნივთიერების გადატანა
წინააღმდეგობის ტემპერატურის გაზრდისას	იზრდება	მცირდება	მცირდება	მცირდება

## საშინაო დავალების სახეები

საშინაო დავალება მსოფლიოს მრავალი ქვეყნის ზოგადი განათლების საფეხურზე სწავლების სავალდებულო ნაწილია. მისი შესრულება მოსწავლეთა ყოველდღიური პასუხისმგებლობაა. თუმცა არის ქვეყნები, სადაც საშინაო დავალება იკრძალება ან იზღუდება ქვეყნის საგანმანათლებლო პოლიტიკით, ან რეგულირდება შიდასასკოლო პოლიტიკით.

მასწავლებლისთვის საშინაო დავალება შეიძლება იყოს შესწავლილი მასალის გამყარების, სასწავლო გეგმის სრულყოფილად დაფარვის, ჯგუფის პროგრესის შეფასების ეფექტური საშუალება, თუმცა, მეორე მხრივ, ის მიიჩნევა მოსწავლისათვის დამატებით სამუშაო საათებად.

საშინაო დავალების ეფექტურობის განსაზღვრაში დიდ როლს ასრულებს მასწავლებლის მომზადება და საშინაო დავალებების შედგენის, გამოკითხვისა და შეფასების მეთოდოლოგიის ცოდნა.

განასხვავებენ აკადემიური და არაკადემიური ტიპის საშინაო დავალებებს. პირველ კატეგორიას განეკუთვნება: განმამტკიცებელი, მოსამზადებელი, სააზროვნო, ინტეგრირებული და შემოქმედებითი ტიპის საშინაო დავალებები. ხოლო არაკადემიური დავალებების კატეგორიაში ერთიანდება პიროვნული და სოციალური თვისებებისა და უნარ-ჩვევების განმავითარებელი დავალებები.

### აკადემიური საშინაო დავალების სახეები:

**განმამტკიცებელი** საშინაო დავალება ყველაზე ფართოდ გამოიყენება და კლასში შესწავლილი მასალის გამეორება-განმტკიცებას ემსახურება. მოსწავლეს შეიძლება დაევალოს დამატებითი ფაქტების, ცხრილების, მათემატიკური ფორმულების, ფიზიკის კანონების და ა.შ. დამახსოვრება.

მკვლევრების მოსაზრებით, ყველაზე ეფექტურია ისეთი განმამტკიცებელი დავალებები, რომლებიც ახალი მასალისა და მოსწავლის პირადი გამოცდილების დაკავშირებას უზრუნველყოფენ.

განმამტკიცებელი დავალებები ახალი ცოდნის გამყარებასა და კონკრეტულ უნარ-ჩვევაში დახელოვნებას ემსახურება.

**სააზროვნო** ტიპის საშინაო დავალება მიღებული ცოდნის განმტკიცებისა და უნარ-ჩვევების ათვისების შემდეგ, მის ახალ კონტექსტში ან ახლებურად გამოყენებას გულისხმობს. სააზროვნო დავალებებს შორის ყველაზე გავრცელებულია საგანში მიღებული ცოდნის გამოყენება რეალური პრობლემების გამოსაკვლევად და გადასაჭრელად. ასევე, სააზროვნო დავალების ფარგლებში შესაძლოა განხორციელდეს თეორიული მსჯელობა პრობლემისა და ჰიპოთეზების გარშემო. ამ ტიპის დავალებები შედარებით რთულია და მათი შესრულება მეტ მოსამზადებელ დროს მოითხოვს.

ინტეგრირებული დავალება, სააზროვნო საშინაო დავალების მსგავსად, ამოცანების, პრობლემების გადაჭრის, ჰიპოთეზის განხილვის, შედარებითი და ისტორიული ანალიზის, მიზეზშედეგობრივი კავშირის მოძებნის სახით შეიძლება წარმოადგინოს მასწავლებელმა. ინტეგრირებული დავალების არსი იმაში მდგომარეობს, რომ მის შესასრულებლად მოსწავლემ სხვადასხვა უნარ-ჩვევა ან სხვადასხვა საგანში მიღებული ცოდნა უნდა გამოიყენოს.

