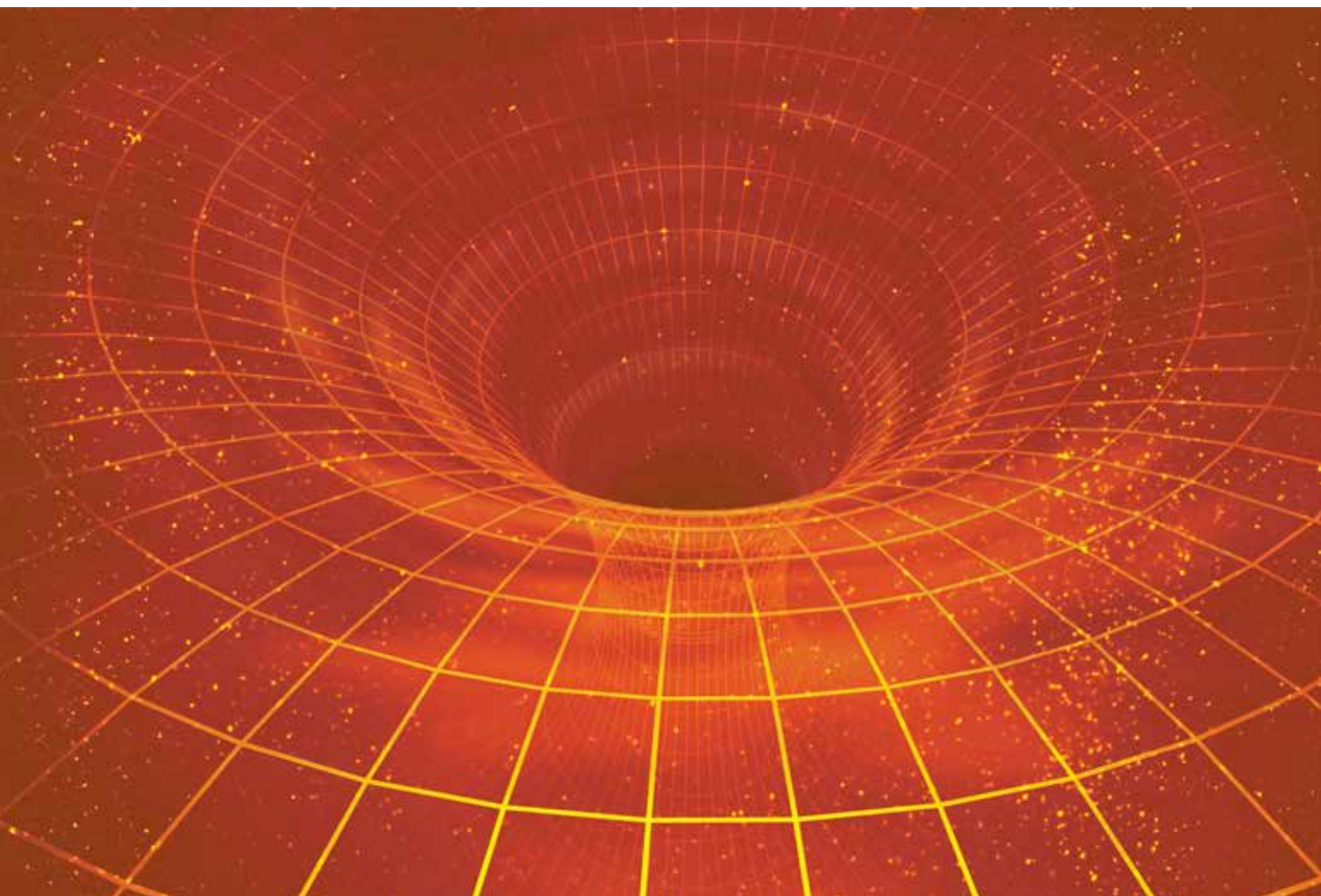


ლალი ნადირაძე, მერაბ ტულუში,
თეიმურაზ შენგელია, თემურ შენგელია, ოთარ ღონლაძე

ფიზიკა

მოსწავლის წიგნი
მეორე სემესტრი

10



გამომცემლობა „საქართველოს მაცნე“

ღალი ნადირაძე, მერაბ ტულუში,
თეიმურაზ შენგელია, თემურ შენგელია, ოთარ ღონდაძე

ფიზიკა

მე-10 კლასი

მასწავლებლის წიგნი

მეორე სემესტრი

გრიფინიჭებულია საქართველოს განათლებისა და
მეცნიერების სამინისტროს მიერ 2022 წელს



გამომცემლობა „საქართველოს მაცნე“

ფიზიკა, მე-10 კლასი

მასწავლებლის წიგნი

მეორე სემესტრი

ლალი ნადირაძე, მერაბ ტულუში,

თეიმურაზ შენგელია, თემურ შენგელია, ოთარ ღონღაძე

რედაქტორი – ნათელა თუხარელი

დამკაბადონებელი – ლია მოსეშვილი

გამომცემლობა „საქართველოს მაცნე“

მის: ქ. თბილისი, ე. მაღალაშვილის ქ. №5

ტელ: 568105467; 574 400 857

ელ.ფოსტა: info@saqmatsne.ge

[www.http://saqmatsne.ge](http://saqmatsne.ge)

© გამომცემლობა „საქართველოს მაცნე“

© ლალი ნადირაძე, მერაბ ტულუში, თეიმურაზ შენგელია,
თემურ შენგელია, ოთარ ღონღაძე

I გამოცემა, 2022 წელი

ISBN 978-9941-16-828-4

სარჩევი

ზოგადი განათლების ეროვნული მიზნები	4
ეროვნული სასწავლო გეგმა	5
ზოგადი ინფორმაცია სახელმძღვანელოს შესახებ	5
შესაბამისობა მოსწავლის და მასწავლებლის წიგნს შორის	6
წლის ბოლოს მისაღწევი შედეგები	7
საბუნებისმეტყველო მეცნიერებების, მათ შორის ფიზიკის, სწავლების მიზნები და ამოცანები	7
საშუალო საფეხურის ფიზიკის სტანდარტი	7
სტანდარტის შედეგების მიღწევისა და შინაარსის ურთიერთკავშირის მატრიცა	16
სწავლა-სწავლების მიზნები და საგანმანათლებლო პრინციპები ფიზიკის სწავლებისას	18
შეფასება	21
სასკოლო პროცესის ორგანიზება	25
• სასკოლო კურიკულუმის აგების პრინციპები	25
• სამიზნე ცნებები და შედეგები, ქვეცნებები, მკვიდრი წარმოდგენები, საკითხები	26
• საშუალო საფეხურის საკვანძო შეკითხვები	28
თემატური მატრიცა - გრძელვადიანი მიზნების გზაზე შუალედური მიზნების განხორციელების მნიშვნელოვანი ინსტრუმენტი	29
• საშუალო საფეხურის თემატური ინდიკატორები	30
• თემატური ერთეულის - მუდმივი დენის კანონების ფარგლებში შექმნილი თემატური მატრიცა	31
• კომპლექსური დავალებების ადგილი და როლი თემატურ მატრიცაში	33
• თემატური ერთეულის - მუდმივი ელექტრული დენის კანონები ფარგლებში შექმნილი კომპლექსური დავალებები	36
ეროვნული სასწავლო გეგმის შედეგების მიღწევის ტაქსონომია	87
ზესაგნობრივი (მაკრო) ცნებები	88
კომპლექსური დავალებების ბარათები (მოსწავლის/მშობლის)	90
ინკლუზიური განათლება	95
გენდერული თანასწორობა	96
მეტაკოგნიცია და ფუნქციური/კომპონენტური უნარები	96
გაკვეთილის გეგმები	107
საკონტროლო კითხვების პასუხები პარაგრაფების მიხედვით	117
ამოცანების ამოხსნები, პასუხები პარაგრაფების მიხედვით	127
შემაჯამებელი ამოცანების პასუხები	134
შემაჯამებელი სამუშაოს ნიმუშები პასუხებით	136
სასწავლო რესურსების QR კოდები და მოკლე ბმულები მოსწავლის წიგნის პარაგრაფების მიხედვით	139
საგანმანათლებლო ლექსიკონი	145
მათემატიკა ფიზიკისთვის	149
დანართები	150
ბიბლიოგრაფია	162

ზოგადი განათლების ეროვნული მიზნები

საქართველოში ზოგადი განათლების სისტემა მიზნად ისახავს შექმნას ხელსაყრელი პირობები ეროვნული და ზოგადსაკაცობრიო ღირებულებების მატარებელი, თავისუფალი პიროვნების ჩამოყალიბებისათვის.

ამასთან ერთად, განათლების სისტემა უვითარებს მოზარდს გონებრივ და ფიზიკურ უნარ-ჩვევებს, აძლევს საჭირო ცოდნას, ამკვიდრებს ჯანსაღი ცხოვრების წესს, მოსწავლეებს უყალიბებს ლიბერალურ და დემოკრატიულ ღირებულებებზე დამყარებულ სამოქალაქო ცნობიერებას და ეხმარება მათ ოჯახის, საზოგადოებისა და სახელმწიფოს წინაშე საკუთარი უფლება-მოვალეობების გაცნობიერებაში.

საქართველოს ზოგადი განათლების სისტემაში მიღებული გამოცდილების საფუძველზე მოზარდმა უნდა შეძლოს:

ა) ქვეყნის ინტერესების, ტრადიციებისა და ღირებულებების მიმართ საკუთარი პასუხის-მგებლობის გააზრება;

სასკოლო განათლებამ უნდა განუვითაროს მოზარდს უნარი, რომ სწორად განსაზღვროს საკუთარი ქვეყნის სახელმწიფოებრივი, კულტურული, ეკონომიკური და პოლიტიკური ინტერესები, და მისცეს მას სასიკეთო გადაწყვეტილებათა მიღებისა და აქტიური მოქმედების შესაძლებლობა;

ბ) ბუნებრივი გარემო პირობების შენარჩუნება და დაცვა;

მოზარდმა უნდა იცოდეს, რა ბუნებრივ გარემოში ცხოვრობს, რა ზიანი შეიძლება მიაყენოს გარემოს ადამიანის ამა თუ იმ მოქმედებამ, როგორ შეინარჩუნოს და დაიცვას ბუნებრივი გარემო;

გ) ტექნოლოგიური თუ სხვა ინტელექტუალური მიღწევების ეფექტიანად გამოყენება; ინფორმაციის მოპოვება, დამუშავება და ანალიზი;

დღეს, როდესაც ადამიანისათვის მისაწვდომია დიდი მოცულობისა და სხვადასხვა შინაარსის ინფორმაცია, მისი ეფექტიანად გამოყენების უნარი სასიცოცხლო მნიშვნელობას იძენს. მოზარდს უნდა შეეძლოს არა მხოლოდ ინფორმაციის მოპოვება, არამედ მისი შეფასებაც შინაარსის, დანიშნულებისა და ხარისხის მიხედვით, დასახული მიზნებისათვის მისი გამოყენების ფორმების განსაზღვრა; ტექნოლოგიური მიღწევების ეფექტიანი გამოყენება ყოველდღიური ცხოვრების, მუშაობის, ინტელექტუალური თუ სულიერი მოღვაწეობის პირობების გასაუმჯობესებლად;

დ) დამოუკიდებლად ცხოვრება, გადაწყვეტილების მიღება;

სასკოლო განათლებამ უნდა განუვითაროს მოზარდს პირად, ოჯახურ და საზოგადოებრივ ცხოვრებაში დამოუკიდებელ გადაწყვეტილებათა მიღების უნარ-ჩვევები;

ე) იყოს შემოქმედი, თავად შექმნას ღირებულებები და არ იცხოვროს მხოლოდ არსებულის ხარჯზე;

სასკოლო განათლებამ უნდა უზრუნველყოს მოზარდის იმ უნარ-ჩვევების განვითარება, რომლებიც მისცემს მას საშუალებას, უკვე არსებული გამოცდილება და მიღწევები გამოიყენოს ახალი მატერიალური, ინტელექტუალური თუ სულიერი ღირებულებების შესაქმნელად;

ვ) საკუთარი შესაძლებლობებისა და ინტერესების უწყვეტი განვითარება მთელი ცხოვრების განმავლობაში და მათი მაქსიმალური რეალიზება როგორც ქვეყნის შიგნით, ისე მის საზღვრებს გარეთაც;

სასკოლო განათლებამ უნდა ჩამოუყალიბოს მოზარდს უწყვეტი განვითარების, მთელი ცხოვრების განმავლობაში ახალი ცოდნისა და ჩვევების დამოუკიდებლად შეძენის უნარი, რათა შეძლოს საკუთარი შესაძლებლობებისა და სულიერი მიდრეკილებების ადეკვატურად განსაზღვრა და ამის მიხედვით საზოგადოებრივ ცხოვრებაში საკუთარი ადგილის დამკვიდრება; მოზარდი მზად უნდა იყოს არჩევანი გააკეთოს მომავალი განათლებისა და შრომითი საქმიანობისათვის;

ზ) კომუნიკაცია ინდივიდებთან და ჯგუფებთან;

სასკოლო განათლებამ უნდა უზრუნველყოს, რომ საზოგადოების მომავალ წევრებს განუვითაროს ზოგადი საკომუნიკაციო უნარ-ჩვევები (წერა, კითხვა, მეტყველება, მოსმენა), საორგანიზაციო და ჯგუფური მუშაობის ჩვევები, მათ შორის იმათ, ვისთვისაც საქართველოს სახელმწიფო ენა მშობლიური არ არის;

თ) იყოს კანონმორჩილი, ტოლერანტი მოქალაქე;

დღევანდელ დინამიკურ, ეთნიკურად და კულტურულად მრავალფეროვან სამყაროში საზოგადოების ფუნქციონირებისათვის განსაკუთრებულ მნიშვნელობას იძენს ურთიერთპატივისცემის, ურთიერთგაგებისა და ურთიერთშემეცნების ჩვევები. სკოლამ უნდა გამოუმუშაოს მოზარდს ადამიანის უფლებების დაცვისა და პიროვნების პატივისცემის უნარი, რომელსაც იგი გამოიყენებს საკუთარი და სხვისი თვითმყოფადობის შესანარჩუნებლად. მოზარდს უნდა შეეძლოს ადამიანის არსებითი უფლებების შესახებ მიღებული თეორიული ცოდნის განხორციელება და ამ პრინციპებით ცხოვრება.

ეროვნული სასწავლო გეგმა

ეროვნული სასწავლო გეგმა ეფუძნება ზოგადი განათლების ეროვნულ მიზნებს რომელიც განსაზღვრავს, თუ როგორი თაობების აღზრდას უნდა შეუწყოს ხელი საქართველოს ზოგადი განათლების სისტემამ. ეროვნული სასწავლო გეგმა ზოგადი განათლების ეროვნული მიზნების მიღწევის ერთ-ერთი ძირითადი საშუალებაა. იგი სავალდებულო დოკუმენტია, რომელიც მოიცავს ზოგადი განათლების სხვა მნიშვნელოვან დებულებასთან ერთად იმ მიღწევების (უნარ-ჩვევებისა და ცოდნის) ჩამონათვალს, რომელთაც მოსწავლე უნდა ფლობდეს ყოველი საფეხურის დამთავრებისას, და ამ უნარ-ჩვევებისა და ცოდნის შეძენის საშუალებათა აღწერას.

ზოგადი ინფორმაცია სახელმძღვანელოს შესახებ

ჩვენს მიერ შემოთავაზებული სახელმძღვანელოს მიზნები, კონცეფცია, შინაარსი და მეთოდика სრულად პასუხობს მესამე თაობის ეროვნული სასწავლო გეგმის მოთხოვნებს. სახელმძღვანელო მოიცავს მოსწავლის და მასწავლებლის სარეკომენდაციო წიგნებს.

მოსწავლის წიგნში ყოველი თემის დასაწყისში წარმოდგენილია თავში განხილული საკვანძო საკითხთა ჩამონათვალი საინტერესო ილუსტრაციებთან ერთად. პარაგრაფებში აღწერილი და გაანალიზებული მასალა საინტერესო კითხვით უკავშირდება წინა პარაგრაფის შინაარსს. მოსწავლის წიგნში ყველა პარაგრაფის ბოლოს მოცემულია დასკვნები, საკონტროლო კითხვები, ერთად ამოვხსნათ ამოცანა, პარაგრაფის ბოლოს (10 ამოცანა), დამატებითი სასწავლო რესურსის ბმულები, QR კოდები, სახელმძღვანელოს ბოლოს შემაჯამებელი ამოცანები (40 ამოცანა)

მასწავლებლის წიგნის წიგნის მიზანია მეთოდური დახმარება გაუწოს ფიზიკის მასწავლებლებს მესამე თაობის ეროვნული სასწავლო გეგმის მოთხოვნების მიხედვით სასწავლო პროცესის ეფექტურად დაგეგმვასა და განხორციელებაში. სახელმძღვანელოს მიხედვით წარმართული საგაკვეთილო პროცესი ეფუძნება მოსწავლეზე ორიენტირებულ და კონსტრუქტივისტულ საგანმანათლებლო პრინციპებს.

მესამე თაობის ეროვნულ სასწავლო გეგმაში გრძელვადიანი მიზნები ჩამოყალიბებულია საგნობრივი სამიზნე ცნებებისა და საფეხურის შედეგების სახით. შუალედური მიზნის როლს კი ცალკეული თემის ფარგლებში კომპლექსური დავალება და მასთან მჭიდროდ დაკავშირებული სტრუქტურული ერთეულები (საკითხი, ქვეცნება, საკვანძო შეკითხვა, შეფასების კრიტერიუმი) ასრულებს. კომპლექსური დავალებები, რომელიც ჩვენ მიერ შემოთავაზებულ მასწავლებლის წიგნშია წარმოდგენილი, დაკავშირებულია ფიზიკის საშუალო საფეხურის სამიზნე ცნებებთან და მასთან კორელაციაში მყოფ მკვიდრი წარმოდგენებთან. თითოეული კომპლექსური დავალება გაწერილია ეტაპების და ნაბიჯების მიხედვით შესაბამისი რესურსების, აქტივობების, ზოგადი და კონკრეტულად კომპლექსურ დავალებაზე მორგებული კრიტერიუმების გათვალისწინებით. მასწავლებლის წიგნში ასევე გაანალიზებულია კომპლექსური დავალებების ნაბიჯების შესაბამისი აქტივობების მნიშვნელობა მოსწავლეთა ჰოლისტური (ფიზიკური, კოგნიტური, სოციალ-ემოციური) განვითარების კუთხით.

ჩვენ მიერ შემოთავაზებულ მასწავლებლის წიგნში წარმოდგენილ ყველა კომპლექსურ დავალებას თან ახლავს ეროვნული სასწავლო გეგმის შედეგების მიღწევის ტაქსონომია. მისი თითოეული

საფეხური წარმოაჩენს სამიზნე ცნების ფლობის დონეს და სამიზნე ცნებასთან დაკავშირებული მკვიდრი წარმოდგენების გააზრების ხარისხს. აქვე გთავაზობთ წარმოდგენილი დავალების ფარგლებში განმავითარებელ სავარაუდო კომენტარს.

მასწავლებლის წიგნს ასევე ახლავს წარმოდგენილი კომპლექსური დავალებების მიხედვით შედგენილი ეგრედწოდებული კომპლექსური დავალების ბარათი, რომელიც განკუთვნილია მოსწავლისთვის და მშობლისთვის.

ამასთან ერთად, მასწავლებლის წიგნში წარმოდგენილია სარეკომენდაციო ხასიათის რამდენიმე საგაკვეთილო სცენარი, რომელიც მასწავლებლებს ხელს შეუწყობს ეფექტურად დანერგონ კომპლექსური დავალებები სწავლა-სწავლების პროცესში.

მასწავლებლის წიგნში ნახავთ მოსწავლის წიგნში პარაგრაფების ბოლოს განთავსებული საკონტროლო კითხვების და ამოცანების პასუხებს, ასევე მასწავლებლის წიგნში იხილავთ შემაჯამებელი ამოცანების ამოხსნებს.

შესაბამისობა მოსწავლის და მასწავლებლის წიგნს შორის

- ❖ გრძელვადიანი მიზნების მიღწევის გზაზე განსახორციელებელი შუალედური მიზნები, კომპლექსური დავალებები დაფუძნებულია სახელმძღვანელოში წარმოდგენილ თემატური ერთეულის - მუდმივი დენის კანონების შესასწავლ საკითხებზე;
- ❖ დამატებითი კითხვები, რომელიც თან ახლავს ყველა კომპლექსურ დავალებას ნაბიჯების მიხედვით, შედგენილია ზედმიწევნით სახელმძღვანელოს პარაგრაფების და მათში ჩაშენებული აქტივობების მიხედვით კონსტრუქტივისტული პრინციპით - მარტივიდან რთულისკენ;
- ❖ ყველა ნაბიჯში, სადაც კი ამის საშუალებას იძლევა თემატური ერთეულის შესასწავლი საკითხი, ჩაშენებულია ამოსახსნელი ამოცანები მოსწავლის სახელმძღვანელოდან;
- ❖ პარაგრაფების მიხედვით ყველა საკონტროლო კითხვის და შემაჯამებელი კითხვის პასუხები განთავსებულია მასწავლებლის წიგნში;
- ❖ მასწავლებლის წიგნში წარმოდგენილი კომპლექსური დავალება #1-ის და კომპლექსური დავალება #3-ის ფარგლებში განსახორციელებელი გაკვეთილების სარეკომენდაციო გეგმები, მთლიანად დაფუძნებულია მოსწავლის წიგნის შინაარსზე და აქტივობებზე;
- ❖ კომპლექსური დავალებების მრავალფეროვანი რესურსის: წრედის ასაწყობი სიმულატორების, კვლევითი ექსპერიმენტები ვიდეო და ტექსტური გზამკვლევების, საინტერესო ვიდეორგოლების **QR კოდები** და მოკლე ბმულები, მოტივაციის ამაღლების მიზნით, ჩაშენებულია მოსწავლის წიგნში შინაარსობრივად დაკავშირებულ პარაგრაფებში;
- ❖ სახელმძღვანელოს პარაგრაფებში წარმოდგენილი კვლევითი ექსპერიმენტები შესაბამის მკვიდრ წარმოდგენებზე და სამიზნე ცნებებზე გასვლის მიზნით, ჩაშენებულია მასწავლებლის წიგნში შინაარსობრივად დაკავშირებულ კომპლექსურ დავალებებში.