შემოქმედებითი ტიპის საშინაო დავალებებს განეკუთვნება ისეთი დავალებები, როგორცაა: წიგნის ანალიზი, სემესტრული თემა, კვლევითი პროექტი. ასეთი დავალებები გრძელვადიანია და კვირების ან თვეების განმავლობაში გრძელდება. შემოქმედებითი დავალებების მიზანია, მასწავლებელმა მოსწავლისგან მიიღოს ინდივიდუალური და ორიგინალური პროდუქტი.

აკადემიური სახის საშინაო დავალებებს შორის ყველაზე გავრცელებულია განმამტკიცებელი და მოსამზადებელი დავალებები. ამის ერთ-ერთი საფუძველი ალბათ ის გახლავთ, რომ ახალი მასალის 50%-იანი ხარისხით განმტკიცებას ახალი ცოდნისა და უნარ-ჩვევების ოთხჯერ გავარჯიშება მაინც სჭირდება, ხოლო ცოდნის 80%-იანი ხარისხის მიღწევას – 24-ჯერ გავარჯიშება. გარდა ამისა, ამ ტიპის დავალებები, როგორც წესი, წინასწარ განერილია სახელმძღვანელოებში და შესაბამისად, მათ შედგენაზე მასწავლებელს დამატებითი დრო არ ეხარჯება. შემოქმედებითი, ინტეგრირებული და სააზროვნო დავალებები კი, ძირითადად, მასწავლებლის მოსაფიქრებელი და შესადგენია. მათი შედგენისას მასწავლებელს შეუძლია, თავისუფლად გაითვალისწინოს მოსწავლეთა ინტერესები, მათი ცოდნის დონე, სოციალური ფონი და ა.შ.

## 1. პროექტები

პროექტებზე მუშაობა მოსწავლეებისაგან მოითხოვს: შემოქმედებით მიდგომას, ხელს უწყობს დაგროვილი ცოდნის გააქტიურებას; ემყარება მოსწავლეების მიერ სხვადასხვა სასკოლო საგანში მიღებული ცოდნის ურთიერთდაკავშირებას.

მოსწავლეს უყალიბდება:

- პრობლემის ანალიზის;
- მიზნების ჩამოყალიბების;
- მიზნის შესაბამისი ამოცანების დასახვის;
- ამოცანების გადაჭრის;
- ამოცანების გადასაჭრელად შესაბამისი ქმედებებისა და რესურსების შერჩევის;
- ცოდნის შემოქმედებითად გამოყენების;
- ურთიერთთანამშრომლობის;
- სამუშაოს დროში განაწილების;
- შეფასების უნარ-ჩვევებს.

პროექტის თემის შესარჩევად მასწავლებელმა ეროვნული სასწავლო გეგმიდან უნდა გამოყოს პრობლემური საკითხი, რომელზეც იწერება პროექტი.

**გთავაზობთ პროექტის შედგენის სქემას:**

**ა) პრობლემის ანალიზი** – გულისხმობს სიტუაციის ანალიზს;

**ბ) პრობლემის განსაზღვრა** – იმ პრობლემის ხაზგასმას, რომლის საპასუხოდაც არის მიმართული პროექტი.

**გ) მიზანი** – ეს არის მოკლედ ჩამოყალიბებული ის, თუ რისი მიღწევა გსურთ.

**დ) ამოცანები** – გულისხმობს კონკრეტულ ნაბიჯებს მიზნის მისაღწევად.

**ე) განხორციელების გზები** – ეს არის კიდევ უფრო კონკრეტული ნაბიჯები დასმული ამოცანების შესასრულებლად. ეს გზები არის პროცესი, რომელმაც უნდა უპასუხოს კითხვებს:

**1. როგორ?**

**2. ვინ?**

**ვ) სამუშაო გეგმა** – ეს არის პროექტი, განერილი დროში.

**ზ) ბიუჯეტი** – /რესურსები/ – ეს არის იმ რესურსების ჩამონათვალი, რომელთა დახმარებითაც უნდა განხორციელდეს პროექტი.

**თ) შედეგები** – ყოველი ამოცანის გადაჭრის შემდეგ მიიღება კონკრეტული შედეგები. ის უნდა დაგვით:

**1. რაოდენობრივი**

**2. თვისებრივი მაჩვენებლების მიხედვით.**

**ი) შეფასება** – პროექტი უნდა შეფასდეს იმ კრიტერიუმებით, რომლებიც წინასწარ იქნება მასწავლებლის მიერ განსაზღვრული.

## მოსწავლის შეფასების სქემა

I კრიტერიუმი	კარგად გამოკვეთილი მიზნები და ლოგიკური გადასვლა ერთი იდეიდან მეორეზე.	1 ქულა
II კრიტერიუმი	ზუსტი, მკაფიო და კორექტული ფაქტები. შესატყვისი თვალსაჩინოებები.	1 ქულა
III კრიტერიუმი	ენობრივი გამართულობა	1 ქულა
IV კრიტერიუმი	კვლევა არის დაგეგმილი. გამოყენებულია სხვადასხვა წყარო. ანალიზი სიღრმისეულია.	1 ქულა
V კრიტერიუმი	ჩანს სიახლე და ორიგინალური ხედვა	1 ქულა
VI კრიტერიუმი	დასკვნები ლოგიკურია, ჩანს კავშირი კვლევასთან და ისინი მკაფიოდაა ჩამოყალიბებული.	1 ქულა
VII კრიტერიუმი	პრეზენტაცია. ნათლად ჩამოყალიბებული არსი, მკაფიო მეტყველება, პასუხობს ყველა კითხვას.	1 ქულა

## პროექტის გეგმა

№:	შესასრულებელი საკითხები	შენიშვნა	თარიღი
	დღე, თარიღი მოქმედების გეგმა		
	<p><b>ბოლო კვირის მანძილზე:</b>                      მოძიებული მასალებისა და ექსპერიმენტების შედეგების დამუშავება-ორგანიზება.                      კლასები საკუთარ ნამუშევრებს გამოფენენ მასწავლებლებისა და აღმზრდელების დახმარებით, მოაწყობენ ნამუშევართა პრეზენტაციებს /წარდგენას პროექტის ელექტრონული ვარიანტის მომზადება პრეზენტაციისათვის.                      საინფორმაციო ბუკლეტების დამზადება პროექტის პრეზენტაცია სასკოლო სივრცეში და საინფორმაციო ბუკლეტების დარიგება.</p>		

## 2. პროექტი

სასწავლო მიზნიდან გამომდინარე, საგაკვეთილო პროცესში ძალიან მნიშვნელოვანია სხვადასხვა სახის კითხვების დასმა, რაც მოსწავლეებს უვითარებს:

- საკომუნიკაციო;
- ლოგიკური აზროვნების;
- ანალიტიკური აზროვნების;
- მოსმენისა და პასუხის გაცემის უნარ-ჩვევას.

შეკითხვა შეიძლება იყოს ღია და დახურული.

დახურული კითხვა მოითხოვს მხოლოდ „დიახ“ ან „არა“ პასუხს. ამგვარი კითხვა თავისთავად შეიცავს პასუხს, რომელსაც ან უნდა დაეთანხმო, ან არა. დახურული კითხვა ძირითადად გამოიყენება ფაქტობრივი ცოდნის შესამოწმებლად, ანუ ორიენტირებულია ფაქტობრივ ცოდნაზე. ღია შეკითხვა არ მოითხოვს ერთ კონკრეტულ პასუხს, ის ორიენტირებულია სწავლა/სწავლებაზე.

### გთავაზობთ კონკრეტულ მაგალითს

№	დახურული ცოდნის შემოწმება	ღია სწავლა/სწავლება
1	რისგან შედგება ნივთიერება?	დაასახელე რომელიმე ნივთიერების შედგენილობა, მაგ., წყლის.
2	რას გულისხმობენ ფიზიკურ მოვლენებში?	დაასახელე კონკრეტული ფიზიკური მოვლენა. რატომ ფიქრობ, რომ ეს ფიზიკური მოვლენაა?

### გთავაზობთ კონკრეტულ მაგალითს

1. ჰიპოთეზური: „რას იფიქრებ ან მოიმოქმედებ, თუ...?“ ასეთი შეკითხვები მოსწავლეებს ეხმარება წარმოსახვის უნარის განვითარებაში და მიმართავს მათ გონებას ფიქრისა და განსჯისაკენ.
2. განსჯითი: „როგორ შეგვიძლია. ხელი შევუწყოთ ამ პრობლემის გადაჭრას?“
3. წამახალისებელი – მხარდამჭერი: „საინტერესოა, რა მოხდა. შემდეგ?“ ეს შეკითხვა მოსწავლეს ეხმარება, შეძლოს თავისი შთაბეჭდილებისა და გამოცდილების გაზიარება.
4. მასტიმულირებელი: „რა აზრის ხარ...?“ ამით მასწავლებელი აგრძნობინებს მოსწავლეს, რომ მისი აზრი მნიშვნელოვანი და საინტერესოა.
5. ანალიტიკური: „რატომ ფიქრობ ასე?“ ეს შეკითხვა დასმული უნდა იყოს არა აგრესიული ან გამომცდელი ტონით, არამედ უნდა გამოხატავდეს მასწავლებლის ინტერესს; ხელს უწყობდეს ბავშვს, ჩაუფიქრდეს საკითხს, უვითარებდეს მას ანალიზის, მსჯელობისა და საკუთარი აზრის დასაბუთების უნარს.
6. შემაჯამებელი: „თუ სწორად გავიგე, შენ ფიქრობ, რომ...“ ეს შეკითხვა გულისხმობს ბავშვების მოსაზრებების შეჯამებას და იმის შემოწმებას, სწორად გაიგო თუ არა მათი ნააზრევი მასწავლებელმა. ამ დროს სხვა მოსწავლეებს კიდევ ერთხელ ეძლევათ საშუალება, გააანალიზონ მათი მეგობრის მოსაზრება, განსაზღვრონ, ეთანხმებიან თუ არა მას.
7. შემათანხმებელი: „ეთანხმებით თუ არა გამოთქმულ მოსაზრებას?“ ამ შეკითხვამ შესაძლოა, კამათის პროვოცირება გამოიწვიოს, ან პირიქით – დაასრულოს კამათი. პირველ შემთხვევაში მასწავლებელი უნდა ეცადოს კონსენსუსის მიღწევას ან, თუ ეს შეუძლებელია, დააფიქსიროს განსხვავებული აზრი და საკითხი ღიად დატოვოს. მეორე შემთხვევაში კი, შეკითხვით – „შეიძლება თუ არა, ეს საკითხი გარკვეულად ჩაითვალოს?“ – იგი ამთავრებს ერთ თემას და გადადის შემდეგზე.

## ესგ-ს ღეჲსიჲონი ჰეღბოჲეს

**ცოდნა** – ცოდნის სამი კატეგორიის (დეკლარატიულის, პროცედურულის, პირობისეულის) ერთიანობა, რომელიც სამი ტიპის შეკითხვას პასუხობს: რა ვიცი? როგორ შევასრულო? როდის, რატომ, რა შემთხვევაში გამოვიყენო?

- **დეკლარატიული ცოდნა** – გულისხმობს თეორიების, ფაქტების, წესების, კანონებისა და პრინციპების თეორიულ ცოდნას. იგი სტატიკური ხასიათისაა და უპასუხებს შეკითხვას: რა ვიცი?
- **პროცედურული ცოდნა** – გულისხმობს ქმედების/ქმედებათა თანამიმდევრობის ცოდნას და იძლევა ცოდნის რეალიზების საშუალებას ოპერაციების/პროცედურების დონეზე. იგი დინამიკური ხასიათისაა, აღინერება, როგორც უნარი და უპასუხებს შეკითხვას: როგორ გავაკეთო?/როგორ შევასრულო?
- **პირობისეული ცოდნა** – გულისხმობს დეკლარატიული და პროცედურული ცოდნის გამოყენების პირობების გააზრებას. საგანთა, მოვლენათა, სიტუაციათა არსებითი ასპექტების გააზრების, კატეგორიზაციის უნარს, რომელიც ცოდნის სხვადასხვა კონტექსტში გადატანის (ტრანსფერის) შესაძლებლობას იძლევა. იგი დინამიკური ხასიათისაა და უპასუხებს შეკითხვებს: როდის, რა შემთხვევაში? რატომ?