წლის ბოლოს მისაღწევი შედეგები

თანამედროვე ზოგადსაგანმანათლებლო სტანდარტის მიხედვით, სკოლამ მოსწავლე უნდა აღჭურვოს იმ ცოდნითა და უნარ-ჩვევებით, რომელიც მას ხელს შეუწყობს გახდეს საკუთარი განვითარების წარმართველი, აქტიურ შემმეცნებელი და საზოგადოების სრულფასოვანი წევრი. ამ მიზნების მისაღწევ მთავარ ინსტრუმენტს წარმოადგენს ეროვნული სასწავლო გეგმა.

ეროვნული სასწავლო გეგმის მიხედვით, მეათე, მეთერთმეტე და მეთორმეტე კლასი მიეკუთვნება საშუალო საფეხურს. მეათე კლასის წლის ბოლოს მისაღწევი შედეგები გათვლილი უნდა იყოს წლის განმავლობაში მოსწავლეთა მიღწევების ინტენსიურ კვლევაზე, ხოლო სასწავლო ამოცანები დაფუძნებული და მორგებული უნდა იყოს მათ ინტერესებსა და შესაძლებლობებზე.

საბუნებისმეტყველო მეცნიერებების, მათ შორის ფიზიკის, სწავლების მიზნები და ამოცანები

საბუნებისმეტყველო, მათ შორის ფიზიკის გაკვეთილზე შეძენილი ცოდნა მნიშვნელოვან როლს ასრულებს საბუნებისმეტყველო საგნებში აკადემიური, კვლევითი, საპრეზენტაციო უნარების, აგრეთვე რაოდენობრივი, ეკოლოგიური წიგნიერებისა და სემიოტიკური კომპეტენციების განვითარების საქმეში. აღნიშნული ცოდნის, უნარებისა და კომპეტენციების ფლობა ხელს შეუწყობს მოზარდს შეძლოს უწყვეტი განვითარება, მთელი ცხოვრების განმავლობაში შეიძინოს ახალი ცოდნა და უნარ-ჩვევები, რათა მოახერხოს საკუთარი შესაძლებლობებისა და სულიერი მიდრეკილებების ადეკვატურად განსაზღვრა, საზოგადოებრივ ცხოვრებაში საკუთარი ადგილის დამკვიდრება.

საბუნებისმეტყველო საგნების გააზრებულად შესწავლა მოზარდს დაეხმარება სიღრმისეულად გაიაზროს ბუნებრივი გარემო პირობების შენარჩუნების და დაცვის, ტექნოლოგიური თუ სხვა ინტელექტუალური მიღწევების ეფექტიანად გამოყენების მნიშვნელობა. ფიზიკის და სხვა საბუნებისმეტყველო საგნების გაკვეთილებზე შეძენილი ცოდნა ხელს შეუწყობს მოზარდს იყოს შემოქმედი, შეძლოს დამოუკიდებლად ცხოვრება, გადაწყვეტილების მიღება, თავად შექმნას ღირებულებები, მოახერხოს საკუთარი შესაძლებლობებისა და ინტერესების უწყვეტი განვითარება და მაქსიმალური რეალიზება მთელი ცხოვრების განმავლობაში.

საშუალო საფეხურის სტანდარტი

შესავალი

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

სტანდარტში შედეგებისა და სამიზნე ცნებების სახით განსაზღვრულია გრძელვადიანი მიზნები.

შინაარსი აღიწერება თემების (ქვეთემების), საკითხების და ქვეცნებების სახით. ეროვნულ 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 გაწერილ 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) ძალა (ფიზ.საშ.1,2,3,4) ფიზიკური პროცესი (ფიზ.საშ.1,2,3,4)
ფიზ.საშ.2.	მეცნიერული მიღწევებისა და კვლევითი უნარ-ჩვევების გამოყენებით ენერგიის სახეებზე და მათი ურთიერთგარდაქმნის მიზეზებზე/შედეგებზე მსჯელობა ბუნებაში მიმდინარე ფიზიკური მოვლენების დასახასიათებლად;	
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 მიზეზ - შედეგობრივი კავშირების დასაბუთება ფიზიკური პროცესების/ მოვლენების აღსაწერად და დასახასიათებლად.	

სავალდებულო თემები

X კლასი
1. ელექტროსტატიკა
2. მუდმივი დენის კანონები
XI კლასი
3. ელექტრომაგნიტური მოვლენები
4. რხევები და ტალღები
5. გეომეტრიული ოპტიკა
XII კლასი
6. მოლეკულური ფიზიკა და თერმოდინამიკა
7. ატომური, ბირთვული და კვანტური ფიზიკის საწყისები
8. ასტროფიზიკის საწყისები

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.

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 დამაბულობა 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 (დამაბულობა, 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 მოდელის 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; • ჰიპოთეზის 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 წინაღობა; ომის კანონი წრედის უზნისათვის; 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 წინაღობის 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, თვისობრივი 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 მიზეზ-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.

თემა: ელექტრომაგნიტური მოვლენები თემის ფარგლებში განიხილება: მაგნიტური ველის ინდუქცია და მისი წირები; ამპერისა და ლორენცის ძალები; ელექტრომაგნიტური ინდუქციის მოვლენა; კოჭას ინდუქციურობა და მაგნიტური ველის ენერგია; ელექტრული დენის გენერატორი და ელექტროძრავა.
თემის ფარგლებში შედეგების მიღწევის ინდიკატორები სამიზნე ცნებების მიხედვით მატერია - მოსწავლემ უნდა შეძლოს: • მაგნიტური ველის წარმოქმნისა და მაგნიტური ურთიერთქმედების შესახებ მსჯელობა ყოფა-ცხოვრებაში მაგნიტებისა და დედამიწის მაგნიტური ველის როლის შესაფასებლად; • ნივთიერების მაგნიტური თვისებების შესწავლა მისი პრაქტიკული გამოყენებისთვის არგუმენტების მოსაყვანად. ენერგია - მოსწავლემ უნდა შეძლოს: • ელექტრომაგნიტური ინდუქციის მოვლენის გაანალიზება ელექტრული დენის გენერატორისა და ელექტროძრავას მუშაობის პრინციპის ასახსნელად; • კოჭას მაგნიტური ველის ენერგიის რაოდენობრივი აღწერა პრობლემაზე ორიენტირებული ამოცანების გადასაჭრელად. ძალა - მოსწავლემ უნდა შეძლოს: • ამპერისა და ლორენცის ძალების რაოდენობრივად დახასიათება პრობლემაზე ორიენტირებული ამოცანების გადასაჭრელად; • მარტივი ელექტრომაგნიტის დამზადება და მისი მოქმედების პრინციპის ახსნა ელექტრომაგნიტის ყოფა-ცხოვრებასა და ტექნოლოგიებში გამოყენების შესახებ არგუმენტების მოსაყვანად. ფიზიკური პროცესი - მოსწავლემ უნდა შეძლოს: • ერთგვაროვან მაგნიტურ ველში მუხტის მოძრაობის დახასიათება (დინამიკის კანონების გამოყენებით), მოძრაობის მახასიათებელ ფიზიკურ სიდიდეებსა და მაგნიტური ველის ინდუქციას შორის დამოკიდებულების დადგენა პრობლემაზე ორიენტირებული ამოცანების გადასაჭრელად; • ექსპერიმენტის დაგეგმვა, კვლევისათვის საჭირო პროცედურების უსაფრთხოდ განხორციელება, მონაცემების სხვადასხვა ფორმით ჩაწერა და გაანალიზება ელექტრომაგნიტური ინდუქციის მოვლენის შესასწავლად.
თემა: რხევები და ტალღები თემის ფარგლებში განიხილება: ჰარმონიული რხევა და მისი მახასიათებლები; განივი და გრძივი ტალღა; ბგერა და მისი გავრცელება; ელექტრომაგნიტური რხევები - რხევითი კონტური; ცვლადი დენი, ცვლადი დენის გენერატორი; ელექტროენერგიის გადაცემა და ტრანსფორმატორი; ელექტრომაგნიტური ტალღები და მათი სიხშირის დიაპაზონი.
თემის ფარგლებში შედეგების მიღწევის ინდიკატორები სამიზნე ცნებების მიხედვით მატერია - მოსწავლემ უნდა შეძლოს: • მათემატიკური ქანქარას მოდელის შექმნა მისი რხევითი მოძრაობის დასახასიათებლად; • გარემოში ბგერის გავრცელების მექანიზმის ახსნა ყოფა-ცხოვრებაში ბგერის როლის შესაფასებლად; • ცდების/ექსპერიმენტების მომზადება და კვლევისათვის საჭირო პროცედურების უსაფრთხოდ ჩატარება განივი და გრძივი ტალღების გავრცელების აღსაწერად. ენერგია - მოსწავლემ უნდა შეძლოს: • ჰარმონიულად მერხვევი სისტემის ენერგიის შესახებ მსჯელობა პრობლემაზე ორიენტირებული ამოცანების გადასაჭრელად;

- ელექტრული ენერგიის გადაცემის შესახებ მსჯელობა ყოფა - ცხოვრებაში მისი როლის შესაფასებლად;
- ტრანსფორმატორის მუშაობის პრინციპის ახსნა ყოფა-ცხოვრებასა და ტექნოლოგიებში მისი როლის გასაანალიზებლად;
- ცვლადი დენის გენერატორის მუშაობის პრინციპის ახსნა ტექნოლოგიების განვითარებაში მისი როლის გასაანალიზებლად;
- პერიოდულად მოქმედი გარეშე ძალის მიერ მერხვე სისტემაზე გადაცემული ენერგიის შესახებ მსჯელობა რეზონანსის მოვლენის ასახსნელად.

ძალა - მოსწავლემ უნდა შეძლოს:

- ჰარმონიული რხევის გამომწვევი ძალების დახასიათება და რეზონანსის გამომწვევი ძალის მოქმედების სიხშირის დაკავშირება მერხვე სისტემის საკუთარი რხევის სიხშირესთან, პრობლემაზე ორიენტირებული ამოცანების გადასაჭრელად;
- ექსპერიმენტის დაგეგმვა და კვლევისათვის საჭირო პროცედურების უსაფრთხოდ განხორციელება რეზონანსის მოვლენის აღსაწერად.

ფიზიკური პროცესი - მოსწავლემ უნდა შეძლოს:

- ექსპერიმენტის დაგეგმვა და კვლევისათვის საჭირო პროცედურების უსაფრთხოდ განხორციელება მათემატიკური ქანქარასა და ზამბარაზე მიმაგრებული ტვირთის რხევითი მოძრაობების დასახასიათებლად;
- ჰარმონიულად მერხვე სისტემის მოძრაობის მახასიათებელი ფიზიკური სიდიდეების სხვადასხვა მეთოდით (გრაფიკულად, ანალიზურად და ა.შ.) რაოდენობრივად აღწერა პრობლემაზე ორიენტირებული ამოცანების გადასაჭრელად;
- მექანიკური და ელექტრომაგნიტური ტალღის გავრცელების სიჩქარის ტალღის სიგრძესა და სიხშირეზე დამოკიდებულების შესწავლა პრობლემაზე ორიენტირებული ამოცანების გადასაჭრელად.

თემა: გეომეტრიული და ტალღური ოპტიკა

თემის ფარგლებში განიხილება:

სინათლის წრფივი გავრცელება, არეკვლა და გარდატეხა; თხელი ლინზა და ოპტიკური სისტემები;

თემის ფარგლებში შედეგების მიღწევის ინდიკატორები სამიზნე ცნებების მიხედვით

მატერია - მოსწავლემ უნდა შეძლოს:

- ექსპერიმენტების ორგანიზება/ჩატარება ვაკუუმსა და ერთგვაროვან ნივთიერებაში სინათლის წრფივი გავრცელების შესასწავლად;
- სინათლის გარდატეხის მოვლენის აღწერა ოპტიკური ილუზიების ასახსნელად.

ენერგია - მოსწავლემ უნდა შეძლოს:

- მზის სხივების დახრის კუთხის მნიშვნელობის შეფასება დედამიწაზე სეზონების ცვლილების ასახსნელად;
- ექსპერიმენტის ჩატარება, ოპტიკური სისტემებით (მაგალითად, ლუპით, ლინზით) სინათლის ენერგიის ლოკალიზებაზე (სხივების ერთ წერტილში თავმოყრაზე) და-საკვირვებლად.

ძალა - მოსწავლემ უნდა შეძლოს:

- სინათლის გავრცელებაზე გრავიტაციის გავლენის შესახებ საწყისი ცნობების მოძიება ოპტიკური ილუზიების ასახსნელად.

ფიზიკური პროცესი - მოსწავლემ უნდა შეძლოს:

- ინფორმაციის მოძიების უნარის გამოყენება სინათლის სიჩქარის გაზომვის სხვადასხვა მეთოდის შესასწავლად;

- ექსპერიმენტის დაგეგმვა და უსაფრთხოდ განხორციელება პრიზმაში, ბრტყელ-პარალელურგვერდებიან ფირფიტასა და თხელ ლინზაში სინათლის სვლის აღსაწერად;
- სინათლის არეკვლის კანონების გამოყენებით ბრტყელ სარკეში გამოსახულების აგება მათი ყოფა-ცხოვრებასთან დასაკავშირებლად;
- სინათლის არეკვლის, გარდატეხისა და სრული შინაგანი არეკვლის მოვლენის შესწავლა სხვადასხვა ოპტიკური ხელსაწყოების/სისტემების მუშაობის პრინციპის ასახსნელად;
- სხვადასხვა ოპტიკური ხელსაწყოების/სისტემების მუშაობის პრინციპის ახსნა მათი ყოველდღიურობასთან და სხვადასხვა პროფესიასთან დასაკავშირებლად.

XII კლასი

თემა: მოლეკულური ფიზიკა და თერმოდინამიკა

თემის ფარგლებში განიხილება:

მოლეკულურ-კინეტიკური თეორიის ძირითადი დებულებები; იდეალური აირის მდგომარეობის განტოლება და იზოპროცესები; იდეალური აირის მუშაობა მუდმივი ან წრფივად ცვლადი წნევის დროს; იდეალური აირის შინაგანი ენერგია; თერმოდინამიკის პირველი კანონი; სითბური ძრავების მქც; აბსოლუტური და ფარდობითი ტენიანობა; სითხის ზედაპირული დაჭიმულობა და კაპილარული მოვლენები; სითხის სიბლანტე.

თემის ფარგლებში შედეგების მიღწევის ინდიკატორები სამიზნე ცნებების მიხედვით

მატერია - მოსწავლემ უნდა შეძლოს:

- ჰიპოთეზის გამოთქმა, ცდების/ექსპერიმენტების მომზადება, კვლევისათვის საჭირო პროცედურების უსაფრთხოდ ჩატარება ნივთიერების დისკრეტული აგებულების, შემადგენელი მოლეკულების ქაოსურად მოძრაობისა და მათ შორის შუალედების არსებობის დასადასტურებლად;
- ჰაერის ტენიანობის რაოდენობრივი აღწერა და მისი გამომწვევი მიზეზების შესახებ არგუმენტირებული მსჯელობა ყოფა-ცხოვრებაში ჰაერის ტენიანობის შესახებ ცოდნის როლის შესაფასებლად;
- სითხის ზედაპირული დაჭიმულობისა და კაპილარული მოვლენების გამომწვევ მიზეზებზე არგუმენტირებული მსჯელობა ბუნებასა და ყოველდღიურობაში მათი როლის გასაანალიზებლად და სხვადასხვა დისციპლინასთან დასაკავშირებლად.

ენერგია - მოსწავლემ უნდა შეძლოს:

- იდეალური აირის მუშაობის რაოდენობრივი აღწერა იზობარული პროცესისა და წრფივად ცვლადი წნევის დროს, ტექნიკის განვითარებაში იდეალური აირის მუშაობის შესახებ ცოდნის როლის შესაფასებლად;
- სითბური ძრავების მუშაობის პრინციპის ახსნა ტექნოლოგიების განვითარებაში მისი როლის გასაანალიზებლად;
- სითბური ძრავებით გამოწვეული ეკოლოგიური პრობლემების გაანალიზება და მათი გადაჭრის გზებზე მსჯელობა გარემოს დაცვის კუთხით დამოკიდებულების შესაქმნელად;
- თერმოდინამიკის პირველი კანონის გაანალიზება მეცნიერებისა და ტექნოლოგიების განვითარებაში მისი როლის შესაფასებლად.

ძალა - მოსწავლემ უნდა შეძლოს:

- იდეალური აირის წნევის მის კონცენტრაციასა და ტემპერატურაზე დამოკიდებულების შესწავლა ყოფა-ცხოვრებაში აირის წნევის როლის შესაფასებლად;
- კაპილარულ მოვლენებზე და მის გამომწვევ მიზეზებზე მსჯელობა, ყოფა-ცხოვრებასა და მეცნიარეებში მისი როლის გასაანალიზებლად;
- სითხის მოლეკულების აგებულების დაკავშირება მის ფიზიკურ თვისებებთან, სითხის სიბლანტის ასახსნელად.

ფიზიკური პროცესი - მოსწავლემ უნდა შეძლოს:

- აირის შემადგენელი მოლეკულების მოძრაობის სახეზე მსჯელობა. მოლეკულების მოძრაობის სიჩქარესა და აირის ტემპერატურას შორის კავშირის დადგენა პრობლემაზე ორიენტირებული ამოცანების გადასაჭრელად;
- აბსოლუტური ნულის, როგორც ბუნებაში არსებული ყველაზე დაბალი ტემპერატურის შესახებ მსჯელობა მეცნიერებასა და ყოფა-ცხოვრებაში მისი როლის შესაფასებლად;
- ცდების/ექსპერიმენტების მომზადება, ჰიპოთეზის გამოთქმა, კვლევისათვის საჭირო პროცედურების უსაფრთხოდ ჩატარება იდეალური აირის იზოპროცესების აღსაწერად.

თემა: ატომური, ბირთვული და კვანტური ფიზიკის საწყისები

თემის ფარგლებში განიხილება:

სინათლის სიჩქარე და პლანკის მუდმივა - კლასიკური და კვანტური ფიზიკის მოქმედების არელები; სინათლის ორმაგი ბუნება (დუალიზმი); ფოტონის ენერგია და ფოტოეფექტი; რეზერფორდის ცდა, ატომის პლანეტარული მოდელი; ბორის პოსტულატები და წყალბადის ატომის ბორის თეორია; ბირთვული ძალები და რადიოაქტივობა; ბირთვის დაშლისა და სინთეზის რეაქციები; ელემენტარული ნაწილაკების კლასიფიკაციაზე ზოგადი წარმოდგენების ჩამოყალიბება.

თემის ფარგლებში შედეგების მიღწევის ინდიკატორები სამიზნე ცნებების მიხედვით

მატერია - მოსწავლემ უნდა შეძლოს:

- რადიოაქტივობის მოვლენის შესახებ მსჯელობა მეცნიერებაში, მედიცინასა და არქეოლოგიაში მისი როლის შესაფასებლად;
- ატომის ბირთვის აღნაგობის აღწერა და ბირთვული რეაქციების შესახებ მსჯელობა პრობლემაზე ორიენტირებული ამოცანების გადასაჭრელად.

ენერგია - მოსწავლემ უნდა შეძლოს:

- ფოტონის ენერგიისა და ფოტოეფექტის მოვლენის შესახებ მსჯელობა. ყოფა-ცხოვრებასა და ტექნოლოგიებში ფოტოეფექტის როლის გასაანალიზებლად;
- წყალბადის ატომის ენერგეტიკული დონეების შესახებ მსჯელობა პრობლემაზე ორიენტირებული ამოცანების გადასაჭრელად;
- ბირთვული რეაქტორის მუშაობის პრინციპის ახსნა ყოფა-ცხოვრებაში ბირთვული ენერგიის როლის შესაფასებლად.

ძალა - მოსწავლემ უნდა შეძლოს:

- ბირთვული ძალების დახასიათება და ბირთვის სტაბილურობის ახსნა პრობლემაზე ორიენტირებული ამოცანების გადასაჭრელად;
- სინათლის წნევის შესახებ მსჯელობა სინათლის კორპუსკულარული ბუნების გასაანალიზებლად.

ფიზიკური პროცესი - მოსწავლემ უნდა შეძლოს:

- ატომის პლანეტარული მოდელის მიხედვით ელექტრონების ბირთვის გარშემო მოძრაობის მახასიათებელი პარამეტრების აღწერა პრობლემაზე ორიენტირებული ამოცანების გადასაჭრელად;
- ამაჩქარებლების, როგორც თანამედროვე კვლევითი ცენტრების მნიშვნელობის შესახებ მსჯელობა ნაწილაკების აღმოჩენასა და ტექნოლოგიების განვითარებაში მათი როლის შესაფასებლად.

თემა: ასტროფიზიკის საწყისები

თემის ფარგლებში განიხილება:

თანამედროვე წარმოდგენები სამყაროს წარმოშობის შესახებ (დიდი აფეთქების თეორია); სამყაროს ობიექტები (პლანეტები, ვარსკვლავები, შავი ხვრელები, გალაქტიკები); სამყაროს ხილული და უხილავი ნაწილი; სამყაროს აჩქარებულად გაფართოება.

თემის ფარგლებში შედეგების მიღწევის ინდიკატორები სამიზნე ცნებების მიხედვით

მატერია - მოსწავლემ უნდა შეძლოს:

- მატერიის ჩამოყალიბების შესახებ არსებული თეორიის გაცნობა სამყაროს შემადგენლობაზე წარმოდგენების შესაქმნელად;
- გალაქტიკებისა და მისი შემადგენელი ობიექტების (შავი ხვრელების, თეთრი ჯუჯების, ნეოტრონული ვარსკვლავების და ა.შ.) დახასიათება სამყაროს ობიექტების აღსაწერად;
- სამყაროს ხილული და უხილავი ნაწილის (შავი მატერიისა და ბნელი ენერგიის) შესახებ არსებული თეორიის გაცნობა, სამყაროს შემადგენელ მატერიაზე წარმოდგენების შესაქმნელად.

ენერგია - მოსწავლემ უნდა შეძლოს:

- ვარსკვლავებში მიმდინარე თერმობირთვულ რეაქციებზე მსჯელობა მათი ნათების ასახსნელად.

ძალა - მოსწავლემ უნდა შეძლოს:

- სამყაროს ობიექტებს შორის არსებული ურთიერთქმედების შესახებ მსჯელობა ობიექტების განლაგებისა და მოძრაობის ასახსნელად;
- შავი ხვრელების გრავიტაციაზე მსჯელობა მათ მიერ ინფორმაციის შთანთქმის უნარის შესახებ ზოგადი წარმოდგენების ჩამოსაყალიბებლად.

ფიზიკური პროცესი - მოსწავლემ უნდა შეძლოს:

- სამყაროს აჩქარებულად გაფართოების შესახებ მსჯელობა მეცნიერების მიღწევებისა და განვითარების გასაანალიზებლად;
- სამყაროში არსებული ობიექტების მოძრაობის შესახებ მსჯელობა სხვადასხვა სისტემის (მზის სისტემა, გალაქტიკა) დასახასიათებლად.

სტანდარტის შედეგების მიღწევისა და შინაარსის ურთიერთკავშირის მატრიცა

გაკვეთილის თემა	დრო სთ	სტანდარტის შედეგები			
		ფიზ. საშ. 1	ფიზ. საშ. 2	ფიზ. საშ. 3	ფიზ. საშ. 4
მუდმივი დენის კანონები	39				
§ 1. ელექტრული დენი. დენის წყარო	1	+		+	+
§ 2. ელექტრული წრედი და მისი შემადგენელი ელემენტები	1	+			
§ 3. ელექტრული დენის მოქმედებები	1	+	+	+	+
§ 4. დენის ძალა და მისი ერთეული	1	+			+
§ 5. დენის ძალის გაზომვა ამპერმეტრი	1	+			+
§ 6. დენისა და ნაწილაკების სიჩქარე გამტარში	1	+			+
§ 7. ძაბვის გაზომვა. ვოლტმეტრი	1	+	+		+
§ 8. გამტარის ვოლტ-ამპერული მახასიათებელი. გამტარობა. წინაღობა	1	+	+	+	+
§ 9. ომის კანონი წრედის უბნისთვის	1	+	+		+
§ 10. კუთრი წინაღობა. რეოსტატი	1	+		+	+
§ 11. გამტარის წინაღობის დამოკიდებულება ტემპერატურაზე	1	+	+	+	+
§ 12. ზეგამტარობა	1	+	+		+
§ 13. გამტარების მიმდევრობითი შეერთება	1	+	+	+	+
§ 14. გამტარების პარალელური შეერთება	1	+	+	+	+
§ 15. დამატებითი წინაღობა. შუნტი	1	+			+
შემაჯამებელი გაკვეთილი	1	+	+	+	+
§ 16. დენის მუშაობა. სიმძლავრე	1	+	+	+	+
§ 17. ჯოულ-ლენცის კანონი	1	+	+	+	+
§ 18. ელექტრომამოძრავებელი ძალა	1	+	+	+	+
§ 19. ომის კანონი სრული წრედისთვის	1	+			+
§ 20. ელექტრული წრედი დიდი და მცირე გარე წინაღობისას. დენის წყაროს მარგი ქმედების კოეფიციენტი	1	+	+		+

§ 21. ლაბორატორიული სამუშაო. დენის წყაროს ემპ-ისა და შიგა წინაღობის გამოთვლა	1	+	+		+
შემაჯამებელი გაკვეთილი	1	+	+	+	+
§ 22. ელექტრული დენი ლითონებში	1	+	+	+	+
§ 23. ელექტროლიტური დისოციაცია. ელექტროლიზი.	1	+		+	+
§ 24. ელექტროლიზის კანონები	1	+		+	+
§ 25. ელექტროლიზის გამოყენება	1	+		+	+
§ 26. ელექტრული დენი აირებში	1	+	+	+	+
§ 27. არათავისთავადი და თავისთავადი განმუხტვა	1	+	+	+	+
§ 28. ელექტრული დენი პლაზმაში	1	+	+	+	+
§ 29. ელექტრული დენი ვაკუუმში	1	+	+	+	+
§ 30. ნახევარგამტარები. საკუთარი გამტარებლობა	1	+	+	+	+
§ 31. მინარევული გამტარებლობა. $p - n$ გადასასვლელი	1	+	+	+	+
§ 32. ნახევარგამტარული დიოდის. ტრანზისტორი	1	+	+	+	+
შემაჯამებელი გაკვეთილი	1	+	+	+	+
სარეზერვო დრო	4				

სწავლა-სწავლების მიზნები და საგანმანათლებლო პრინციპები ფიზიკის სწავლებისას

ეროვნული სასწავლო გეგმის მიხედვით მეათე კლასი საშუალო საფეხურს განეკუთვნება.

საშუალო საფეხურის მისიაა:

- ა) საგანთა გადრმავებული სწავლების გზით სისტემური ცოდნის კონსტრუირება;
- ბ) მოაზროვნე, მაძიებელი, ახლის შემოქმედი, წიგნიერი, ინფორმირებული და პასუხისმგებლობის გრძნობის მქონე მოქალაქის ჩამოყალიბება, რომელსაც შეუძლია გადაწყვეტილებების დამოუკიდებლად მიღება, საკუთარი მიღწევების გამოყენება ახალი მატერიალური, ინტელექტუალური თუ სულიერი ღირებულებების შესაქმნელად.

ეროვნული სასწავლო გეგმის სწავლა-სწავლების მიზნებია მოსწავლეს განუვითაროს შემდეგი **გამჭოლი უნარები და ღირებულებები**:

პრობლემების გადაჭრა	პრობლემის ამოცნობა, აღწერა და გაანალიზება; პრობლემის გადაჭრის გზების ძიება, მათგან ყველაზე ეფექტურის შერჩევა.
კრიტიკული აზროვნება	ფაქტების, წარმოდგენების, მოსაზრებების კრიტიკულად განხილვა და გაანალიზება; შეკითხვების ჩამოყალიბება და მათზე პასუხის ძიება; არგუმენტირებულად მსჯელობა, ანუ საკუთარი მოსაზრებების დასაბუთება შესაფერისი არგუმენტების, მაგალითების მოყვანით; გონივრული არჩევანის გაკეთება და მისი დასაბუთება.
შემოქმედებითი აზროვნება	ჩანაფიქრის შემოქმედებითად განხორციელება; ორიგინალური იდეების გამოვლენა და ხორცშესხმა; ახლის შექმნა; დასმული პრობლემების გადასაჭრელად არასტანდარტული გზების მოძიება; სწრაფვა გარემოს გარდაქმნა-გაუმჯობესებისკენ; გამოწვევების მიღება, სასკოლო საქმიანობაში გაბედული ნაბიჯების გადადგმა.
თანამშრომლობა	სამუშაოს თანასწორად განაწილება და შესრულება ჯგუფური/გუნდური მუშაობის დროს; მზაობა ჯგუფში/გუნდში სხვადასხვა ფუნქციის შესასრულებლად (მაგ., ლიდერის); განსხვავებული იდეების, შეხედულებების კონსტრუქციულად განხილვა; რესურსების, მოსაზრებების, ცოდნის გაზიარება პრობლემათა ერთობლივად გადაჭრის, გადაწყვეტილებათა ერთობლივად მიღების მიზნით.
კომუნიკაცია	განცდილის, ნააზრევის მიტანა მსმენელამდე/მკითხველამდე, მათზე შთაბეჭდილების მოხდენა; ინფორმაციის გაზიარება საკომუნიკაციო სიტუაციის შესაბამისი ვერბალური და არავერბალური საშუალებების გამოყენებით; სხვისი მოსმენისა და გაგების უნარი; პიროვნული ღირსების გააზრებისა და დაფასების უნარი.
ეთიკა	ეთიკური ნორმების დაცვა; სოლიდარობის განცდა;

	ემპათია; განსხვავებულობის მიმღებლობა; საკუთარ აქტივობაზე პასუხისმგებლობის გააზრება.
მეწარმეობა, ინიციატივების გამოვლენა და საქმედ ქცევა	სწავლა-სწავლების პროცესში ინტერესისა და ცნობისმოყვარეობის გამოვლენა; ახალი იდეების, მიდგომების, შესაძლებლობების ძიება და მათი განხორციელება სწავლის გაუმჯობესების მიზნით; მზაობა გამოწვევების მისაღებად, გაბედული ნაბიჯების გადასადგმელად.
დროსა და სივრცეში ორიენტირება	თანამედროვე რეალობის სივრცულ-დროით ჭრილში გააზრება და ინტერპრეტირება; მულტიპერსპექტიული ხედვა დროითი და სივრცული ფაქტორების გათვალისწინებით.
კვლევა	კვლევითი ამოცანის, კვლევის პროცედურების, მონაცემების მოპოვების გზებისა და აღრიცხვის ფორმების განსაზღვრა; სათანადო რესურსების შერჩევა; კვლევის ჩატარება, მონაცემების აღრიცხვა და სხვადასხვა ფორმით წარმოდგენა/ ორგანიზება; მონაცემების ანალიზი, არგუმენტირებული მსჯელობის საფუძველზე დასკვნების გამოტანა; კვლევის შედეგების შეფასება; კვლევითი სამუშაოების ჩატარების დროს ეთიკისა და უსაფრთხოების ნორმების დაცვა.
სწავლის სწავლა დამოუკიდებლად საქმიანობა	აქტივობის/დავალების საკვადირებულების განსაზღვრა - მოსწავლემ უნდა დაინახოს, რას შესძენს აქტივობის შესრულება, რა პიროვნულ თუ სოციალურ სარგებელს მოუტანს მას; აქტივობის/დავალების დაგეგმვა - მოთხოვნათა გააზრება და მის შესასრულებლად საჭირო ცოდნის განსაზღვრა; დავალების/აქტივობის მთავარი მიზნის განსაზღვრა; სამუშაოს წარმატებით შესრულების კრიტერიუმების დადგენა; განსახორციელებელი სამუშაოს ეტაპების გამოკვეთა; იმის განჭვრეტა, თუ რა გაუადვილდება, რა გაუძნელდება, რაში დასჭირდება დახმარება; სტრატეგიების მიზანშეწონილად შერჩევა სამუშაოს თითოეული ეტაპისათვის; სწავლის პროცესის მონიტორინგი - დაფიქრება სწავლის პროცესზე, იმ პირობების და ფაქტორების ამოცნობა, რომლებიც ხელს უწყობს ან აფერხებს წინსვლას, სათანადო ზომების მიღება წინსვლის ხელშესაწყობად; თვითშეფასება ძლიერი და სუსტი მხარეების დასადგენად, სუსტი მხარეების გასაძლიერებლად გზების დასახვა; სოციოემოციური მართვა - ნერვიულობის მინიმუმამდე დაყვანა, საჭიროებისამებრ, დახმარების თხოვნა, საკუთარ თავში სიმძნელეთა გადალახვის რესურსების პოვნა; შეცდომების მიმართ პოზიტიური დამოკიდებულების ჩამოყალიბება და წინსვლის წყაროდ გამოყენება; ცალკეული საქმიანობისთვის გამოყოფილი დროის ეფექტურად გამოყენება.
პასუხისმგებლობა	სასკოლო საქმიანობებში (სასკოლო ცხოვრებაში) ნაკისრი ვალდებულების შესრულება; სამუშაოს დადგენილ ვადებში დასრულება და ჩაბარება; საკუთარი ქცევის მართვა, საკუთარ ქცევებზე, სოციალურ აქტივობებზე პასუხისმგებლობის აღება.
ინფორმაციული და საკომუნიკაციო	ქსელური ძიება; ინფორმაციის გავრცელება; ელექტრონული რესურსის მოძიება და გამოყენება სასწავლო პროცესში.

ტექნოლოგიების გამოყენება	
წიგნიერება	ზეპირი და წერიტი მეტყველების გზით ინფორმაციის მიღების, დამუშავების, გააზრების, სისტემაში მოყვანის, გაანალიზება-ინტერპრეტირებისა და წარდგენა-გაზიარების უნარი.

ზოგადი განათლების ეროვნული მიზნებიდან გამომდინარე, ეროვნული სასწავლო გეგმა ეფუძნება პიროვნების განვითარებაზე ორიენტირებულ კონსტრუქტივისტულ საგანმანათლებლო კონცეფციას და განსაზღვრავს **ხუთ ძირითად საგანმანათლებლო პრინციპს**, რომლებსაც უნდა დაეფუძნოს ფიზიკის სწავლა-სწავლების პროცესი.

ეს პრინციპებია:

I. სწავლა-სწავლება ხელს უნდა უწყობდეს მოსწავლეთა შინაგანი ძალების გააქტიურებას. მიღებული ინფორმაცია ცოდნად გარდაიქმნება მოსწავლის მიერ მისი აქტიური დამუშავების შედეგად. მოსწავლე მიწოდებული ინფორმაციიდან გამოარჩევს ცოდნის შენებისთვის (კონსტრუირებისთვის) მნიშვნელოვან ელემენტებს და ცოდნად გარდაქმნის შერჩეულ ინფორმაციას სხვადასხვა სააზროვნო ოპერაციის განხორციელების საფუძველზე.

II. სწავლა-სწავლება ხელს უნდა უწყობდეს ცოდნის ეტაპობრივად კონსტრუირებას წინარე ცოდნაზე დაფუძნებით. ინფორმაციის დამუშავება და ცოდნად გარდაქმნა წინარე ცოდნის საშუალებით ხორციელდება. წინარე ცოდნა განაპირობებს იმას, თუ მიწოდებული ინფორმაციიდან რა კომპონენტებს მიაქცევს ყურადღებას მოსწავლე და რის სწავლას შეძლებს იგი.

III. სწავლა-სწავლება ხელს უნდა უწყობდეს ცოდნათა ურთიერთდაკავშირებას და ორგანიზებას. მეხსიერებაში ცოდნათა ურთიერთდაკავშირება და ორგანიზება ზრდის გააზრების, დამახსოვრებისა და ცოდნის ფუნქციური გამოყენების შესაძლებლობებს.

IV. სწავლა-სწავლება უნდა უზრუნველყოფდეს სწავლის სტრატეგიების დაუფლებას (სწავლის სწავლა). სწავლის პროცესში მართებული ხერხებისა და მიდგომების გამოყენება წარმატებული სწავლის განმსაზღვრელ ფაქტორს წარმოადგენს. კონკრეტული მიზნის მისაღწევად განსაზღვრულ ქმედებათა გააზრებულად, გაცნობიერებულად დაგეგმვა და კოორდინირება ზრდის მოსწავლის ქმედობაუნარიანობას, ეხმარება მას მიზნის ეფექტიანად მიღწევასა და სიძნელეთა გადალახვაში. აქედან გამომდინარე, მასწავლებელი ვალდებულია დააფიქროს მოსწავლე იმ ხერხებსა თუ მიდგომებზე, რომლებსაც იგი გამოიყენებს მიზნის მისაღწევად და დაეხმაროს მათ შორის, საუკეთესოს აღმოჩენაში.

V. სწავლა-სწავლება უნდა მოიცავდეს ცოდნის სამივე კატეგორიას: დეკლარატიულს, პროცედურულსა და პირობისეულს.

ა) დეკლარატიული ცოდნა სტატიკური ხასიათისაა. იგი გულისხმობს თეორიების, ფაქტების, წესების ცოდნას და პასუხობს კითხვას: რა ვიცი?

ბ) პროცედურული ცოდნა დინამიკურია და იძლევა ცოდნის რეალიზების საშუალებას. პროცედურული ცოდნა პასუხობს კითხვას: როგორ გავაკეთო/როგორ შევასრულო?

გ) პირობისეული ცოდნა დინამიკურია და გულისხმობს პირობების, ანუ არსებითი ნიშან-თვისებების ამოცნობას. იგი უზრუნველყოფს სხვადასხვა კონტექსტში ცოდნის ადეკვატურად გამოყენებას და პასუხობს კითხვას: როდის და/ან რატომ გამოვიყენო ეს ცოდნა?

მნიშვნელოვანია ფიზიკის გაკვეთილზე უზრუნველყოფილი იყოს თანაბრად ხელმისაწვდომი საგანმანათლებლო პროცესი, რომელიც მორგებული იქნება ყველა მოსწავლისთვის განათლების ინდივიდუალური საგანმანათლებლო საჭიროებასა და შესაძლებლობაზე.

შეფასება

მესამე თაობის ეროვნული სასწავლო გეგმის მოთხოვნების მიხედვით, გრძელვადიანი მიზნების მიღწევის გზაზე თემის ფარგლებში შუალედური მიზნის მიღწევა ორ მნიშვნელოვან კომპონენტთან (პროდუქტი და ძირითადი საკითხი) ერთად გულისხმობს ასევე მნიშვნელოვანი კომპონენტის - **შეფასების კრიტერიუმების** არსებობას.

შეფასების კრიტერიუმები, დაფუძნებული უნდა იყოს სამიზნე ცნების მკვიდრ წარმოდგენებზე.

ზოგადად, მოსწავლის შეფასების მთავარი მიზანია:

1. სწავლა-სწავლების ხარისხის მართვა, რაც გულისხმობს, ერთი მხრივ, სწავლის ხარისხის გაუმჯობესებაზე ზრუნვას და, მეორე მხრივ, სწავლა-სწავლების ხარისხის მონიტორინგს. შეფასება უნდა იძლეოდეს ინფორმაციას მოსწავლის ინდივიდუალური პროგრესის შესახებ.
2. მოსწავლის შეფასება არის სწავლა-სწავლების განუყოფელი ნაწილი. თანამიმდევრული საგანმანათლებლო პროცესის უზრუნველსაყოფად, მოსწავლის შეფასება უნდა დაეფუძნოს სწავლის კონსტრუქტივისტულ პრინციპებს.
3. მოსწავლის შეფასების ძირითად ამოცანებს წარმოადგენს:
 - ა) აჩვენოს როგორ მიმდინარეობს მოსწავლის ცოდნის კონსტრუირების პროცესი და მეხსიერებაში ცოდნათა ურთიერთდაკავშირება;
 - ბ) ახალი სასწავლო საკითხის/თემის დაწყებამდე დაადგინოს მოსწავლის წინარე ცოდნა და წარმოდგენები;
 - გ) გამოავლინოს, რამდენად ახერხებს მოსწავლე საკუთარი ძლიერი და სუსტი მხარეების დამოუკიდებლად შეფასებას, ასევე რამდენად გააზრებულ და ეფექტიან ნაბიჯებს დგამს იგი საკუთარი წინსვლის ხელშესაწყობად;
 - დ) მოიცვას სამივე კატეგორიის ცოდნა;
 - ე) აჩვენოს, რამდენად ახერხებს მოსწავლე ცოდნის ერთობლიობათა ფუნქციურად გამოყენებას შინაარსიან კონტექსტებში.
4. ძირითადი ამოცანების გადასაჭრელად მოსწავლის შეფასებაში პრიორიტეტი მიენიჭება კომპლექსურ, კონტექსტის მქონე დავალებებს, რომელთა შესრულება მოსწავლეს უზიდავს ცოდნის სხვადასხვა კომპონენტის ინტერაქტიულად და თანადროულად გამოყენებისკენ.

მოსწავლის შეფასება სწავლა-სწავლების პროცესის გრძელვადიან მიზნებზე ორიენტირებასთან უშუალოდ არის დაკავშირებული. სწავლება და შეფასება ერთი პროცესის ორი ურთიერშესაბამისობაში მყოფი კომპონენტია.

აღსანიშნავია ისიც, რომ განმავითარებელ შეფასებაში შემფასებელი შეიძლება იყოს როგორც მასწავლებელი, ასევე მოსწავლეც. მაგალითად, მოსწავლეებს უნდა მიეცეთ საშუალება, გასცენ და მიიღონ უკუკავშირი თავიანთი თანაკლასელებისგან და ასევე აქტიურად გამოიყენონ მეტაკოგნიტური და კოგნიტური სტრატეგიები თვითშეფასების მიზნით. სწავლის პროცესის შეფასებაში ამგვარი ჩართულობა მოსწავლეს გამოუმუშავებს დამოუკიდებლად სწავლის უნარ-ჩვევებს, დაეხმარება სწავლის სტრატეგიების ათვისებაში, საშუალებას მისცემს, გაცნობიერებულად შეუწყოს ხელი საკუთარ წინსვლასა და წარმატებას. შეფასებაში ჩართვის ძირითადი მიზანია მოსწავლის გათვითცნობიერება სწავლის პროცესებში, რაც მას შეასწავლის ამ პროცესების გააზრებულად და დამოუკიდებლად მართვას.

ეროვნულ სასწავლო გეგმის მიხედვით გამოიყენება ორი ტიპის შეფასება: **განმავითარებელი და განმსაზღვრელი**.