**ეროვნული სასწავლო გეგმის მიზნები** – გამომდინარეობს ზოგადი განათლების ეროვნული მიზნებიდან. ისინი განსაზღვრავს იმ ზოგად უნარებსა და ღირებულებებს, რომელთა განვითარებამოწყობისადაც ყველა საგანში შექმნილი ცოდნა უნდა ემსახურობოდეს.

საგნობრივი ჯგუფის მიზნები – აზუსტებს და აკონკრეტებს ეროვნული სასწავლო გეგმის მიზნებს საგნობრივი ჯგუფის სფეროს ფარგლებში. საგნობრივი ჯგუფის მიზნების განხორციელებას ემსახურება საგნობრივი სტანდარტები და წლიური პროგრამები.

**საგნობრივი სტანდარტი** – განსაზღვრავს ცოდნის სავალდებულო მინიმუმს, რომელსაც უნდა ფლობდეს მოსწავლე საფეხურის ბოლოს. იგი პასუხობს შეკითხვებს: რა უნდა იცოდეს მოსწავლემ, რა უნდა შეეძლოს მას, რა ღირებულებებით უნდა აღიზარდოს იგი კონკრეტული საგნის ფარგლებში.

სტანდარტი შედგება შემდეგი ნაწილებისგან: საგნის სწავლების მიზნები; სტანდარტის შედეგები და შინაარსი; მეთოდოლოგიური ორიენტირები; შეფასება.

**წლიური პროგრამა** – გვიჩვენებს სასწავლო პროცესში საგნობრივი სტანდარტის მოთხოვნების რეალიზების გზებს. სტანდარტისგან განსხვავებით, წლიური პროგრამა სარეკომენდაციო ხასიათისაა.

**საგნის სწავლა-სწავლების მიზნები** – აკონკრეტებს ეროვნული სასწავლო გეგმისა და საგნობრივი ჯგუფის მიზნებს კერძო საგნის კონტექსტში.

**სტანდარტის შედეგები** – საგნის ცნებებზე დაფუძნებით განსაზღვრავს მიზნობრივ ორიენტირებს და უპასუხებს შეკითხვას: რა უნდა შეეძლოს საბაზო საფეხურის მოსწავლეს? შედეგები აღინერება პროცედურული და პირობისეული ცოდნის სახით. სწავლა-სწავლება, ისევე როგორც შეფასება, უნდა დაიგეგმოს და განხორციელდეს შედეგებზე დაყრდნობით.

**სტანდარტის შინაარსი** – განსაზღვრავს, რა უნდა იცოდეს მოსწავლემ. შინაარსი აღინერება სავალდებულო ცნებების, სასწავლო თემების/ თემატური ბლოკების/ ჩარჩოების, საგნობრივი საკითხების სახით.

**ცნებები** – საგნის სისტემური და გააზრებული ცოდნის საფუძველი ამ საგნის ძირითად ცნებათა სისტემაა. აქედან გამომდინარე, ცნებები შედეგის განუყოფელი ნაწილი და სასწავლო პროცესის მიზნობრივი ორიენტირია. ცნების სწავლა-სწავლება მოიცავს მის სამ სტრუქტურულ ელემენტს:

1. ტერმინს – ცნების აღმნიშვნელი სიტყვა;
2. ცნების შინაარსს – ცნების განმსაზღვრელი, არსებითი ნიშან-თვისებები;
3. ცნების მოცულობას – მაგალითების/შემთხვევების სიმრავლე, რომლებსაც ეს ნიშან-თვისებები მიესადაგება.