	საკლასო შეფასება		გარე შეფასებები
განმავითარებელი თუ განმსაზღვრელი?	განმავითარებელი	განმსაზღვრელი	განმსაზღვრელი
შეფასების ფორმები და შემფასებლები	მასწავლებელი: ზეპირსიტყვიერი ან წერილობითი უკუკავშირი, წამახალისებელი მითითებები, ცოდნის/გაგების შემამოწმებელი კითხვები, რუბრიკები, ქვიზები და ა.შ. მოსწავლეები: თვითშეფასება, თვითრეგულირებული სწავლა (მეტაკოგნიცია და თვითრეგულაცია), ურთიერთშეფასება	მასწავლებელი: ქულით ან/და კომენტარით შეფასებული შემაჯამებელი შეფასებები (ქულას შეიძლება ახლდეს კომენტარი ძლიერი და სუსტი მხარეების აღწერით, ხარვეზების გამოსასწორებელი მითითებებით)	გარე შემფასებელი: ერთიანი ეროვნული გამოცდები, სტანდარტიზებული ტესტები, Cambridge KET, PET, FCE; PISA, PIRLS, TIMMS
ამოცანები	ცოდნის კონსტრუირებისა და ცოდნათა ურთიერთდაკავშირების პროცესის შეფასება; წინარე ცოდნის/წარმოდგენების დადგენა; მოსწავლის მიერ თავისივე ძლიერი და სუსტი მხარეების დადგენის უნარის შეფასება; მოსწავლის მიერ საკუთარი წინსვლის ხელშესაწყობად გააზრებული ნაბიჯების გადადგმის უნარის შეფასება; ცოდნის სამივე კატეგორიის ათვისების პროცესის შეფასება; ცოდნის ერთობლიობათა ფუნქციურად გამოყენების უნარის შეფასება.	ცოდნათა ურთიერთდაკავშირების უნარის შეფასება; ცოდნის სამივე კატეგორიის გამოყენების უნარის შეფასება; ცოდნის ერთობლიობათა ფუნქციურად გამოყენების უნარის შეფასება. კურიკულუმის, გამოყენებული ინსტრუქციული სტრატეგიების ეფექტურობის შეფასება და ა.შ.	აკადემიური წლის მანძილზე ცოდნის შემაჯამებელი შეფასება; მოსწავლეების სელექცია უნივერსიტეტებში ჩასარიცხად, ა.შ.
მიზნები	სწავლის ხარისხის გაუმჯობესება; მოსწავლის წინსვლისა და განვითარების ხელშეწყობა.	მოსწავლის აკადემიური მიღწევის დონის დადგენა საგნობრივი სასწავლო გეგმის შედეგებთან მიმართებაში.	სასერტიფიკატო შეფასება, მოსწავლეების მიღწევის დონის შეფასება.

აღსანიშნავია ისიც, რომ შესაძლებელია ყოველი განმსაზღვრელი შეფასების შედეგი, იქნება ეს ნიშანი თუ რეკომენდაცია, გამოყენებული იქნეს განმავითარებელი მიზნებისთვისაც.

განმავითარებელი შეფასების წარმოებისას მასწავლებელმა აუცილებლად უნდა გაითვალისწინოს განმავითარებელი შეფასების 5 სტრატეგია/ფაქტორი:

- რომელ მიზანზეა (გრძელვადიანი/შუალედური) ორიენტირებული განმავითარებელი შეფასება;
- რამდენად აძლევს სასწავლო პროცესში შესრულებული დავალებები მოსწავლეს ცოდნის/საკუთარი შესაძლებლობების წარმოჩენის საშუალებას და რამდენად შეუწყო ხელი კომპლექსურ დავალებაზე მუშაობის პროცესში მოსწავლის ფუნქციური უნარების განვითარებას?
- რამდენად ეფექტურად გამოიყენება განმავითარებელი უკუკავშირი მოსწავლის წინსვლისა და განვითარების ხელშესაწყობად?
- რამდენად იყენებენ მოსწავლეები ურთიერთშეფასების სტრატეგიებს?
- რამდენად აქცევს მოსწავლე ყურადღებას მეტაკოგნიტურ ასპექტებს?

	საით მიემართება მოსწავლე	რა ეტაპზეა ახლა მოსწავლე	როგორ მივაღწიოთ მიზანს
მასწავლებელი	რა სასწავლო მიზნებთან, მათ შორის გრძელვადიან მიზნობრივ ორიენტრთან, მიმართებით ყალიბდება განმავითარებელი შეფასება?	რამდენად აძლევს სასწავლო პროცესში შესრულებული დავალებები მოსწავლეს ცოდნის/საკუთარი შესაძლებლობების წარმოჩენის საშუალებას და რამდენად შეუწყო ხელი კომპლექსურ დავალებაზე მუშაობის პროცესში მოსწავლის ფუნქციური უნარების განვითარებას?	რამდენად ეფექტურად გამოიყენება განმავითარებელი უკუკავშირი მოსწავლის წინსვლისა და განვითარების ხელშესაწყობად?
თანატოლი		რამდენად იყენებენ მოსწავლეები ურთიერთშეფასების სტრატეგიებს?	
მოსწავლე		რამდენად აქცევს მოსწავლე ყურადღებას მეტაკოგნიტურ ასპექტებს?	

განმავითარებელი შეფასების ნაწილს წარმოადგენს ასევე მასწავლებლის თვითრეფლექსია, ანუ იმის ანალიზი, თუ რამდენად მოახდინა მასწავლებლის საქმიანობამ ზეგავლენა მოსწავლის მიღწევებზე; რა უნდა იქნას გათვალისწინებული შემდგომ პერიოდში სასწავლო პროცესის დაგეგმვისას.

განმავითარებელი შეფასება		
მიზნობრივი ორიენტირი	მეტაკოგნიცია	ფუნქციური/კომპონენტური უნარები
მოსწავლის მიღწევების აღწერა - რჩევა მოსწავლეებს - მასწავლებლის თვითრეფლექსია -		

სწავლის ხარისხის გაუმჯობესების ხელშესაწყობად უპირატესობა უნდა მიენიჭოს განმავითარებელ შეფასებას, რომელიც აფასებს მოსწავლეს თავის წინარე შედეგებთან მიმართებით, ზომავს ინდივიდუალურ წინსვლას და, ამდენად, აძლევს მოსწავლეს ცოდნის ეტაპობრივად აგების (კონსტრუირების) საშუალებას.

მოსწავლის მიღწევების გაანალიზებაში მასწავლებელს დაეხმარება ეროვნული სასწავლო გეგმის შედეგების მიღწევის ზემოთ ნახსენები ტაქსონომია, რომლის საშუალებითაც კონკრეტულ საკითხთან მიმართებით სამიზნე ცნების გააზრების ხარისხი აღიწერება.

განმსაზღვრელი შეფასებისთვის ეროვნული სასწავლო გეგმის მიხედვით ორი მოდელი გამოიყენება.

მოდელი 1 - ნიშანი იწერება მიმდინარე საკლასო, საშინაო და შემაჯამებელი დავალების კომპონენტებში, ხოლო სემესტრული ქულა გამოითვლება ამ სამი კომპონენტის საშუალო არითმეტიკულის საფუძველზე.

მოდელი 2 - ნიშანი იწერება მხოლოდ შემაჯამებელ დავალებებში. მათ რაოდენობას თავად სკოლა განსაზღვრავს სასკოლო სასწავლო გეგმის პრიორიტეტებიდან გამომდინარე.

სკოლას უფლება აქვს სხვადასხვა კლასში, სხვადასხვა საგანში განმსაზღვრელი შეფასების სხვადასხვა მოდელი გამოიყენოს.

ქვემოთ წარმოდგენილია შეფასების რუბრიკა, რომელიც წარმოაჩენს, თუ რა ნიუანსები უნდა შეფასდეს ნიშნით სწავლა-სწავლების პროცესში.

ზოგადი კრიტერიუმი (ზოგადი)	შეფასების კრიტერიუმები (კონკრეტული)	ქულა	კომენტარი
მოსწავლე აქტიურადაა ჩართული სასწავლო პროცესში	მოსწავლემ მართებულად გაიგო კომპლექსური დავალების პირობა.		
მოსწავლე ამჟღავნებს ფაქტობრივი მასალის ცოდნას; პროცედურული ცოდნის გამოყენებით განაზოგადებს სამიზნე ცნებასთან დაკავშირებულ მოსაზრებებს.	საგნობრივი საკითხი/საკითხები :		
მოსწავლეს შეუძლია განაზოგადოს კომპლექსური დავალების შეფასების კრიტერიუმის სახით ჩამოყალიბებული მოსაზრებები.	კომპლექსური დავალების შეფასების კრიტერიუმი 1.		
	კომპლექსური დავალების შეფასების კრიტერიუმი 2.		

სასკოლო პროცესის ორგანიზება

❖ სასკოლო კურიკულუმის აგების პრინციპები

ეროვნული სასწავლო გეგმის საფეხურებრივი საგნობრივი სტანდარტები განსაზღვრავს სავალდებულო საგნობრივ მოთხოვნებს (რა უნდა შეეძლოს და რა უნდა იცოდეს მოსწავლეს). მათზე დაყრდნობით იგეგმება წლიური პროგრამები/სასკოლო კურიკულუმი, რომლებიც წარმოადგენს სტანდარტის მოთხოვნათა რეალიზების გზებს.

წლიური პროგრამები/სასკოლო კურიკულუმი უნდა დაიგეგმოს სავალდებულო სასწავლო თემების საშუალებით. სასწავლო თემა წამოადგენს ფუნქციურ კონტექსტს, რომელიც სტანდარტის ნაწილების ინტეგრირებულად და ურთიერთდაკავშირებულად სწავლების საშუალებას იძლევა. **თითოეული თემის ფარგლებში სტანდარტის ყველა შედეგი და სამიზნე ცნება უნდა დამუშავდეს.** მაშასადამე, სასწავლო თემების ცვლით შეიცვლება კონტექსტები, მაგრამ არ შეიცვლება სწავლის მიზნები, რომლებიც სტანდარტის შედეგებისა და სამიზნე ცნებების სახითაა ფორმულირებული (შედეგი და სამიზნე ცნება თავისთავად არ წარმოადგენს დამოუკიდებელ სასწავლო ერთეულს - თემას).

მოსწავლის პიროვნულ განვითარებაზე ორიენტირება უზრუნველყოფილია მაშინ, როცა სასწავლო პროცესი ეფუძნება ეროვნული სასწავლო გეგმის **გრძელვადიან მიზნებსა (შედეგებსა და სამიზნე ცნებებს) და მეთოდოლოგიურ ორიენტირებს.**

საგნობრივი სამიზნე ცნებები - ეროვნული სასწავლო გეგმის თითოეული შედეგი უკავშირდება საგნობრივ სამიზნე ცნებას. ეროვნულ სასწავლო გეგმაში ყველა საგნისთვის განსაზღვრულია რამდენიმე სამიზნე ცნება. საფეხურის დონეზე მათი დაუფლება, შედეგებთან ერთად, საგნის სწავლა-სწავლების გრძელვადიან მიზანს წარმოადგენს.

❖ სამიზნე ცნებები და შედეგები, ქვეცნებები, მკვიდრი წარმოდგენები, საკითხები

წარმოგიდგენთ ფიზიკის სამიზნე ცნებებს და მათთან დაკავშირებულ შედეგებს:

- მატერია (შედეგი: 1,2,3,4)
- ენერგია (შედეგი: 1,2,3,4)
- ძალა (შედეგი: 1,2,3,4)
- ფიზიკური პროცესი (შედეგი: 1,2,3,4)

გრძელვადიან მიზნებს (შედეგებსა და სამიზნე ცნებებს) აზუსტებს და უფრო მკაფიოს ხდის ცნებასთან დაკავშირებული:

- I. ქვეცნებები;
- II. მკვიდრი წარმოდგენები;
- III. საფეხურის საკვანძო შეკითხვები.

ქვეცნებები გამომდინარეობს სამიზნე ცნებიდან. მათი საშუალებით სასკოლო კურიკულუმში განისაზღვრება კონკრეტული საკითხები და ქვესაკითხები.

წარმოგიდგენთ საშუალო საფეხურისთვის ქვეცნებებს და მათთან დაკავშირებულ საკითხებს:

სამიზნე ცნება	ქვეცნებები	საკითხი
მატერია	მყარი ნივთიერება	ნახევარგამტარები და მათი თვისებები
	სითხე	ელექტრული დენი სითხეში
	ელექტრული ველი	ელექტრული ველი
ენერგია	ელექტრული ენერგია	ელექტრული ველის მუშაობა
	ბირთვული ენერგია	ბირთვის ბმის ენერგია
	მაგნიტური ენერგია	დენიანი კოჭას მაგნიტური ენერგია
ძალა	ელექტრული ძალა	ელექტრული ურთიერთქმედება
	ბირთვული ძალა	ბირთვის აღნაგობა
	მაგნიტური ძალა	ლორენცის ძალა
ფიზიკური პროცესი	იზოთერმული პროცესი	აირის კანონები
	ინდუქციური დენის წარმოქმნის პროცესი	ელექტრომაგნიტური ინდუქციის მოვლენა

მკვიდრი წარმოდგენები შემოფარგლავს ცნების მოცულობას და განსაზღვრავს, რა უნდა ჰქონდეს გაცნობიერებული მოსწავლეს ამ ცნებასთან მიმართებით საფეხურის ბოლოს. მათი საშუალებით წარმოჩნდება განზოგადებები, რომლებამდეც მოსწავლე უნდა მივიდეს ნებისმიერი თემის სწავლა-სწავლების პროცესში. მკვიდრი წარმოდგენები მჭიდროდ უკავშირდება ერთმანეთს (არ შეიძლება მათი იზოლირებულად დამუშავება). ისინი განისაზღვრება სასკოლო კურიკულუმის და არა ეროვნული სასწავლო გეგმის დონეზე.

წარმოგიდგენთ სამიზნე ცნებებს და მათთან დაკავშირებულ მკვიდრი წარმოდგენებს ფიზიკაში:

სამიზნე ცნება	მკვიდრი წარმოდგენები: მოსწავლემ უნდა გააცნობიეროს, რომ:
მატერია	1. ყველაფერი რაც ჩვენ გარშემო არსებობს მატერიაა. იგი ორი სახისაა: ნივთიერება და ველი. ყველა ნივთიერება შედგება ნაწილაკებისაგან - მოლეკულებისა და ატომებისგან; 2. ნივთიერების ფიზიკური თვისებები დამოკიდებულია მის შემადგენელ ნაწილაკებზე და სტრუქტურაზე, ხოლო ველის ფიზიკური თვისებები - ველის შემქნელი ობიექტების მოძრაობასა და განლაგებაზე; 3. მატერიის ფიზიკური თვისებები შეიძლება შეიცვალოს შიდა/გარე ფაქტორებით. ეს თვისებები და მათი ცვლილება ხასიათდება ფიზიკური სიდიდეებით, რომლებიც იზომება ცდის მეშვეობით.
ენერგია	1. ენერგია სისტემის მდგომარეობის ერთ - ერთი ძირითადი განმსაზღვრელია და ახასიათებს მის მიერ მუშაობის შესრულების უნარს; 2. სისტემის შემადგენელ სხეულებს/ნაწილაკებს გააჩნიათ სხვადასხვა სახის ენერგია, რომელიც შესაძლებელია გარდაიქმნას ერთი სახიდან მეორეში. ჩაკეტილი სისტემის სრული ენერგია მუდმივია; 3. სისტემაში ენერგიის გარდაქმნა განპირობებულია შიდა ფაქტორებით, ხოლო სისტემის სრული ენერგიის ცვლილება - გარე ფაქტორებით.

ძალა	1. სხეულებს შორის ურთიერთქმედება ხასიათდება ფიზიკური სიდიდით - ძალით. ბუნებაში ურთიერთქმედების ოთხი სახე გვხვდება; 2. ძალის მოქმედება განსაზღვრავს სხეულის მოძრაობის ცვლილებას ან/და მის დეფორმაციას, შედეგი კი დამოკიდებულია ძალის მოდულზე, მიმართულებასა და მოდების წერტილზე;
ფიზიკური პროცესი	1. ფიზიკური პროცესი სისტემის/სხეულის მდგომარეობის დროში ცვლილებაა, რომელიც აღიწერება რაოდენობრივი და თვისობრივი მახასიათებლებით; 2. ყველა ფიზიკურ მოვლენას/პროცესს აქვს მიზეზი და მოჰყვება შედეგი, რომელთა დაკავშირებაც შესაძლებელია ბუნების კანონების გამოყენებით.

❖ საშუალო საფეხურის საკვანძო შეკითხვები

საფეხურის საკვანძო შეკითხვების საშუალებით გამოიკვეთება აქცენტები, რომლებზე ორიენტირებითაც უნდა წარიმართოს სწავლა-სწავლების პროცესი.

წარმოგიდგენთ სარეკომენდაციო ხასიათის საფეხურის საკვანძო შეკითხვებს სამიზნე ცნებების მიხედვით:

თემა: მუდმივი დენის კანონები	საფეხურის საკვანძო შეკითხვები:
მატერია	რით არის განპირობებული ნივთიერებათა მრავალფეროვნება? რატომ არის მნიშვნელოვანი მატერიის სახეების ფიზიკური თვისებებისა და მათი ცვლილებების დახასიათება? როგორ დავადგინოთ მატერიის სახეების ფიზიკური თვისებების ცვლილებებსა და ამ ცვლილებების გამომწვევ მიზეზებს შორის კავშირი?
ენერგია	რა ზეგავლენას ახდენს ბუნებრივ პროცესებში ენერგიის მიმდინარე გარდაქმნები ადამიანის ყოველდღიურ ცხოვრებაზე? როგორ აღვწეროთ ბუნებრივ პროცესებში ენერგიის მიმდინარე გარდაქმნები და ამ გარდაქმნების გამომწვევი მიზეზები?

ძალა	რატომ არის მნიშვნელოვანი ბუნებაში არსებული ურთიერთქმედებებისა და მათ მიერ გამოწვეული შედეგების აღწერა? როგორ დაგვაკავშიროთ ბუნებაში არსებული ურთიერთქმედებებით მიღებული შედეგები მათ მიზეზებთან?
ფიზიკური პროცესი	რატომ არის მნიშვნელოვანი ბუნებაში არსებული მოვლენებისა და ბუნებრივ მოვლენებში მიმდინარე პროცესების დახასიათება? როგორ დაგვეხმარება ბუნებაში არსებული ობიექტების მოძრაობის დახასიათება ყოველდღიური ცხოვრების გასაუმჯობესებლად?

თემატური მატრიცა - გრძელვადიანი მიზნების გზაზე შუალედური მიზნების განხორციელების მნიშვნელოვანი ინსტრუმენტი

გრძელვადიან მიზანს განსაზღვრავს ეროვნული სასწავლო გეგმა, ხოლო მის მისაღწევად საჭიროა სასწავლო პროცესი დაიყოს შუალედურ სასწავლო მიზნებად. შუალედურ სასწავლო მიზნებს სკოლა განსაზღვრავს საკუთარი საჭიროებებისა და შესაძლებლობებიდან გამომდინარე.

გრძელვადიანი მიზნების საფუძველზე შუალედური მიზნების გამოსაყოფად, უპირველეს ყოვლისა, აუცილებელია სასწავლო **თემის**, როგორც სტრუქტურული ერთეულის მნიშვნელობის გააზრება. ეროვნული სასწავლო გეგმის მოთხოვნების მიხედვით, თემა წარმოადგენს კონტექსტს, რომლის ფარგლებშიც უნდა დამუშავდეს ეროვნული სასწავლო გეგმის ყველა შედეგი და სამიზნე ცნება.

ფიზიკის საგანი გრძელვადიანი მიზნების (შედეგები და სამიზნე ცნებები) ფარგლებში ოთხ სამიზნე ცნებაზეა აგებული და ეს ცნებები ბუნებრივად ერთმანეთთან არის დაკავშირებული, თუმცა მნიშვნელოვანია მასწავლებელმა სწორად შეაფასოს და მოახერხოს კონკრეტული თემის ფარგლებში ეროვნული სასწავლო გეგმის გრძელვადიანი მიზნების (შედეგები და სამიზნე ცნებები) გამოკვეთა და მოსწავლეთა ყურადღების აქცენტირება.

აღნიშნულის გააზრებაში მას დაეხმარება:

- **შედეგების მიღწევის ინდიკატორები** - ინდიკატორები აკავშირებს თემას საფეხურის შედეგებთან;
- **თემატური მკვიდრი წარმოდგენები** - აკავშირებს თემას სამიზნე ცნების მკვიდრ წარმოდგენებთან.

❖ საშუალო საფეხურის თემატური ინდიკატორები

წარმოგიდგენთ თემის: **მუდმივი დენის კანონები** ფარგლებში ინდიკატორების - **თემატური ინდიკატორების** ნიმუშებს ცნებების მიხედვით:

მუდმივი დენის კანონები	მოსწავლემ უნდა შეძლოს:
მატერია	ნივთიერების აგებულების დახასიათება მისი ელექტრული გამტარებლობის შესასწავლად; გამტარის წინააღობის 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	დენის მუშაობისა და სიმძლავრის შესახებ არგუმენტირებული მსჯელობა/რაოდენობრივი აღწერა პრობლემაზე ორიენტირებული ამოცანების გადასაჭრელად; ექსპერიმენტების დაგეგმვა (ჰიპოთეზის ჩამოყალიბება, თვისობრივი და რაოდენობრივი მონაცემების სხვადასხვა მეთოდით ორგანიზება) და მისი უსაფრთხოდ ჩატარება მიმდევრობით/პარალელურად/შერეულად შეერთებულ მომხმარებელთა მიერ გამოიყენებული სიმძლავრეების დასადგენად.
ძალა	თავისუფალ მუხტებზე მოქმედ ელექტრულ ძალასა და გამტარებში დენის წარმოქმნას შორის მიზეზ-შედეგობრივი კავშირის დადგენა პრობლემაზე ორიენტირებული ამოცანების გადასაჭრელად; ელექტროლიტებში გამტარობის წარმოქმნის მექანიზმის ახსნა, ელექტროლიზის მოვლენის ასახსნელად/ყოფა-ცხოვრებასთან/პროფესიებთან/სხვა დისციპლინებთან დასაკავშირებლად.
ფიზიკური პროცესი	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.

❖ **თემატური ერთეულის - მუდმივი დენის კანონების ფარგლებში შექმნილი თემატური მატრიცა**

სასწავლო თემის - **მუდმივი დენის კანონები**, როგორც სტრუქტურული ერთეულის მთლიანობაში გააზრებას მნიშვნელოვნად უწყობს ხელს თემატური მატრიცის (ცხრილი) სწორი აღქმა, რადგან მასწავლებელი თავდაპირველად, მატრიცის თავსართში ვიზუალურად ერთიანად ხედავს: შესასწავლი თემის სახელწოდებას, საათების სავარაუდო რაოდენობას, თემატურ მკვიდრ წარმოდგენებს, თემატურ საკვანძო შეკითხვებს.