**სასწავლო თემები** – წარმოადგენს სასწავლო ერთეულს, რომლის ფარგლებშიც მუშავდება შედეგები და ცნებები. თითოეული თემის ფარგლებში შეძლებისდაგვარად სტანდარტის ყველა შედეგი უნდა დამუშავდეს. საგნობრივი პროგრამები თემების სახით მოსწავლეებს სთავაზობს ნაცნობ, მისი ასაკობრივი ინტერესების შესაბამის კონტექსტებს, რომლებიც საგნობრივი კომპონენტების (შედეგების, ცნებების, კონკრეტული საკითხების) ინტეგრირებულად და ურთიერთდაკავშირებულად სწავლების საშუალებას იძლევა.

**თემატური ბლოკი/ჩარჩო** – იმ საგნებში, რომლებშიც სასწავლო თემები მჭიდროდ არ უკავშირდება სტანდარტის შედეგებს (ქართული ენა და ლიტერატურა, ქართული, როგორც მეორე ენა, უცხოური ენები, სახვითი და გამოყენებითი ხელოვნება, მუსიკა, მათემატიკა, ფიზიკური აღზრდა და სპორტი), სავალდებულო თემების ნაცვლად თემატური ბლოკები/ჩარჩოებია წარმოდგენილი. ისინი ქმნიან საერთო საფუძველს წლიურ პროგრამაში კონკრეტული სასწავლო თემების განსაზღვრისათვის.

**საგნობრივი საკითხები** – განისაზღვრება სტანდარტის შინაარსის ფარგლებში. ისინი შერჩეულ უნდა იქნეს იმგვარად, რომ ცნებების გააზრებას, საკვანძო კითხვებსა და კომპლექსურ დავალებებზე მუშაობას, მკვიდრი წარმოდგენების ჩამოყალიბებას ემსახურებოდეს.

**თემატური საკვანძო შეკითხვები** – აკავშირებს სასწავლო თემას/თემატურ ბლოკს, საკითხებს სტანდარტის შედეგებთან. მათი ფუნქციაა:

- მოსწავლის წინარე ცოდნის გააქტიურება, ცნობისმოყვარეობის გაღვივება, პროვოცირება ახალი ცოდნის შესაძენად;
- სასწავლო თემის შედეგზე ორიენტირებულად სწავლა-სწავლების უზრუნველყოფა;
- თემის სწავლა-სწავლების პროცესში შუალედური ბიჯების/ეტაპების განსაზღვრა. საკვანძო შეკითხვა წარმოადგენს მაორგანიზებელ ელემენტს, რომელიც სასწავლო თემის ფარგლებში ასრულებს გაკვეთილ(ებ)ის მიზნის როლს.
- თემატურ საკვანძო შეკითხვებს სარეკომენდაციო ხასიათი აქვს.

**საფეხურებრივი საკვანძო შეკითხვები** – ისინი თემატური საკვანძო შეკითხვებისგან განსხვავებით სავალდებულო ხასიათისაა. საფეხურებრივი შეკითხვები განზოგადებულად განსაზღვრავენ ვექტორებს, რომლებიც სწავლა-სწავლების პროცესს შედეგებისკენ მიმართავს.

**შეფასების ინდიკატორები** – გამომდინარეობს შედეგებიდან და აჩვენებს, თუ რა უნდა შეძლოს მოსწავლემ კონკრეტული თემის ფარგლებში. სხვა სიტყვებით, ინდიკატორი არის თემაში რეალიზებული შედეგი, რომელიც სავალდებულო ხასიათს ატარებს. ინდიკატორებში დაკონკრეტებულია ცოდნის ის სავალდებულო მინიმუმი, რომელსაც მოსწავლე თემის ფარგლებში უნდა დაეუფლოს. შეფასების ინდიკატორებზე დაყრდნობით ყალიბდება კრიტერიუმები შეფასების რუბრიკებისთვის.