თემატური მატრიცა	
თემა - მუდმივი დენის კანონები	საათების სავარაუდო რაოდენობა 39
თემატური მკვიდრი წარმოდგენები:	თემასთან დაკავშირებული საკვანძო შეკითხვები:
მატერია - მოსწავლემ უნდა გააცნობიეროს, რომ: • გამტარობა და წინაღობა ნივთიერების ფიზიკური თვისებებია. ნივთიერებები დენის გამტარობის მიხედვით იყოფა სამ ჯგუფად: გამტარებად, ნახევარგამტარებად და დიელექტრიკებად; • ნივთიერების გამტარობის თვისება დამოკიდებულია მისი შემადგენელი ნაწილაკების გვარობაზე, ნივთიერების სტრუქტურაზე, გამტარის გეომეტრიულ ზომებზე და ტემპერატურაზე. ენერგია - მოსწავლემ უნდა გააცნობიეროს, რომ: • ელექტრული ხელსაწყოების საშუალებით ელექტრული ენერგია გარდაიქმნება სხვადასხვა სახის ენერგიად და პირიქით. ენერგიის ამ გარდაქმნების აღწერა კი გვეხმარება ელექტროხელსაწყოების მოქმედების პრინციპის ახსნასა და გამოყენებაში; ძალა - მოსწავლემ უნდა გააცნობიეროს, რომ: • ნივთიერებაში არსებულ თავისუფალ მუხტებზე მოქმედი ელექტრული ძალები განაპირობებს მასში დენის აღძვრას; • ნივთიერების შემადგენელ ნაწილაკებზე/ დიპოლებზე ელექტრული ძალთა წყვილის მოქმედებით შესაძლებელია ნივთიერების გამტარობის შეცვლა;	მატერია - მოსწავლემ უნდა უპასუხოს კითხვებს: • ნივთიერების რომელ თვისებებს განეკუთვნება გამტარობა და წინაღობა? რა ჯგუფებად იყოფა ნივთიერებები დენის გამტარობის მიხედვით? • რაზეა დამოკიდებული ნივთიერების გამტარობის თვისება? ენერგია - მოსწავლემ უნდა უპასუხოს კითხვებს: ✓ ენერგიის რა სახის გარდაქმნა მიმდინარეობს ელექტრული ხელსაწყოების საშუალებით? რატომ არის მნიშვნელოვანი ამ გარდაქმნების აღწერა? ძალა - მოსწავლემ უნდა უპასუხოს კითხვებს: ✓ რა განაპირობებს ნივთიერებაში დენის აღძვრას? ✓ რა მოვლენა შეიძლება ახლდეს თან ნივთიერების შემადგენელ ნაწილაკებზე/ დიპოლებზე ელექტრული ძალთა წყვილის მოქმედებას?

ფიზიკური პროცესი - მოსწავლემ უნდა გააცნობიეროს, რომ: • გამტარების სხვადასხვაგვარი შეერთებისას, ძაბვებისა და დენის ძალების განაწილება დამოკიდებულია გამტართა შეერთების სტრუქტურაზე და გამტარების წინააღმდეგობაზე; • გამტარში გამავალი დენის ძალის, გამტარის ბოლოებზე ძაბვის, გამტარის წინააღმდეგობისა და დენის მუშაობის ერთმანეთთან კავშირი შეგვიძლია გამოვსახოთ სხვადასხვა მეთოდებით.	ფიზიკური პროცესი - მოსწავლემ უნდა უპასუხოს კითხვებს: • რაზეა დამოკიდებული ძაბვების და დენის ძალების განაწილება გამტარების სხვადასხვაგვარი შეერთებისას? • როგორ შეიძლება აღვწეროთ გამტარში გამავალი დენის ძალის, გამტარის ბოლოებზე ძაბვის, გამტარის წინააღმდეგობის და დენის მუშაობის ერთმანეთთან კავშირი?
--	---

თემატური მატრიცა გრძელდება კომპლექსური დავალებების სახელწოდებების ჩამონათვალით, რომელსაც თან ახლავს შესაბამისი სამიზნე ცნებები და ქვეცნებები, საკითხები და საკვანძო შეკითხვები. მუდმივი დენის თემის შესწავლის ფარგლებში გთავაზობთ ჩვენ მიერ შექმნილ ოთხ კომპლექსურ დავალებას. თითოეული გადის ერთ სამიზნე ცნებაზე. **მთლიანობაში თემატური ერთეულის - მუდმივი დენის კანონების ფარგლებში ჩვენ მიერ შემოთავაზებული კომპლექსური დავალებები ფარავს ოთხივე გრძელვადიან მიზანს - სამიზნე ცნებებს და შედეგებს**

შუალედური სასწავლო მიზნები			
კომპლექსური დავალებები (დასახელება)	სამიზნე ცნებები და ქვეცნებები	საკითხები	საკვანძო შეკითხვები
1. ჭერის განათება	ფიზიკური პროცესი, ელექტრული დენი	ელექტრული დენი ლითონის გამტარში, ომის კანონი წრედის უზნისთვის, რეზისტორთა მიმდევრობითი და პარალელური შეერთება	როგორ წარმოვადგინოთ პოსტერის საშუალებით საკუთარი დიზაინით შექმნილი ჭერის განათების ელექტრული წრედის კვლევა?
2. ჩაიდნები - რომელია ხელსაყრელი?	ენერგია, ელექტრული ენერგია, შინაგანი ენერგია,	ელექტრული დენის მუშაობა, დენის სიმძლავრე, ჯოულ-ლენცის კანონი, დენის წყაროს ემმ, ომის კანონი სრული წრედისთვის, მოკლე ჩართვა. სითბოს გადაცემა, სითბოს რაოდენობა	როგორ ავსახოთ კვლევით ნაშრომში , რომელი ენერგორესურსის გამოყენებაა საქართველოში ეკონომიურად ხელსაყრელი და როგორ გამოვიკვლიოთ ორი სხვადასხვა ტიპის ჩაიდნის ენერგოეფექტურობა?

3. ლითონების ჰარმონია - ელექტროლიზი	მატერია, სითხე, მყარი ნივთიერება, მოლეკულა ატომი, დიპოლი, ელექტრონი, იონი, ელექტრული ველი.	ელექტრული დენი სითხეებში, ელექტროლიზი, ფარადის კანონები, გალვანოპლასტიკა, გალვანოსტეგია, ელექტრული დენი ლითონებში.	როგორ გამოვიკვლევთ ელექტროლიზის მოვლენას ელექტროლიტური აბაზანის მოდელის და ავხსნით მისი გამოყენების უპირატესობებს მრეწველობასა და ყოფა- ცხოვრებაში?
4. სინათლის „დარაჯი“	ძალა, ელექტრული ძალა	ელექტრული დენი ნახევარგამტარებში, p-n გადასვლა, ნახევარგამტარული დიოდი, ფოტორეზისტორი, ტრანზისტორი.	როგორ წარმოვადგინოთ სტატიაში სინათლის ნაკადით მართული სიგნალიზაციის სისტემის მოქმედების ფიზიკური მექანიზმები?

❖ კომპლექსური დავალებების ადგილი და როლი თემატურ მატრიცაში

თემატურ მატრიცას შუალედური სასწავლო მიზნების ჩამონათვალის შემდეგ მოჰყვება მატრიცაში ჩასმული, ეტაპების და ნაბიჯების მიხედვით გაწერილი კომპლექსური დავალებები. თითოეული კომპლექსური დავალების თავსართი შეიცავს კომპლექსური დავალებით გასასვლელ გრძელვადიან მიზნებს - სამიზნე ცნებებს და შედეგებს (მარცხნივ ცისფერ სვეტში) ამავე სვეტში განთავსებულია ქვეცნება, თემა, საკითხი, ქვესაკითხი. აღნიშნული სვეტი მთავრდება სამიზნე ცნებასთან დაკავშირებული მკვიდრი წარმოდგენების ჩამონათვალით. კომპლექსური დავალება ემსახურება სწორედ ამ დებულებების გააზრებას.

წარმოგიდგენთ სქემატურ ფოტოს, სადაც ელექტროლიზის საკითხზე შექმნილი კომპლექსური დავალების თავსართის მაგალითზე ნაჩვენებია ზოგადად, თუ რას ნიშნავს კომპლექსური დავალების იდეა, საკვანძო შეკითხვა, შეფასების კრიტერიუმი, შეფასების ზოგადი კრიტერიუმი, კომპლექსური დავალების პროდუქტი.



თავსართის შემდეგ კომპლექსური დავალების მატრიცა გრძელდება შუა ნაწილით, რომელიც განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია. აღნიშნულ ნაწილში ნაბიჯ-ნაბიჯ გაწერილია ყველა აქტივობა შესაბამისი რესურსით და დამხმარე კითხვებით.

მნიშვნელოვანია ის ფაქტი, რომ კომპლექსური დავალების განხორციელება უნდა დაიწყოს იმ სასწავლო საკითხების შესაწავლის წინ, რაც წარმოდგენილია კომპლექსურ დავალებაში და მოსწავლეს გაიყვანს თემის ფარგლებში დასამუშავებელ მკვიდრ წარმოდგენებზე. მცდარია ის აზრი, რომ სტანდარტით გათვალისწინებულ საკითხები მასწავლებელმა უნდა გაიაროს ცალკე და როგორც ცოდნის შემჯამებელი ინსტრუმენტი - კომპლექსური დავალება გამოიყენოს სასწავლო თემის დასასრულს. თუკი მოსწავლისთვის თემატური ერთეულის შესასწავლი საკითხების წარდგენა მოხდება კომპლექსური დავალების კონტექსტში, მას ეცოდინება რა ღირებულებითი დანიშნულება აქვს სახელმძღვანელოს და სხვა მრავალფეროვანი რესურსებით შეძენილ ცოდნას, სასწავლო პროცესი მისთვის უფრო საინტერესო და ხალისიანი გახდება.

კომპლექსური დავალების განხორციელების I ეტაპი ემსახურება კომპლექსური დავალების პირობის გაცნობას. ასევე მნიშვნელოვანია მასწავლებლის მიერ მკაფიოდ იქნას განმარტებული, თუ რა ტიპის პროდუქტის შექმნა ევალება მოსწავლეს. ფიზიკაში პროდუქტი, შეიძლება იყოს კვლევის ანგარიში, პოსტერი, სტატია, რეკომენდაციები, ბუკლეტი, მოდელი და სხვა. კომპლექსური დავალების

წარდგენის ეტაპზე ასევე მნიშვნელოვანია მოსწავლეს წარმოდგენა შეეძქმნას განსახორციელებელი კომპლექსური დავალების ფარგლებში რის შესწავლა მოუწევს, გამოიყენებს თუ არა წინარე ცოდნას, რაც მას საკითხის ირგვლივ გააჩნია, მნიშვნელოვანია საორგანიზაციო საკითხებიც - ჯგუფური მუშაობა მოუწევს თუ ინდივიდუალურად?

ჯგუფური მუშაობის შემთხვევაში გათვალისწინებული უნდა იქნას თითოეული მოსწავლის ინტერესი ჯგუფის წევრებთან მუშაობის შესახებ, რათა სწავლის პროცესი მათთვის სასიამოვნო სასწავლო გარემოში წარიმართოს და ნაყოფიერი აღმოჩნდეს მათთვის. აქ გასათვალისწინებელია ის გარემოებაც, რომ დაცული იყოს ყველა მოსწავლის ინტერესი. კერძოდ, არ აღმოჩნდეს კლასში ჯგუფისთვის ნაკლებად საინტერესო მოსწავლე. ასევე მნიშვნელოვანია თითოეული მოსწავლის შესაძლებლობების, მისი ძლიერი და სუსტი მხარის გათვალისწინება. ასევე გასათვალისწინებელია ჯგუფებში გენდერული ბალანსის შეძლებისდაგვარად დაცვაც. შესაბამისად, მასწავლებელს მოუწევს პერიოდულად ჯგუფის დაკომპლექტების წესის ცვლილება.

კომპლექსური დავალების მატრიცის **I ეტაპი** შეიცავს შესაბამის რესურსებს, აქტივობებს, დამხმარე კითხვებს, რაც დაკავშირებულია როგორც ფიზიკის შესასწავლი საკითხის შინაარსობრივ ნაწილთან, ასევე შესაქმნელ პროდუქტთან დაკავშირებულ ირგვლივ აქტივობებთან.

კომპლექსური დავალების მატრიცის **II ეტაპით** იწყება მთავარი სამუშაოები ფიზიკაში. **II ეტაპი** შედგება ნაბიჯებისგან და თითოეული ნაბიჯი წარმოადგენს შეფასების კრიტერიუმს. ყველა ნაბიჯის შესაბამისი აქტივობა საკუთარი რესურსით და დამხმარე კითხვებით ემსახურება შეფასების კრიტერიუმის - ნაბიჯის განხორციელებას. ნაბიჯი - კრიტერიუმში კი ისეა აგებული, რომ გრძელვადიანი მიზნის - სამიზნე ცნების კონკრეტულ მკვიდრ წარმოდგენასთან არის კორელაციაში.

თემატური ერთეულის - მუდმივი დენის კანონების ფარგლებში შექმნილი, ჩვენს მიერ წარმოდგენილი ოთხივე კომპლექსური დავალების შესასწავლი საკითხები თანმიმდევრობით მიჰყვება მოსწავლის სახელმძღვანელოს და დაკავშირებულია პარაგრაფებით მოწოდებულ რესურსებთან და აქტივობებთან.

კომპლექსურ დავალებებში ჩაშენებულია სხვადასხვა ტიპის **აქტივობები** :

- ✓ როგორც სადემონსტრაციო, ასევე კვლევითი ექსპერიმენტები რეალური და ვირტუალური ლაბორატორიისთვის. ექსპერიმენტულ ნაწილს თან ახლავს ვიდეო- და ტექსტური გზამკვლევები საკვლევი კითხვებით;
- ✓ თითქმის ყველა ნაბიჯს, სადაც საკითხი ამის საშუალებას იძლევა, აქტივობებში დაგეგმილია ამოცანების ამოხსნა;
- ✓ ვიდეორგოლების ანალიზით ცოდნის გააქტიურებაზე ორიენტირებული აქტივობები.

ძირითადი სახელმძღვანელოს გარდა ნაბიჯების მიხედვით გაწერილი აქტივობები ეფუძნება მრავალფეროვან **რესურსებს**:

- ✓ ტელესკოლის და სილქნეტის ვიდეოგაკვეთილებს;
- ✓ სიმულატორებს, რომლებიც განკუთვნილია წრედის ასაგებად. აღნიშნულ რესურსებს თან ახლავს კვლევითი კითხვები. კომპლექსურ დავალებაში სიმულატორებთან ერთად ნახავთ ქართულ ენოვან, ზოგადი განათლების რეფორმის ფარგლებში შექმნილ ვიდეოინსტრუქციებს სიმულატორებისთვის;
- ✓ წრედში ელექტრული დენის გავლის, ომის კანონის, მიმდევრობითი და პარალელური შეერთებების აღმწერ ანიმაციებს, ვიდეოტესტებს;
- ✓ სადემონსტრაციო და კვლევითი დანიშნულების ვირტუალურ ლაბორატორიებს;

- ✓ სტატიებს;
- ✓ საინტერესო ვიდეორგოლებს და ა.შ.

ყველა ნაბიჯის ბოლოს წარმოდგენილია დამხმარე კითხვები, რომელიც მოსწავლის სახელმძღვანელოს შინაარსს ეფუძნება. კითხვები ისეა აგებული მარტივიდან რთულისკენ, რომ ხელი შეუწყოს შესასწავლი საკითხის ირგვლივ ცოდნის ნაბიჯ - ნაბიჯ აგებას. დავალებებშიც თავის მხრივ, ეტაპების და ნაბიჯების მიხედვით გაწერილი, შესაბამის რესურსებზე დაფუძნებული აქტივობები, გათვლილია მარტივიდან რთულისკენ მოსწავლის ცოდნის აგებაზე. რაც გულისხმობს ცოდნის აგების კონსტრუქტივისტული მიდგომას: დეკლარატიული → პროცედურული → პირობისეულ ცოდნის კატეგორიაზე გასვლას. ასე, რომ წარმოდგენილი კომპლექსური დავალებების განხორციელება ხელს უწყობს ცოდნათა სხვადასხვა კატეგორიის მიღებას, მკვიდრი წარმოდგენების ჩამოყალიბებას და სამიზნე ცნებების გააზრებას.

ყველა კომპლექსური დავალება სრულდება რეფლექსური ხასიათის კითხვარით, რომლის გამოყენება ხელს შეუწყობს როგორც მოსწავლის, ისე მასწავლებლის თვითშეფასებას.

❖ თემატური ერთეულის - მუდმივი ელექტრული დენის კანონები, ფარგლებში შექმნილი კომპლექსური დავალებები

წარმოგიდგენთ თემატური მატრიცის გაგრძელებას, რომელიც მატრიცაში ჩასმულ კომპლექსური დავალებებს გულისხმობს. კომპლექსურ დავალებებს თან ახლავს ეროვნული სასწავლო გეგმის შედეგების მიღწევის დონეთა ტაქსონომია, რომელსაც სარეკომენდაციო ხასიათი გააჩნია.

გრძელვადიანი მიზანი	შუალედური სასწავლო მიზანი N1	
სამიზნე ცნება - ფიზიკური პროცესი შედეგი - ფიზ.სამ.4 ქვეცნება - ელექტრული დენი	საკვანძო შეკითხვა - როგორ წარმოვადგინოთ პოსტერის საშუალებით საკუთარი დიზაინით შექმნილი ჭერის განათების ელექტრული წრედის კვლევა? კომპლექსური დავალება - ჭერის განათება	
თემა - მუდმივი დენის კანონები საკითხები - ელექტრული დენი ლითონის გამტარში, ომის კანონი წრედის უბნისთვის, რეზისტორთა მიმდევრობითი და პარალელური შეერთება ქვესაკითხები - დენის ძალა, ძაბვა, წინაღობა, გამტარის ვოლტ-ამპერული მახასიათებელი, კუთრი წინაღობა, რეოსტატი, წინაღობის ტემპერატურაზე დამოკიდებულება.	განათება მნიშვნელოვან როლს თამაშობს ჩვენს ცხოვრებაში. სიმყუდროვე, ოთახში ყოფნის სურვილი, მუშაობა ან დასვენება, ყოველდღიური აქტივობების შესრულება ან დაგროვილი სტრესისგან თავის დაღწევა ბევრად არის დამოკიდებული კომფორტულ გარემოზე. ამ თვალსაზრისით, ოთახის განათება, ნათურების და მათი განლაგების სწორად შერჩევა მნიშვნელოვან საკითხს წარმოადგენს. წარმოიდგინეთ, რომ თქვენ უნდა დააგეგმროთ ერთ-ერთი (საძინებელი, სასადილო, სამზარეულო) ოთახის ჭერის განათება. თქვენი მიზანია, შეარჩიოთ ოთახის შესაბამისი განათების დიზაინი, ააგოთ ელექტრული წრედი და გამოიკვლიოთ. თქვენი დავალებაა შექმნათ პოსტერი, სადაც წარმოადგენთ საკუთარი დიზაინით შექმნილი ჭერის განათების შესაბამის სქემას და წრედში მიმდინარე ელექტრული პროცესების კვლევის შედეგებს ანალიზური და გრაფიკული სახით.	
სამიზნე ცნების მკვიდრი წარმოდგენები მოსწავლემ უნდა გააცნობიეროს, რომ:	შეფასების კრიტერიუმი - (ზოგადი) მოსწავლეს შეუძლია:	შეფასების კრიტერიუმი - (კონკრეტულ კომპლექსურ დავალებაზე მისადაგებული) ნაშრომში ხაზგასმით წარმოაჩინეთ:
1. ფიზიკური პროცესი სისტემის/სხეულის მდგომარეობის დროში ცვლილება, რომელიც აღიწერება რაოდენობრივი და	1. იმსჯელოს, რა თვისობრივი ცვლილებები მიმდინარეობს განსახილველ ფიზიკურ პროცესში და როგორ აღიწერება ეს ცვლილებები რაოდენობრივად;	კრიტერიუმი #1 რა განსაზღვრავს გამტარში ელექტრული დენის, როგორც ფიზიკური პროცესის არსებობას? როგორ აღწეროთ რაოდენობრივად გამტარში დენის გავლის პროცესი? (ფიზ.პროც.1) კრიტერიუმი #2 რა განაპირობებს მომხმარებელთა მიმდევრობითი და პარალელური

თვისობრივი მახასიათებლებით; 2. ყველა ფიზიკურ მოვლენას/პროცესს აქვს მიზეზი და მოჰყვება შედეგი, რომელთა დაკავშირებაც შესაძლებელია ბუნების კანონების გამოყენებით.	2. დააკავშიროს ერთმანეთთან განსახილველი მოვლენის/პროცესის გამომწვევი მიზეზები და შედეგები, ახსნას ეს კავშირი ბუნების კანონების გამოყენებით.	შეერთებისას წრედში აღძრული ფიზიკური პროცესების მახასიათებელთა ცვლილებებს? (ფიზ. პროც.2) კრიტერიუმი #3 როგორ აღიწერება რაოდენობრივად თქვენი დიზაინით შექმნილი ჭერის განათების წრედში მიმდინარე ფიზიკური პროცესები? (ფიზ. პროც. 1)
--	--	---

კომპლექსური დავალების განხორციელების ეტაპები (აქტივობები, რესურსები, შეკითხვები)

ეტაპი I – კომპლექსური დავალების პირობის გაცნობა

მასწავლებელი გააცნობს მოსწავლეებს კომპლექსურ დავალების პირობას და აუხსნის, თუ როგორ უნდა წარმოაჩინონ მათ საკუთარი ცოდნა შესასწავლ საკითხთან დაკავშირებით?