**შემაჯამებელი კომპლექსური დავალება** – განისაზღვრება თემების მიხედვით და წარმოადგენს შინაარსიან, ცხოვრებისეულ სიტუაციებთან დაკავშირებულ დავალებას, რომლის შესრულება მოითხოვს ფუნქციურ კონტექსტებში სხვადასხვა ცოდნათა ინტეგრირებულად გამოყენებას.

**მკვიდრი წარმოდგენები** – განისაზღვრება თემების მიხედვით. ეს არის ზოგადი წარმოდგენები, რომლებიც თემის შესწავლისას უნდა ჩამოყალიბდეს მოსწავლის ხანგრძლივ მეხსიერებაში მის (მოსწავლის) წინარე წარმოდგენებზე დაყრდნობით, რათა მან თემის ფარგლებში დასახული მიზნების მიღწევა შეძლოს. მკვიდრი წარმოდგენები აზროვნების საყრდენია გაგების აქტების განსახორციელებლად.

## ინტერნეტრესურსები

### გზამკვლევი

[https://drive.google.com/file/d/1fiHUxOhM7FTNpnZ9eYwTP01eWfliHAXX/view?fbclid=IwAR2J71Q8UQeX0bXU7Vm3QIPa\\_tUGsLlxs8YAi1a2yTmb\\_m3DDkVdRjt77kU](https://drive.google.com/file/d/1fiHUxOhM7FTNpnZ9eYwTP01eWfliHAXX/view?fbclid=IwAR2J71Q8UQeX0bXU7Vm3QIPa_tUGsLlxs8YAi1a2yTmb_m3DDkVdRjt77kU)

შენიშვნა: შეგიძლიათ იხილოთ, შეაქმნოთ ან დაამუშაოთ დოკუმენტი.

[https://emis188-my.sharepoint.com/:f:/g/personal/imgeladze\\_mes\\_gov\\_ge/Etm0PU9dvUdJquxrJQeZ-p9ABgQgNoQKB4-sQg8MkGFPjw?e=U4E47Y](https://emis188-my.sharepoint.com/:f:/g/personal/imgeladze_mes_gov_ge/Etm0PU9dvUdJquxrJQeZ-p9ABgQgNoQKB4-sQg8MkGFPjw?e=U4E47Y)

შენიშვნა: შეგიძლიათ იხილოთ დოკუმენტი.

[https://emis188-my.sharepoint.com/:w:/g/personal/imgeladze\\_mes\\_gov\\_ge/Ea\\_aBni7DQBNnFwE3LfwQ2MByyBx69uEiAclavoCmkXm4A?e=emSJl4](https://emis188-my.sharepoint.com/:w:/g/personal/imgeladze_mes_gov_ge/Ea_aBni7DQBNnFwE3LfwQ2MByyBx69uEiAclavoCmkXm4A?e=emSJl4)

შენიშვნა: შეგიძლიათ იხილოთ დოკუმენტი.

[https://emis188-my.sharepoint.com/:f:/g/personal/samkharadze\\_sopio2\\_teachers\\_gov\\_ge/EudJKxzS-hUBJnjYQMJRvEOYBoVDi-LQrccWOBkwAwu5dhA?e=rUzYk5](https://emis188-my.sharepoint.com/:f:/g/personal/samkharadze_sopio2_teachers_gov_ge/EudJKxzS-hUBJnjYQMJRvEOYBoVDi-LQrccWOBkwAwu5dhA?e=rUzYk5)

შენიშვნა: ეს დოკუმენტი შეგიძლიათ იხილოთ Facebook-ზე.

<https://www.facebook.com/generaleducationreform>

შენიშვნა: შეგიძლიათ იხილოთ (შეგიძლიათ დაამუშაოთ) – Facebook-ზე.

<https://www.facebook.com/groups/211490110879342>

შენიშვნა: შეგიძლიათ იხილოთ დოკუმენტი.

[http://tdi.ge/sites/default/files/mravalperovnebis\\_gashukeba.pdf](http://tdi.ge/sites/default/files/mravalperovnebis_gashukeba.pdf)