რესურსები:

სტატიები_ რატომ არის მნიშვნელოვანი ინტერიერისთვის განათების დიზაინი

- რესურსი 1.
<https://lightup.com.au/lighting-design-tips/why-is-lighting-so-important-in-interior-design/>
- რესურსი2.
<https://www.hampshirelight.net/blog/why-lighting-design-is-important-for-your-space>

სტატიები - რჩევები პოსტერის შესაქმნელად:

- რესურსი 3.
<https://www.living-democracy.com/ge/textbooks/volume-2/students-manual-10/tool-2/toolbox-6/>
- რესურსი 4.
<http://mastsavlebeli.ge/?p=7931>
- რესურსი 5. [როგორ შევქმნათ პოსტერი](#)

კომპლექსური დავალების პირობის გაცნობა

აქტივობა 1: მასწავლებელი სთხოვს მოსწავლეებს გაეცნონ რესურს 1-ს, რესურს 2-ს და ახსნან, რატომ არის მნიშვნელოვანი სწორი განათების შერჩევა ოთახში? მოსწავლეების მსჯელობენ, თუ რა ფიზიკური მოვლენების და პროცესების შესწავლა მოუწევთ დავალების შესასრულებლად, ასევე განიხილავენ, რა ტექნოლოგიების დაუფლება დასჭირდებათ ელექტრული პროცესების შესასწავლად.

აქტივობა 2: საკუთარი ცოდნის წარმოსაჩენად, მოსწავლეები გაეცნობიან სასწავლო რესურსს 3, 4 და 5 . რესურსის გაცნობის შემდეგ მოსწავლეები მსჯელობენ, რა ნაბიჯების გადადგმა მოუწევთ პოსტერის შექმნისას და როგორ ასახავენ პოსტერზე მიღებულ შედეგებს. მათ უნდა დაგეგმონ და მიფიქრონ, რის ცოდნა იქნება საჭირო ეფექტური და ინფორმაციული პოსტერის შესაქმნელად.

კომპლექსური დავალების პირობის გააზრებაზე ორიენტირებული შეკითხვები:

- რომელ ფიზიკურ პროცესს ახლავს თან ნათურის ნათება?
- მნიშვნელოვანია თუ არა განათების ჭერის დიზაინის შერჩევისას სწორი განათების დაგეგმვა?

- იცით თუ არა რამე ელექტრული დენის შესახებ?
- გიმუშავიათ თუ არა ვირტუალურ ლაორატორიაში?
- იცნობთ თუ არა სიმულატორებს?

პოსტერის შესახებ

- რა არის პოსტერი? რისთვის არის საჭირო პოსტერები?
- შეგიქმნიათ თუ არა პოსტერი?
- როგორი სახის პოსტერი გინახავთ? რა იყო წარმოდგენილი პოსტერზე და რამდენად გამოხატავდა პოსტერი სათქმელს?
- გამოთქვით მოსაზრება, როგორ შეიძლება დამზადდეს და გაფორმდეს პოსტერი?
- რას გამოიყენებთ, რომ თქვენი ნაშრომი ადვილად აღსაქმელი იყოს?
- რა უნდა ვიცოდეთ პოსტერის შესაქმნელად?
- რა ნაბიჯების გადადგმა მოგიწევთ პოსტერის შესაქმნელად?
- როგორ ასახავთ პოსტერში თქვენი მიზნების შესაბამის სქემატურ ნახაზებს?
- როგორ ასახავთ პოსტერში საჭირო მათემატიკურ ფორმულებსა და გამოსახულებებს?

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 - ელექტრული დენი

ნაბიჯი 1 - შეფასების კრიტერიუმი #1:

რა განსაზღვრავს გამტარში ელექტრული დენის, როგორც ფიზიკური პროცესის არსებობას? როგორ აღწერთ რაოდენობრივად გამტარში დენის გავლის პროცესს? (ფიზ.პროც.1)

რესურსები:

რესურსი 1: სახელმძღვანელო, § 1-დან § 6-ის ჩათვლით, სადაც წარმოდგენილია შემდეგი საკითხები: ელექტრული დენი, დენის წყარო, ელექტრული წრედი, დენის მოქმედება, დენის ძალა, ამპერმეტრი, დენისა და ნაწილაკების სიჩქარე გამტარში.

§ 7-დან § 12-ის ჩათვლით ძაბვა, ვოლტმეტრი, ვოლტ-ამპერული მახასიათებელი, წინაღობა, ომის კანონი წრედის უბნისთვის, კუთრი წინაღობა, წინაღობის ტემპერატურაზე დამოკიდებულება.

რესურსი 2: ელექტრული მოვლენები. ელექტრული დენის არსებობის პირობები-ფიზიკის დრო, #ტელესკოლა:

<https://www.youtube.com/watch?v=ITzj-wKhS0U&t=147s>

რესურსი 3: ელექტრული დენი და მისი წყარო - ტელესკოლა, სილქნეტი:

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

რესურსი 4: ვიდეორგოლი - დენის გავლა ლითონებში;

https://www.youtube.com/watch?v=KprFTxjOAoE&feature=emb_logo

რესურსი 5: ანიმაცია

[დენის გავლა წრედში](#)

გახსენით ჰიპერბმული

რესურსი 6: kahoot - ცოდნის გასააქტიურებელი თამაში:

<https://create.kahoot.it/details/182f4f52-28d6-4964-8230-09fb11f948cd>

რესურსი 7: ინსტრუქციული ხასიათის სტატია kahoot-ში თამაშის შექმნის და გაკვეთილზე მისი გამოყენების შესახებ;

<http://mastsavlebeli.ge/?p=20638>

რესურსი 8: ვირტუალური ლაბორატორია (სიმულატორი)

- <https://www.tinkercad.com/dashboard> სიმულატორის საიტი
- [ვიდეოინსტრუქცია tinkercad-ის გამოყენების შესახებ](#)

რესურსი 9: ვიდეორგოლი გამტარის კუთრი წინაღობის შესახებ (ქართულ ენაზე);

<https://www.youtube.com/watch?v=ZcIb6tE-384&t=54s>

აქტივობები

აქტივობა 1: წინარე ცოდნის გააქტიურება: მოსწავლე გაიხსენებს ცოდნას ელექტროსტატიკიდან ელექტრული ველის, კულონური ურთიერთქმედების, პოტენციალის, პოტენციალთა სხვაობის შესახებ;

აქტივობა 2: რესურსი 1, 2, 3-ზე დაყრდნობით მოსწავლე გაიაზრებს შესასწავლ საკითხებს: ელექტრული დენი, დენის წყარო, დენის და ნაწილაკების სიჩქარე გამტარში

აქტივობა 3. მასწავლებელი აჩვენებს მოსწავლეებს ანიმაციას (რესურსი 4) ელექტრული დენის შესახებ. მოსწავლეები მსჯელობენ დენის, როგორც მოვლენის შესახებ;

დამხმარე კითხვები:

- რას ეწოდება ელექტრული დენი?
- ელექტრული დენი პროცესია თუ ფიზიკური სიდიდე?
- რა არის დენის არსებობისთვის აუცილებელი პირობა?
- რომელი ნაწილაკების მოძრაობა განაპირობებს ლითონის გამტარში ელექტრულ დენს?
- საიდან გაჩნდება თავისუფალი ელექტრონების ჭარბი რაოდენობა ლითონში? რა პროცესი განაპირობებს ამ ფაქტს?
- იმსჯელეთ წრედში დენის გავლისას დენის გადამტანი ნაწილაკების სიჩქარეზე;
- რას წარმოადგენს ელექტრული წრედი? დაასახელეთ ელექტრული წრედის შემადგენელი კომპონენტები;
- რას ეწოდება ელექტრული სქემა?
- რა განაპირობებს ამ განსხვავებას?
- რა უშლის ხელს ელექტრონების მიმართულ მოძრაობის პროცესს ლითონის გამტარში?

აქტივობა 4. შესასწავლი საკითხების: ელექტრული დენის, დენის წყაროს მიმართ მოტივაციის ასამაღლებლად და გაკვეთილზე ხალისიანი განწყობის შესაქმნელად მასწავლებელი იყენებს

რესურსი 6-ს. *მანამდე მასწავლებელი გაეცნობა ინსტრუქციას kahoot-ში მუშაობის შესახებ (რესურსი 7).*

თამაშის შემდეგ მასწავლებელი ატარებს დენის სითბური, ქიმიური და მაგნიტური მოქმედებების შესასწავლ ცდებს (აქტივობა სახელმძღვანელოდან, § 3). მოსწავლეები მსჯელობენ დენის მოქმედებების შესახებ;

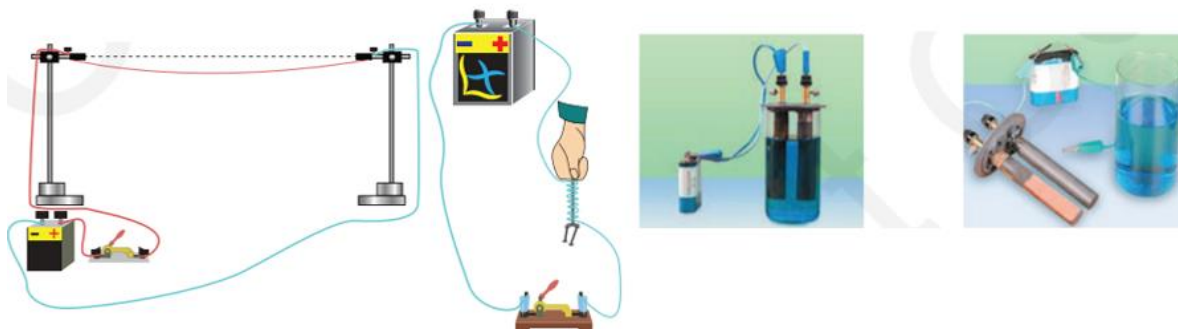
დამხმარე კითხვები:

- რას უწოდებენ შერეულ გამტარებლობას?
- რაში გამოიხატება დენის სითბური მოქმედება? რაში გამოიხატება დენის ქიმიური მოქმედება?
- რაში გამოიხატება დენის მაგნიტური მოქმედება?

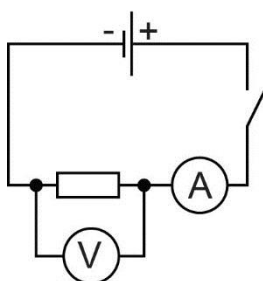
აქტივობა 5. მოსწავლეები რესურს 1-ზე დაყრდნობით გაეცნობიან და საღრმისულად გაიაზრებენ დენის ძალის, ამპერმეტრის, ძაბვის, ვოლტმეტრის შესასწავლ საკითხებს. მსჯელობენ დენის და წყლის ანალოგიის შესახებ;

დამხმარე კითხვები:

- რას ეწოდება დენის ძალა? რას ახასიათებს იგი როდენობრივად?



- რას ეწოდება 1 ამპერი დენი? დენის რომელ მოქმედებას ემყარება 1 ამპერის განმარტება?
- ელექტრულ ველში რომელი დამუხტული ნაწილაკების მოძრაობის მიმართულება უნდა მივიჩნიოთ დენის მიმართულებად? რატომ?
- რას ეწოდება ამპერმეტრი?
- როგორ ირთვება წრედში ამპერმეტრი?
- მდინარის დონეთა სხვაობა რისი ანალოგიაა ელექტრულ წრედში?
- განმარტეთ, რა ფიზიკური სიდიდეა ძაბვა? რას ახასიათებს ის?
- დაასახელეთ ძაბვის ერთეული და ძაბვის გასაზომი ხელსაწყო;
- როგორ ირთვება წრედში ვოლტმეტრი?
- დენის რომელ მოქმედებაზეა დაფუძნებული ამპერმეტრის და ვოლტმეტრის მუშაობა?



აქტივობა 6. მოსწავლეები რესურს 1-ზე დაყრდნობით შეისწავლიან საკითხებს: გამტარის ვოლტ-ამპერული მახასიათებელი, გამტარობა, წინაღობა, ომის კანონი წრედის ერთგვაროვანი უბნისთვის. მოსწავლეები მასწავლებლის დახმარებით აწყობენ წრედს (სახელმძღვანელო, §8) რეალურ/ვირტუალურ tinkercad (რესურსი 8) ლაბორატორიაში სქემის მიხედვით. (რესურსი 8 შედგება ორი ნაწილისგან: *tinkercad* - ის ვებ-მისამართისგან და ამ სიმულაციის გამოყენების ვიდეოინსტრუქციისგან). დენის წყაროს ბოლოებზე ძაბვის ცვლილებით მოსწავლეები

დააკვირდებიან ამპერმეტრის ჩვენებას და გაანალიზებენ მოცემული

გამტარის ვოლტ-ამპერულ მახასიათებელს, გაიაზრებენ გამტარობის და წინაღობის არსს.

დამხმარე კითხვები:

- რა მიზეზ-შედეგობრივი კავშირია გამტარში გამავალ დენსა და მის ბოლოებზე არსებულ ძაბვას შორის?
- რას უწოდებენ გამტარობას?
- რა არის ვოლტ-ამპერული მახასიათებელი?
- გამტარების ვოლტ-ამპერული მახასიათებლებით როგორ დავადგენთ, რომლის გამტარობაა ნაკლები?
- რა პროცესები უშლის ხელს ლითონის გამტარში დენის გავლას?
- რა ფიზიკური სიდიდეა წინაღობა? დაასახელეთ მისი ერთეული;
- როგორ ახსნით, წინააღობასა და გამტარობას შორის უკუპროპორციულ დამოკიდებულებას?

- $R = \frac{U}{I}$ ფორმულიდან გამომდინარეობს თუ არა, რომ გამტარის წინაღობა მის ბოლოებს შორის ძაბვის პირდაპირპროპორციულია?
- ჩამოაყალიბეთ ომის კანონი წრედის ერთგვაროვანი უბნისთვის და დაწერეთ მისი ფორმულა.

აქტივობა 7:

რესურს 1-ზე და **რესურსი 9-**ის გამოყენებით მოსწავლეები გაეცნობიან და სიღრმისეულად გაიაზრებენ საკითხებს: კუთრი წინაღობა, რეოსტატი, წინაღობის ტემპერატურაზე დამოკიდებულება.

დამხმარე კითხვები:

- როგორ შეიძლება განვსაზღვროთ რაიმე მასალის კუთრი წინაღობა?
- რატომ არ არის მოსახერხებელი პრაქტიკაში კუთრი წინაღობის SI ერთეულის გამოყენება?
- რომელია უკეთესი გამტარი, ოქრო თუ ვერცხლი?
- რომელია უკეთესი იზოლატორი, ებონიტი, თუ გრაფიტი?
- რას უწოდებენ რეზისტორს? რა არის რეოსტატი?
- რატომ იზრდება ლითონის გამტარის წინაღობა ტემპერატურის მომატებისას?

აქტივობა 8: მოსწავლეები ატარებენ ექსპერიმენტს გზამკვლევის მიხედვით:

[მარტივი ექსპერიმენტი ნივთიერების გვაროვნების დასადგენად](#) *გახსენით ჰიპერლინკი*
კვლევითი საკითხები იხილეთ გზამკვლევში.

აქტივობა 9: დეკლარატიული და პროცედურული ცოდნის განმტკიცების მიზნით, მოსწავლეები ხსნიან ამოცანებს სახელმძღვანელოდან გვ. 17, § 4-დან გვ. 45, §11-ის ჩათვლით.

(საკითხები: დენის ძალა, დენისა და ნაწილაკების სიჩქარე გამტარში, ძაბვა, ვოლტ-ამპერული მახასიათებელი, წინაღობა, ომის კანონი წრედის უბნისთვის, კუთრი წინაღობა, წინაღობის ტემპერატურაზე დამოკიდებულება).

ნაბიჯი 2 - შეფასების კრიტერიუმი #2:

რა განაპირობებს მომხმარებელთა მიმდევრობითი და პარალელური შეერთებისას წრედში აღმრული ფიზიკური პროცესების მახასიათებელთა ცვლილებებს? (ფიზ. პროც.2)

რესურსები:

რესურსი 1: სახელმძღვანელო, §§ 13, 14, 15 სადაც წარმოდგენილია: გამტარების მიმდევრობითი შეერთება, გამტარების პარალელური შეერთება.

რესურსი 2: ელექტრული წრედი, მიმდევრობითი და პარალელური შეერთება - ფიზიკის დრო, #ტელესკოლა:

<https://www.youtube.com/watch?v=rp0FWUMNqsk>

რესურსი 3: პარალელური და მიმდევრობითი შეერთება - ტელესკოლა, სილქნეტი:

<https://www.youtube.com/watch?v=se6affIqWTs&t=6s>

რესურსი 4: ანიმაციები შეერთებების შესასწავლად - *გახსენით ჰიპერბმულები:*

- [ანიმაცია - მიმდევრობითი შეერთება](#)
- [ანიმაცია - პარალელური შეერთება](#)

რესურსი 5: კვლევის ინსტრუქცია - მიმდევრობითი და პარალელური შეერთება:

- [ლაბორატორიული სამუშაო-მიმდევრობითი და პარალელური შეერთებები](#) გახსენით პიპერბმული
- <https://www.tinkercad.com/dashboard> სიმულატორის საიტი

აქტივობები

აქტივობა 1: რესურსი 1, 2, 3 -ის გამოყენებით მოსწავლე გაეცნობა და სიღრმისეულად გაიაზრებს შესასწავლ საკითხებს: მომხმარებელთა მიმდევრობითი და პარალელური შეერთება.

აქტივობა 2: მასწავლებელი გააცნობს მოსწავლეებს ანიმაციას მიმდევრობითი და პარალელური შეერთების შესახებ (**რესურსი 4**). მოდელირებული პროცესების ვიზუალიზაციის შემდეგ, მოსწავლეები მსჯელობენ შესასწავლი საკითხის ირგვლივ. **რესურსი 5** - ის გამოყენებით მოსწავლეები აწარმოებენ მიმდევრობითი და პარალელური შეერთებების კვლევას რეალურ/ვირტუალურ (**tinkercad**) ლაბორატორიაში.

დამხმარე შეკითხვები:

- ჩამოაყალიბეთ კანონზომიერებები, რომელსაც ემორჩილება მომხმარებლების მიმდევრობით შეერთებულ წრედში მიმდინარე ფიზიკური პროცესები;
- განიხილეთ მიმდევრობითი შეერთების მექანიკური ანალოგი და განმარტეთ, რატომ არ იცვლება წრედში დენის ძალა მომხმარებელთა მიმდევრობითი შეერთებისას?
- მიმდევრობითი შეერთებისას ერთი ნათურის მწყობრიდან გამოსვლა დანარჩენი ნათურების ჩაქრობას გამოიწვევს თუ არა? რატომ?
- მიმდევრობით შეერთებული სხვადასხვა წინააღობის მქონე რეზისტორებიდან რომლის ბოლოებზე იქნება მეტი ძაბვა?
- ჩამოაყალიბეთ კანონზომიერებები, რომელსაც ემორჩილება მომხმარებლების პარალელურად შეერთებულ წრედში მიმდინარე ფიზიკური პროცესები;
- პარალელური შეერთებისას ერთი ნათურის მწყობრიდან გამოსვლა დანარჩენი ნათურების ჩაქრობას გამოიწვევს თუ არა? რატომ?
- განიხილეთ პარალელური შეერთების მექანიკური ანალოგი და განმარტეთ, ერთი ნათურის წრედიდან განრთვისას, რატომ არ ქრება დანარჩენი ნათურები?
- რატომ არის ერთნაირი ძაბვა ყველა მომხმარებლის ბოლოზე მათი პარალელურად შეერთებისას?
- პარალელურად შეერთებული მომხმარებლებიდან რომელში გადის ნაკლები დენის ძალა?

აქტივობა 3: დეკლარატიული და პროცედურული ცოდნის განმტკიცების მიზნით, მოსწავლეები ხსნიან ამოცანებს სახელმძღვანელოდან §§ 13,14,15.

(საკითხები: მომხმარებელთა მიმდევრობითი და პარალელური შეერთება).

ნაბიჯი 3 - შეფასების კრიტერიუმი #3:

როგორ აღიწერება რაოდენობრივად თქვენი დიზაინით შექმნილი ჭერის განათების წრედში მიმდინარე ფიზიკური პროცესები (ფიზ. პროც. 1)

რესურსები:

რესურსი 1: ვიდეორგოლი - მიმდევრობითი და პარალელური შეერთების შესასწავლად;
<https://www.youtube.com/watch?v=YnkNY7PUW-w>

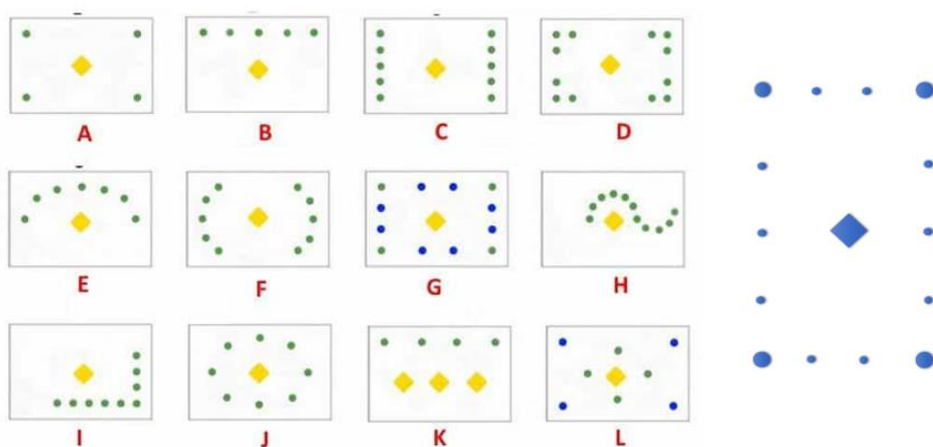
[ინსტრუქცია ვიდეორგოლის გამოყენებისთვის](#)

[გახსენით ჰიპერბმული](#)

რესურსი 2: ექსპერიმენტული კვლევა:

- <http://falstad.com/circuit/> სიმულატორის საიტი
- [წრედში დენის გავლის გრაფიკული ანალიზი-ვოლტ-ამპერული მახასიათებლის კვლევა ტექსტური ინსტრუქცია](#) [გახსენით ჰიპერლინკი](#)
- [Falstad - ის გამოყენების ინსტრუქცია](#) [გახსენით ჰიპერლინკი.](#)

რესურსი 2: ჭერის განათების დიაზაინის მაგალითები.



აქტივობები

აქტივობა 1: მოსწავლეები ყურადღების ეცნობიან **რესურს 1-ს**, რომელიც ორი ნაწილისგან შედგება: იუთუბიდან ვიდეორგოლის და ამ ვიდეორგოლის გამოყენების ვიდეოინსტრუქციისაგან. ვიდეორგოლის ნახვის შედეგად მოსწავლეები გაიაზრებენ მიმდევრობითი და პარალელური შეერთებების დადებით და უარყოფით მხარეებს თითოეული შემთხვევისათვის, იმსჯელებენ შეერთებების პრაქტიკაში გამოყენების უპირატესობებზე. მოსწავლეები **რესურსი 2-ზე** დაყრდნობით ჩაატარებენ ექსპერიმენტულ კვლევას რეალურ/ვირტუალურ (**falstad**) ლაბორატორიაში - გამტარში დენის გავლის გრაფიკულ ანალიზს მისი ვოლტ-ამპერული მახასიათებლის მიხედვით. **რესურსი 2** სამი ნაწილისგან შედგება: სიმულატორის **falstad** - ის საიტის, კვლევის ტექსტური ინსტრუქციისგან და მისი გამოყენების ვიდეოინსტრუქციისგან.

აქტივობა 2. მოსწავლეები შეარჩევენ ჭერისთვის განათების დიზაინს სარეკომენდაციო ხასიათის **რესურსი 3-ის** მიხედვით ან საკუთარი შეხედულებით. მოსწავლეები ჭერის განათების მათ მიერ შერჩეული დიზაინის მიხედვით სიმულატორში (**falstad**) აგებენ წრედს და ატარებენ კვლევას.

კვლევის საკითხები:

მოსწავლეები იკვლევენ:

- თითოეული ნათურის და სრული წრედის წინააღმდეგობას, წრედში საერთო დენის ძალას, თითოეულ ნათურაში გამავალ დენის ძალას, ძაბვას თითოეული ნათურის ბოლოებზე, პარალელური და მიმდევრობით ჩართული უბნების ბოლოებზე, თეორიულად გამოითვლიან აღნიშნულ სიდიდეებს და შეადარებენ სიმულატორის მონაცემებს;
- შერჩეული ფორმულის მიხედვით გამოთვლების შედეგებს შეადარებენ სიმულატორის მონაცემებს;
- აწარმოებენ დაკვირვებას და ადარებენ ერთმანეთს ნათურების სიკაშკაშის პირობებს;
- მსჯელობენ დამზერით ფიზიკური პროცესების მიზეზებზე;
- ასაბუთებენ ნათურების ჩართვის მათ მიერ შერჩეული სქემის უპირატესობას.

აქტივობა 3: მოსწავლეებს კვლევის შედეგები გადააქვთ პოსტერზე.

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?
- დაგეგმარა თუ არა პირველადი გეგმა მუშაობის პროცესში?
- რა დეტალებზე აკეთებდი აქცენტს პოსტერის 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?
- რატომ ფიქრობ, რომ შენ მიერ შექმნილი პოსტერი დაეხმარება მომავალში მსგავსი პრობლემის გადაჭრაში ადამიანებს?

ახსენი, რატომ შექმენი ასეთი ფორმით პოსტერი? 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 დაგეგმარათ 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?
- წააწყდით 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 ყოფილიყო (მაგ.: ფუნქციური სამეტყველო ქმედების (თხრობა, აღწერა, მსჯელობა) სწორად შერჩევა, სენსიტიური ნიუანსების წინ წამოწევა; ჟესტიკულაციის, 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?

სკოლამ თავად უნდა დაადგინოს სამიზნე ცნებების ფლობის დონეები სოლო-ტაქსონომიის მიხედვით, თუმცა ჩვენ გვსურს წარმოგიდგინოთ კომპლექსური დავალებასთან **(ჭერის განათება)** დაკავშირებული, ეროვნული სასწავლო გეგმის შედეგების მიღწევის დონეთა სოლო ტაქსონომია, რომელსაც სარეკომენდაციო ხასიათი გააჩნია.

შეფასების სქემა შედგება სამი სვეტისგან: მოსწავლის ეროვნული სასწავლო გეგმის შედეგების მიღწევის დონის, მიღწევის აღწერილობისა და მასწავლებლის განმავითარებელი სავარაუდო კომენტარისგან წარმოდგენილი დავალების ფარგლებში:

მიღწევის დონე კრიტერიუმი	აღწერილობა რა გააკეთა მოსწავლემ (მაგალითი) და რა დასკვნა გავაკეთე ამის საფუძველზე	კომენტარი რა რჩევა მივეცი მოსწავლეს (განმავითარებელი შეფასების მაგალითი)
აბსტრაქტული დონე <u>შეუძლია იდეების ინტეგრირება და ცოდნის სინთეზი.</u> მოსწავლე კომპლექსური დავალების საშუალებით გამოკვეთილ მაგალითებზე დაყრდნობით ურთიერთ დაკავშირებულად მსჯელობს საგნის ფარგლებში წარმოდგენილ სამიზნე ცნებაზე. უკავშირებს კომპლექსური დავალების პირობას საკუთარ გამოცდილებას და იყენებს ცხოვრებისეულ სიტუაციებში. მოსწავლეს სიღრმისეულად აქვს გააზრებული საკითხის არსი და მოვლენის მახასიათებლები, რაც მას ამ ცოდნის განზოგადების და სხვა მსგავს მოვლენებთან შედარების საშუალებას აძლევს.	მოსწავლემ გაიგო დავალების არსი და მიზანი: შექმნა პოსტერი, სადაც წარმოადგინა საკუთარი შთამბეჭდავი დიზაინით გადაწყვეტილი ჭერის განათება. პოსტერში განათავსა შესაბამის წრედის სქემა და წრედში მიმდინარე ელექტრული პროცესების კვლევის შედეგები. მოსწავლის პრეზენტაციებისას ჩანს, რომ მას კარგად აქვს გააზრებული ელექტრული დენის, როგორც ფიზიკური პროცესის არსი, ახასიათებს ელექტრული დენის გავლას ლითონებში და მათი წინააღობის ტემპერატურაზე დამოკიდებულების ფიზიკურ მექანიზმებსზე, დეტალურად განმარტვას თითოეულ ნათურაში დენის ძალის და მათ ბოლოებზე პოტენციალთა სხვაობის მნიშვნელობებს, საუბრობს, თუ რა განაპირობებს სხვადასხვა ნათურაზე განსხვავებულ ნათებას. მოსწავლე ახასიათებს წრედში მიმდინარე ელექტრულ მოვლენებს გრაფიკულად - ვოლტ-ამპერული მახასიათებლის საშუალებით. იგი განიხილავს განსხვავებული დიზაინის შემთხვევასაც და ასაბუთებს, რა ფიზიკური პროცესები ახლავს თან ასეთ შეერთებას. საუბრობს შეერთებების გამოყენების სხვადასხვა შემთხვევებზე.	დიდი მადლობა! თქვენ შესანიშნავად გაართვით თავი დავალებას. შესანიშნავად აღწერეთ ექსპერიმენტის შედეგები. ჩანს ვირტუალურ ლაბორატორიაში მუშაობის გამოცდილებაც შეგიძენიათ, რაც კარგად გამოიყენეთ განსხვავებული დიზაინის განათების აღწერისას. კარგი იქნება, თუ მოიპოვებთ ინფორმაციას, რომელ ფიზიკურ პროცესებზეა დაფუძნებული ფერადი ნათება და რა განაპირობებს მათი ნათების განსხვავებულ ფერს.
მიმართებითი დონე <u>ამყარებს კავშირს რამდენიმე ცოდნას შორის</u>	ჭერის განათების პრეზენტაციებისას მოსწავლე შემოქმედებითად გადმოსცემს, თუ რატომ არის მისი დიზაინი	გმადლობთ! თქვენ შესანიშნავად გაართვით თავი დავალებას. თქვენს მიერ ჩატარებული ექსპერიმენტების შედეგებიდან ჩანს, რომ კარგად გაქვთ

მოსწავლე მწყობრად და თანმიმდევრულად გადმოსცემს სამიზნე ცნებასთან დაკავშირებულ მკვიდრ წარმოდგენებს. ურთიერთდაკავშირებულ- ლად მსჯელობს სამიზნე ცნების არსობრივ მახასიათებლებზე. გამოკვეთს კომპლექსური დავალების შეფასების კრიტერიუმების საშუალებით განსაზღვრულ ნიუანსებს. მოსწავლეს შეუძლია გაიაზროს კავშირი რამდენიმე ასპექტს შორის და მსჯელობს მათ ესახებ, მოვლენის, როგორც ერთიანი პროცესის შემადგენელზე. მოსწავლეს ადარებს, აკავშირებს და საკითხებს და მიზეზ-შედეგობრივი ფორმით აანალიზებს მათ.	საინტერესო, კარგად აქვს გააზრებული ელექტრული დენის, როგორც ფიზიკური პროცესის არსი, ახასიათებს ელექტრული დენის გავლას ლითონებში და მათი წინააღობის ტემპერატურაზე დამოკიდებულების ფიზიკურ მექანიზმებსზე, ასაბუთებს ნათურების განსხვავებული ნათების მიზეზებს, კარგად აქვს გააზრებული მიმდევრობითი და პარალელური შეერთებისას დენის მახასიათებლების ცვლილების გამომწვევი მიზეზები, ახასიათებს წრედში მიმდინარე ელექტრულ მოვლენებს გრაფიკულად - ვოლტ-ამპერული მახასიათებლის საშუალებით. ბუნდოვნად აღწერს, ნათურების დამატება ან შემცირება რატომ შეცვლის დენის მახასიათებელ ფიზიკური სიდიდეებს.	გააზრებული ელექტრული დენის, როგორც ფიზიკური პროცესის მახასიათებელი ფიზიკური სიდიდეების მიზეზ-შედეგობრივი კავშირები. კარგად წარმოადგინეთ ამ კავშირების გრაფიკული ანალიზი. განსხვავებული დიზაინის წრედის კვლევა არ იქნება რთული, თუ დამოუკიდებლად იმუშავებთ სიმულატორში - http://falstad.com/circuit/ , სადაც ჩანს დენის მოძრაობის მიმართულება და წრედის კომპონენტების მახასიათებლების ცვლილებასაც შეძლებთ.
მულტიტრუქტურული დონე <u>აქვს ზვერი იდეა, თუმცა ვერ აკავშირებს ერთმანეთთან.</u> მოსწავლეს აქვს არაერთი მოსაზრება შესასწავლ საკითხთან მიმართებით, თუმცა, იმავე საკითხთან/მთავარ იდეასთან დაკავშირებით მის მიერ შეძენილ ცოდნას არ აქვს თანმიმდევრული სახე. მას შეუძლია რამდენიმე ასპექტის განხილვა განცალკევებულად, ერთმანეთთან კავშირის გარეშე. ასევე შეუძლია ჩამოთვლა, აღწერა, კლასიფიცირება, კომბინირება, მეთოდების, სტრუქტურის გამოყენება, ასევე შეუძლია ექსპერიმენტის მსვლელობისას პროცედურების შესრულება.	მოსწავლემ ზუსტად გაიგო დავალების არსი და დაუკავშირა მას პარაგრაფებში წარმოდგენილი მასალა. თუმცა, ის ყურადღებას არ ამახვილებს დავალების მთავარ იდეაზე: კერძოდ, ექსპერიმენტის მოდელირების საშუალებით, ვერ მსჯელობს რატომ არის ძაბვა მუდმივი პარალელური უბნის ბოლოებზე, არ ესმის ძაბვის არსი, თუმცა იცის ფორმულა დაიცის მისი ერთეული. უჭირს ელექტრული მოვლენების მექანიკურ მოვლენებთან ანალოგიის გატარება. იცის, რომ მიმდევრობითი შეერთებისას დენი მუდმივია, მაგრამ სქემის კვლევისას ვერ ახერხებს ამ ცოდნის გამოყენებას. გააჩნია ფაქტობრივი ცოდნა გამტარში დენის გავლისას მიმდინარე პროცესებზე. შესასწავლ საკითხთაგან დაკავშირებით შეუძლია წარმოადგინოს რამდენიმე ცოდნა, მაგრამ ვერ აკავშირებს მათ ერთმანეთთან. საბოლოოდ, მოსწავლემ ვერ ახსნა ფაქტები	კარგია, რომ იცით რას ეწოდება დენი, იცით ამ ელექტრული პროცესის მახასიათებელი სიდიდეების ფორმულები და ერთეულები, მაგრამ კარგი იქნება თუ შეეცდებით დაინახოთ კავშირი ელექტრულ და მექანიკურ მოვლენებს შორის, იმისთვის, რომ შემოთა უფრო სიღრმისეულად გაიაზროთ თქვენს მიერ აღწერილი ფიზიკური სიდიდეები, როგორც ელექტრული მოვლენის რაოდენობრივი მახასიათებლები. ამ საკმეში გარდა სახელმძღვანელოსი, კარგ დახმარებას გაგიწევთ პირველ ნაბიჯში წარმოდგენილი რესურსი 5 - ანიმაცია - დენის გავლა წრედში. ასევე ყურადღებით მოუსმინეთ ნაბიჯი 1 და ნაბიჯი 2-ის ტელესკოლის და სილქნეტის ვიდეოგაკვეთილებს. აუცილებლად იმუშავეთ სიმულატორებში, რომელიც წარმოდგენილია მოწოდებულ რესურსებში. კარგია მუშაობა სიმულატორში - http://falstad.com/circuit/ , სადაც ჩანს დენის მოძრაობის მიმართულებას და წრედის კომპონენტების მახასიათებლების ცვლილებას შეძლებთ.

	დავალების პირობით მოთხოვნილ კონტექსტში.	
უნიტრუქტურული დონე აქვს ერთი იდეა მოსწავლეს აქვს მხოლოდ ერთი არასტრუქტურირებული ასოციაცია/წარმოდგენა განსახილველ საკითხთან დაკავშირებით, მისი მსჯელობა შესასწავლ საკითხთან დაკავშირებით შემოიფარგლება საკვანძო სიტყვებზე ან სათაურზე მარტივი და ლოგიკური რეაგირებით (მაგ. სათაურის პერიფრაზირებით) მას შეუძლია მხოლოდ ერთი ასპექტის განხილვა და მარტივი, აშკარა და ცხადი კავშირების დამყარება. მოსწავლეს შეუძლია ტერმინოლოგიის გამოყენება, ზეპირად გადმოცემა (გახსენება), მარტივი ინსტრუქციების/ალ-გორითმების შესრულება; პერეფრაზირება, ამოცნობა, დასახელება ან დათვლა.	მოსწავლემ გაიგო დავალების არსი, მაგრამ მისი ცოდნა მხოლოდ ზედაპირული მიდგომით შემოიფარგლება. სუსტი წარმოდგენა აქვს კვლევის მიზანზე, აქვს მწირი ინფორმაცია საკვლევი ობიექტის შესახებ. აქვს ერთი იდეა დავალებასთან დაკავშირებით: მაგ, იცის რა არის დენი, იცის როგორ მოძრაობენ დამუხტული ნაწილაკები, მაგრამ არ იცის რა განაპირობებს ამ მოძრაობას, /ან იცის, რომ დენის გავლისთვის აუცილებელია წრედის შეკვრა, მაგრამ არ იცის ეს რას ნიშნავს მექანიკური ანელოგიების გათვალისწინებით, რატომ სჭირდება დენის გავლას წრედის შეკვრა, ვერ ხვდება. მოსწავლემ არ შეასრულა დავალება, ვერ მიხვდა, რა არის ექსპერიმენტის მოდელირება და როგორ შეიძლება სიმულატორში ცდის ჩატარება. მოსწავლის აზრი არ შეესაბამება გაკვეთილის შინაარსს.	კარგია, რომ გაიგეთ, რა არის დავალების არსი, დენის განმარტების ცოდნაც ძალიან მნიშვნელოვანია, მაგრამ თუ სახელმძღვანელოს გარდა, გამოიყენებთ ნაბიჯი 1-ის და ნაბიჯი 2-ის რესურსებს, ვიდეო გაკვეთილებს და დენის გავლის ანიმაციებს, არ გაგიჭირდებათ კიდევ უფრო წინ წასვლა. შეეცადეთ ყურადღებით გაეცნოთ ამ რესურსებს და ნაბიჯის შესაბამის კითხვებს ნაბიჯ-ნაბიჯ უპასუხოთ. კითხვები ისეა ფორმირებული, რომ მარტივიდან რთულისკენ აყალიბებს ცოდნის კონსტრუირებას. მიაქციეთ ყურადღება კითხვების სტრუქტურას და შეეცადოთ არ გამოტოვოთ არცერთი კითხვა. გაეცანით დენის გავლის სიმულაციას - ნაბიჯი 1-ს რესურსი 5, ასევე სიმულატორის tinkercad - ის გამოყენების ვიდეოინსტრუქციას, ნაბიჯი 1, რესურსი 6 და ააგეთ მარტივი წრედები სიმულატორში რესურსი 7. გაანალიზეთ სიმულატორის წრედში დენის გავლის მიზეზები.

პრესტრუქტურული დონე <u>არ აქვს იდეა</u> მოსწავლეს საკითხთან დაკავშირებით არ აქვს რელევანტური ინფორმაცია.	მოსწავლემ არ შეასრულა დავალება, რადგან არ გააჩნია დეკლარატიული ცოდნა, იგი ვერ იაზრებს დავალების პირობას, ვერ იწყებს დავალებაზე მუშაობას, არ აქვს იდეა დავალებასთან დაკავშირებით, ვერ იგებს კვლევის მიზანს, ვერ ატარებს ექსპერიმენტს, ვერ ხვდება, როგორ უნდა შეადგინოს წრედი და როგორ უნდა გამოიკვლიოს იგი. ვერ ფლობს თეორიულ ცოდნას, რომელიც საჭიროა მოცემული დავალების შესასრულებლად.	გაიხსენეთ, რა გსმენიათ ელექტრული დენის შესახებ. მოიძიეთ ინფორმაცია ლითონების აგებულებაზე, გამოიყენეთ სახელმძღვანელო და მოწოდებული რესურსი: ანიმაცია ელექტრული დენის შესახებ, ტელესკოპის და სილქნეტის ვიდეოგაკვეთილები. უპასუხეთ ნაბიჯების კითხვებს, შეეცადეთ არ გამოტოვოთ არცერთი მათგანი და უპასუხეთ მათ მოწოდებულ რესურსებზე დაყრდნობით. გამოიყენეთ სიმულატორებში მუშაობის ვიდეოინსტრუქციები, რომელიც ასევე რესურსებშია მოწოდებული და ააგეთ მარტივი წრედები.
---	---	---

გრძელვადიანი მიზანი	შუალედური სასწავლო მიზანი N2	
სამიზნე ცნება - ენერგია შედეგი - ფიზ.საბ.1.2.4, ფიზ. საშ.2 ქვეცნება - ელექტრული ენერგია, შინაგანი ენერგია.	საკვანძო შეკითხვა - როგორ ავსახოთ კვლევით ნაშრომში, რომელი ენერგორესურსის გამოყენებაა საქართველოში ეკონომიურად ხელსაყრელი და როგორ გამოვიკვლიოთ ორი სხვადასხვა ტიპის ჩაიდნის ენერგოეფექტურობა? კომპლექსური დავალების იდეა ჩაიდნები - რომელია ხელსაყრელი?	
თემა - მუდმივი დენის კანონები საკითხები - ელექტრული დენის მუშაობა, დენის სიმძლავრე, ჯოულ-ლენცის კანონი, დენის წყაროს ემპ, ომის კანონი სრული წრედისთვის, მოკლე ჩართვა. სითბოს გადაცემა, სითბოს რაოდენობა ქვესაკითხები - ენერგიის მუდმივობის კანონი, სითბოს რაოდენობა, მარგი ქმედების კოეფიციენტი, კუთრი სითბოტევადობა, საწვავის წვის კუთრი სითბო, მასა, მოცულობა, სიმკვრივე. მოკლე ჩართვა	ნოემბრის ბოლოს ახალგაზრდა ოჯახს ახალშობილი შეეძინა და ბედნიერებასთან ერთად საზრუნავმაც იმატა. ახალშობილის ჰიგიენის დაცვის უზრუნველყოფა ყოველდღიურად და ზოგჯერ დღეში რამდენჯერმეც კი საჭიროებს ცხელი წყლის ინტენსიურ მოხმარებას. თქვენ წარმოადგენთ ექსპერტთა ჯგუფს, რომელმაც უნდა გადაჭრას დილემა - რომელი გზით გაცხელოს წყალი ოჯახმა: ელექტროჩაიდნის გამოყენებით თუ ჩვეულებრივი, ბუნებრივ აირზე მომუშავე (ბ.ა.მ) ჩაიდნით, გაზქურის მეშვეობით. თქვენი დავალებაა შექმნათ ფიზიკის კანონებზე დაფუძნებული კვლევითი ნაშრომი ენერგორესურსების ეფექტიანი ხარჯვის შესახებ. კვლევით ექსპერიმენტში უნდა გამოიკვლიოთ ორი განსხვავებული ტიპის ჩაიდნის ენერგოეფექტურობა. შექმენით PP ფორმატის საპრეზენტაციო ფაილი, რომლის საშუალებითაც წარმოადგენთ კვლევის შედეგებს.	
სამიზნე ცნების მკვიდრი წარმოდგენები მოსწავლემ უნდა გააცნობიეროს, რომ:	შეფასების კრიტერიუმი - (ზოგადი) მოსწავლეს შეუძლია:	შეფასების კრიტერიუმი - (კონკრეტულ კომპლექსურ დავალებაზე მისადაგებული) ნაშრომში ხაზგასმით წარმოაჩინეთ:
1. ენერგია სისტემის მდგომარეობის ერთ - ერთი ძირითადი განმსაზღვრელია და ახასიათებს მის მიერ მუშაობის შესრულების უნარს; 2. სისტემის შემადგენელ სხეულებს/ნაწილაკებს გააჩნიათ სხვადასხვა სახის ენერგია, რომელიც	1. იმსჯელოს ენერგიაზე, როგორც სისტემის მდგომარეობის განმსაზღვრელ ძირითად სიდიდეზე ან/და ამ სისტემის მუშაობის შესრულების უნარზე; 2. გააცნობიეროს, ენერგიის რომელი სახეებით ხასიათდებიან განსახილველ მოვლენაში/საკითხში	კრიტერიუმი #1 რა განაპირობებს წრედში თავისუფალი ელექტრონების ენერგიის ცვლილებას და რის ხარჯზე თბება გამტარი მასში დენის გავლისას? (ენერგია 1) კრიტერიუმი #2 რომელი ძალები ასრულებენ მუშაობას დენის წყაროში? აღწერეთ ენერგიების გარდაქმნის პროცესები



შესაძლებელია გარდაიქმნას ერთი სახიდან მეორეში. ჩაკეტილი სისტემის სრული ენერგია მუდმივია;	მონაწილე სხეულები და როგორ გარდაიქმნება ენერგია;	წრედის შიგა და გარე უბნებზე? (ენერგია 2)
3. სისტემაში ენერგიის გარდაქმნა განპირობებულია შიდა ფაქტორებით, ხოლო სისტემის სრული ენერგიის ცვლილება - გარე ფაქტორებით.	3. დაადგინოს, რომელი შიდა ფაქტორები განაპირობებს სისტემაში ენერგიის გარდაქმნებს და რომელი გარე ფაქტორები - სისტემის სრული ენერგიის ცვლილებას;	კრიტერიუმი #3 საქართველოში მოქმედი კანონმდებლობის მიხედვით, ერთნაირ პირობებში რომელი ენერგომატარებლის მოხმარება არის ეკონომიურად ხელსაყრელი? ექსპერიმენტული გზით გამოიკვლიეთ ორი სხვადასხვა ტიპის ჩაიდნის ენერგოეფექტურობა (ენერგია 3)

კომპლექსური დავალების განხორციელების ეტაპები (აქტივობები, რესურსები, შეკითხვები)

ეტაპი I – კომპლექსური დავალების პირობის გაცნობა

რესურსები

- **რესურსი 1:** ვიდეორგოლი-ბუნებრივი აირი ელექტრომოწყობილობების წინააღმდეგ
<https://www.youtube.com/watch?v=CwTgDLNraO4>
- **რესურსი 2:** კვლევის მეთოდები და ეტაპები:
<https://www.youtube.com/watch?v=BVf11wat2y8>
- **რესურსი 3.**
[კვლევის ნაშრომი - ინსტრუქცია.docx](#)

კომპლექსური დავალების გაცნობა

სარეკომენდაციო აქტივობა 1: **რესურსი 1 -ზე** დაყრდნობით, მასწავლებელი სთხოვს მოსწავლეებს გაეცნონ ინფორმაციას, ბუნებრივი აირის და ელექტროენერგიის გამოყენების შესახებ. მასწავლებელი ურჩევს მოსწავლეებს დაფიქრდნენ, რატომ არის ვიდეოს ავტორი ასეთი თავდაჯერებული? კომერციული მიზანი ხომ არ აქვს მის დაჟინებულ მოსაზრებას? მოსწავლეები მსჯელობენ წარმოდგენილ რესურსზე და აანალიზებენ, როგორ შეიძლება ვიდეოში გამოთქმული მოსაზრების გადამოწმება;

აქტივობა 2. მოსწავლეებმა უნდა წაიკითხონ კომპლექსური დავალების პირობა. მათ უნდა გაიაზრონ რა ტიპის პროდუქტის შექმნა ევალებათ და როგორ უნდა წარმოაჩინონ საკუთარი ცოდნა შესასწავლ საკითხთან დაკავშირებით?

აქტივობა 2. მოსწავლეები ეცნობიან კომპლექსური დავალების პირობას, **რესურსის 2 და 3-ის** მიხედვით მოსწავლეები ეცნობიან კვლევის მეთოდებს, ეტაპებს, გაიაზრებენ რას ნიშნავს კვლევითი ნაშრომი, რა სახის კვლევის ჩატარება მოუწევთ მათ.

კომპლექსური დავალების პირობის გააზრებაზე ორიენტირებული შეკითხვები:

- გიფიქრიათ თუ არა, ბუნებრივი აირის და ელექტროენერგიის გამოყენებისას, რომელია ფინანსურად მომგებიანი?
- ენერგეტიკული ეფექტურობის კვლევის შედეგები რა ფაქტორებზე შეიძლება იყოს დამოკიდებული?
- როგორ ფიქრობთ, რომელი მოვლენების შესწავლა და გახსენება მოგიწევთ ამ ტიპის კვლევისას?
- ფინანსური მომგებიანობის კუთხით, ფიზიკური მოვლენების შესწავლის გარდა, რა დამატებითი ინფორმაციის მოძიება მოგიწევთ?
- როგორია თქვენი ვარაუდი, წყლის გასაცხელებლად ფინანსურად ხელსაყრელობის კუთხით და ენერგეტიკულად ეფექტურობის მხრივ, რომელი ენერგორესურსის გამოყენება მომგებია

კვლევითი ნაშრომის შესახებ

- რა კვლევას ისახავს მიზნად შესასწავლი საკითხი?
- მოგიმზადებიათ თუ არა კვლევითი ნაშრომი?
- რა ეტაპებისაგან შედგება კვლევა?
- ჩამოთვალეთ თანმიმდევრულად კვლევის ეტაპები;
- რა დაგჭირდებათ კვლევისათვის?
- ჩვენი ჩასატარებელი კვლევა რას ეხება?
- რა მონაცემები დაგჭირდებათ მოცემული ამოცანის გადასაჭრელად?
- როგორ მოახდენთ კვლევის შედეგების გაცნობას/წარდგენას?
- მოგიმზადებიათ თუ არა პრეზენტაცია?
- რა უნდა გაითვალისწინოთ პრეზენტაციის დროს?
- მოგიხდენიათ თუ არა მსგავსი ფორმით ნამუშევრის წარდგენა?
- სჭირდება თუ არა ექსპერტთა ჯგუფს ფიზიკის ცოდნა?
- რა მონაცემებს იყენებს ექსპერტთა ჯგუფი?

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 - ელექტრული ენერგია, შინაგანი ენერგია.

ნაბიჯი 1 - შეფასების კრიტერიუმი 1.

რა განაპირობებს წრედში თავისუფალი ელექტრონების ენერგიის ცვლილებას და რის ხარჯზე თბება გამტარი მასში დენის გავლისას? (ენერგია 1)

რესურსები:

რესურსი 1. სახელმძღვანელოს **I ნაწილი** (ელექტროსტატიკა), სადაც წარმოდგენილია შემდეგი საკითხი - ელექტროსტატიკური ველის მიერ შესრულებული მუშაობა - განვლილი მასალის განმტკიცებისთვის

რესურსი 2. სახელმძღვანელო, §§ 16,17, სადაც წარმოდგენილია შემდეგი საკითხები: დენის მუშაობა, სიმძლავრე, ჯოულ-ლენცის კანონი;

რესურსი 3. ელექტრული დენის მუშაობა - **phet** - ის სიმულაცია და მისი ვიდეოინსტრუქცია:

- <https://phet.colorado.edu/sims/cheerpi/battery-resistor-circuit/latest/battery-resistor-circuit.html?simulation=battery-resistor-circuit>
- [ელექტრული დენის მუშაობა - ვიდეოინსტრუქცია](#) *გახსენით ჰიპერლინკი*

რესურსი 4. სტატია - წყლის ასადუღებლად საჭირო დროის გამოთვლის შესახებ

<https://scienceprog.com/calculating-of-electrical-heating-elements/>

რესურსი 5: ვიდეოტესტები მუდმივი დენის შესასწავლად:

<https://drive.google.com/drive/folders/1FxI8yT-LqIUSO5l6wthni1k3aJ1aF5?usp=sharing> *ბმული*

დააკოპირეთ და გახსენით ბრაუზერში

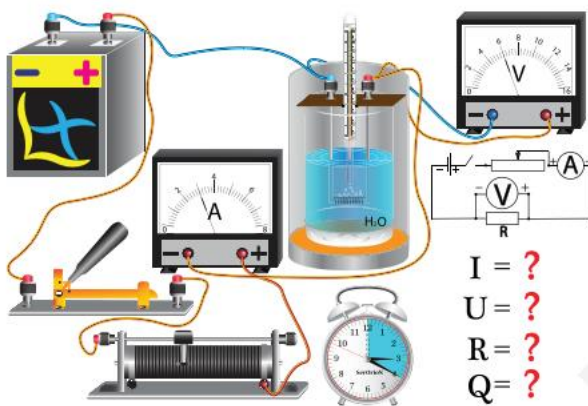
აქტივობები:

აქტივობა 1. წინარე ცოდნის განმტკიცების მიზნით მოსწავლეები გაიმეორებენ

ელექტროსტატიკის ნაწილიდან მასალას ელექტრული ველის მუშაობის, ელექტრული ველის ენერგიის შესახებ (**რესურსი 1**);

დამხმარე კითხვები:

- რა მიმართულებით უნდა გადაადგილდეს დადებითი მუხტი ელექტრული ველის ძალწირის გასწვრივ, რომ ველმა დადებითი მუშაობა შეასრულოს?
- რა მიმართულებით უნდა გადაადგილდეს უარყოფითი მუხტი ელექტრული ველის ძალწირის გასწვრივ, რომ ველმა უარყოფითი მუშაობა შეასრულოს?
- რისი ტოლია ველის მიერ შესრულებული მუშაობა ელექტრული ველის ძალწირის მართობულად მუხტის გადაადგილებისას?
- ნულოვან დონედ დადებითად დამუხტული ფირფიტა რომ აგვერჩია, შეიცვლებოდა თუ არა ველის მიერ შესრულებული მუშაობა? მუხტის საწყისი და საბოლოო პოტენციალური ენერგია?
- თუ ელექტრონი ველის ძალწირის მიმართულებით იმოძრაავს, როგორ შეიცვლება მისი კინეტიკური ენერგია? პოტენციალური?



აქტივობა 2. სახელმძღვანელოს **რესურსი 2**-ის გამოყენებით მოსწავლეები გაიაზრებენ, რას ნიშნავს დენის მუშაობა და შეასრულებენ ჯგუფურ სამუშაოს სახელმძღვანელოს პარაგრაფიდან (§17, ჯოულ-ლენცის კანონი) წყალზე გადაცემული სითბოს რაოდენობის გამოთვლის შესახებ;

დამხმარე კითხვები:

- ჩამოაყალიბეთ, რა არის დენის მუშაობა?
- რის ხარჯზე თბება გამტარი მასში დენის გავლისას?
- ჩამოაყალიბეთ ჯოულ-ლენცის

კანონი;

- ელექტრომოწყობილობებს ტექნიკურ მონაცემებში მითითებული აქვს მახასიათებელი - სიმძლავრე, მაგალითად, 1200w, 100 w. რას ნიშნავს ეს?
- რა ჰქვია სიმძლავრის საზომ ხელსაწყოს?
- რამდენ 1კვტ x სთ ენერგიას ხარჯავს თქვენი ელექტროჩაიდან 15 წუთის განმავლობაში?
- რას ზომავს ელექტრომრიცხველი?
- აღწერეთ **სურათზე** ნაჩვენები წრედი;
- რომელ ფორმულას გამოიყენებთ წყალზე გადაცემული სითბოს რაოდენობის გამოსათვლელად?
- რომელი ხელსაწყო მონაცემებს გამოიყენებთ სითბოს რაოდენობის გამოსათვლელად?

აქტივობა 3. მოსწავლეები აწარმოებენ კვლევას (ქვემოთ იხ. საკვლევი კითხვები) **phet** - ის ვირტუალურ ლაბორატორიაში ელექტული დენის მუშაობის შესახებ (**რესურსი 3**) რესურსი შედგება ორი ნაწილისგან: ვირტუალური ლაბორატორიის ბმულის და ლაბორატორიის გამოყენების ვიდეოინსტრუქციისგან;

საკვლევი კითხვები აქტივობისთვის:

გამოიყენეთ ფორმულა $Q = \frac{U^2}{R} t$ (მოიფიქრეთ, რატომ არის ეს ფორმულა წარმოდგენილი პირობების მიხედვით უფრო მოსახერხებელი),

- დენის წყაროს ბოლოებზე ძაბვის შეუცვლელად გაზარდეთ რეზისტორის წინაღობა. გამოთქვით ვარაუდი: როგორ უნდა შეიცვალოს გამტარის ტემპერატურა? დააკვირდით თერმომეტრს, გამართლდა თქვენი ვარაუდი?
- გამოიყენეთ ომის კანონი წრედის უზნისთვის და მოიფიქრეთ, აღნიშნულ პირობებში როგორ უნდა შეიცვალოს დენის ძალა? დააკვირდით ამპერმეტრის ჩვენებას. გამართლდა თუ არა თქვენი ვარაუდი?
- მუდმივი წინაღობის პირობებში, გაზარდეთ ძაბვა და გამოთქვით ვარაუდი, როგორ უნდა შეიცვალოს გამტარის ტემპერატურა? წრედში დენის ძალა? დააკვირდით თერმომეტრს და ამპერმეტრს. გამართლდა თქვენი ვარაუდი?

აქტივობა 4. მოსწავლეები გაეცნობიან და დაამუშავენ სტატიას (**რესურსი 4**) ელექტროჩაიდან წყლის ასადუღებლად საჭირო **დროის** გამოთვლის შესახებ;

აქტივობა 5: მოსწავლეები პასუხობენ ანიმაციურ ტესტებს მუდმივი დენის თემაზე (**რესურსი 5**);

აქტივობა 6: დეკლარატიული და პროცედურული ცოდნის განმტკიცების მიზნით, მოსწავლეები ხსნიან ამოცანებს სახელმძღვანელოდან გვ. 63-დან გვ. 71-ის ჩათვლით (საკითხები: დენის მუშაობა, სიმძლავრე, ჯოულ-ლენცის კანონი).

ნაბიჯი 2 - შეფასების კრიტერიუმი 2

რომელი ძალები ასრულებენ მუშაობას დენის წყაროში? აღწერეთ ენერგიების გარდაქმნის პროცესები წრედის შიგა და გარე უბნებზე? (ენერგია 2)

რესურსები

- **რესურსი 1:** სახელმძღვანელო, §§ 18,19, 20 ელექტრომამოძრავებელი ძალა, ომის კანონი სრული წრედისთვის, ელექტრული წრედი დიდი და მცირე გარე წინააღობისას, დენის წყაროს მქ.
- **რესურსი 2:** tinkercad -ის სიმულატორი, <https://www.tinkercad.com/dashboard>
ვიდეოინსტრუქცია tinkercad-ის გამოყენების შესახებ გახსენით ჰიპერლინკი

აქტივობები:

აქტივობა 1: მოსწავლეები ეცნობიან სასწავლო რესურსს ვირტუალურ ლაბორატორიაში (tinkercad) ექსპერიმენტული კვლევის შესახებ (**რესურსი 2**), რომელიც ორი ნაწილისგან შედგება: სიმულატორის ვებ-გვერდი და ვიდეოინსტრუქცია სიმულატორის გამოყენების შესახებ.

tinkercad -ის სიმულატორში მოსწავლეები ატარებენ ექსპერიმენტულ კვლევას სახელმძღვანელოს მიხედვით, § 21, ლაბორატორიული სამუშაო. დენის წყაროს ემძ-ისა და შიგა წინააღობის გამოთვლა. *საწყის ეტაპზე საჭიროა ვებგვერდზე დარეგისტრირება, ან ავტორიზაციის გავლა ავტორიზებული მომხმარებლებისთვის.* **რესურსი 1** -ის გამოყენებით მოსწავლე გაიაზრებს შესასწავლ საკითხებს: ელექტრომამოძრავებელი ძალა, ომის კანონი სრული წრედისთვის, ელექტრული წრედი დიდი და მცირე გარე წინააღობისას, დენის წყაროს მქ.

დამხმარე კითხვები:

- რას ნიშნავს შიდა და გარე წრედი? სრული წრედი?
- რომელი ხელსაწყო უზრუნველყოფს წრედის უბნის ბოლოებზე მუდმივად განსხვავებული პოტენციალის არსებობას?
- აღწერეთ დენის წყარო მუხტების განცალკევების პროცესი?
- რას ნიშნავს გარე ძალა? დაასახელეთ გარე ძალების სახეები?
- რატომ ვერ ახერხებს ელექტრული ძალა მუხტების განცალკევებას?
- რა შედეგი ახლავს თან დენის წყაროში გარე ძალების მიერ მუხტის განცალკევების პროცესს ენერგიის გარდაქმნის მხრივ?
- რომელი ფორმულით აღწერთ დენის წყაროში მიმდინარე პროცესს ფიზიკური სიდიდის - ემძ-ს გამოყენებით?
- დაადგინეთ ემძ-ს ფიზიკური შინაარსი და მისი ერთეული;
- დენის წყაროში რომელ ელექტროდს უწოდებენ კათოდს? ანოდს?
- რისი ტოლია წრედის შიგა და გარე უბნებზე გამოყოფილი სითბოს რაოდენობათა ჯამი?
- ჩამოაყალიბეთ ომის კანონი სრული წრედისთვის, დაწერეთ შესაბამისი ფორმულა;
- რას ნიშნავს მოკლე ჩართვა?
- რას ნიშნავს დენის წყაროს მარგი ქმედების კოეფიციენტი?

აქტივობა 3: დეკლარატიული და პროცედურული ცოდნის განმტკიცების მიზნით, მოსწავლეები ხსნიან ამოცანებს სახელმძღვანელოდან §§ 18, 19, 20, 21 (საკითხები: ელექტრომომძრავებელი ძალა, ომის კანონი სრული წრედისთვის, ელექტრული წრედი დიდი და მცირე გარე წინააღობისას, დენის წყაროს მქც)

ნაბიჯი 3 - შეფასების კრიტერიუმი 3

საქართველოში მოქმედი კანონმდებლობის მიხედვით, ერთნაირ პირობებში რომელი ენერგომატარებლის მოხმარება არის ეკონომიურად ხელსაყრელი? ექსპერიმენტული გზით გამოიკვლიეთ ორი სხვადასხვა ტიპის ჩაიდნის ენერგოეფექტურობა (ენერგია 3)

რესურსები:

რესურსი 1. გასამეორებელი მასალა: სახელმძღვანელო, VIII კლასი, სადაც წარმოდგენილია შემდეგი საკითხები: შინაგანი ენერგია, შინაგანი ენერგიის შეცვლის გზები, სითბოს რაოდენობა, დუღილი, საწვავის წვის სითბო, საწვავის წვის კუთრი სითბო, მარგი ქმედების კოეფიციენტი;

რესურსი 2. ვიდეოგაკვეთილი_სილქნეტი - საწვავის წვის სითბო:

<https://www.youtube.com/watch?v=5a8hTGfVaJ0&t=440s>

რესურსი 3. სილქნეტის საშინაო სკოლა - მარგი ქმედების კოეფიციენტი:

<https://www.youtube.com/watch?v=XGifmbCl9k>

რესურსი 4. ტელე სკოლა - ელექტრული დენის მუშაობა და სიმძლავრე, ჯოულ-ლენცის კანონი:

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

რესურსი 5. ვიდეორგოლები ელექტროჩაიდნის მქც განსაზღვრის შესახებ:

- <https://www.youtube.com/watch?v=McJj9vByzNE>
- <https://www.youtube.com/watch?v=lzDq1cyGf-E>

რესურსი 6: [ჩაიდნების კვლევის დაგრაფა](#)

გახსენით ჰიპერლინკი

აქტივობები:

აქტივობა 1: წინარე ცოდნის განმტკიცების მიზნით, რესურს 1,2,3,4 -ზე დაყრდნობით მოსწავლეები იმეორებენ VIII კლასის სახელმძღვანელოდან პარაგრაფებს, სადაც წარმოდგენილია შემდეგი საკითხები: სითბოს რაოდენობა, დუღილი, საწვავის წვის სითბო, საწვავის წვის კუთრი სითბო, მარგი ქმედების კოეფიციენტი.

დამხმარე კითხვები:

- რას ეწოდება სითბოს რაოდენობა? დაწერეთ მისი ფორმულა, დაასახელეთ ფორმულაში შემავალი სიდიდეები და მათი ერთეულები;
- როგორ არის დამოკიდებული სხეულის შინაგანი ენერგიის ცვლილება თბოგადაცემის პროცესის მიმართულებაზე?
- როგორ გამოითვლება საწვავის წვის შედეგად გამოყოფილი სითბოს რაოდენობა?
- რას ეწოდება საწვავის წვის კუთრი სითბო?
- როგორ ვიპოვოთ წყლის გასათბობად/ ასადუღებლად საჭირო სითბოს რაოდენობა?

აქტივობა 2. რესურს 5-ზე და რესურს 6-ზე დაყრდნობით მოსწავლეები გეგმავენ და საჭირო ხელსაწყოების გამოყენებით ახორციელებენ ექსპერიმენტებს საკვლევი საკითხების მიხედვით:

I. ნაწილი: ელექტროჩაიდნის ეფექტიანობის განსაზღვრა

- რესურს 5 -ზე დაყრდნობით, მოსწავლეები განსაზღვრავენ გარკვეული მასის ცივი წყლის ელექტროჩაიდნით გასაცხელებლად/ ასადულებლად საჭირო ელექტროენერგიას (ელექტრომოწყობილობებს ტექნიკურ მონაცემებში მითითებული აქვს მახასიათებელი - სიმძლავრე, მაგალითად, 1200w, 100 w);
- მოსწავლეები განსაზღვრავენ ელექტროჩაიდნის მარგი ქმედების კოეფიციენტს.

დამხმარე კითხვები:

- რას გვიჩვენებს ელექტრომოწყობილობის სიმძლავრე?
- ელექტროჩაიდანს ტექნიკურ მონაცემებში მითითებული აქვს მახასიათებელი - სიმძლავრე, მაგალითად, 3kw. რას ნიშნავს ეს?
- დაასახელეთ უმარტივესი გზა, რომლითაც შესაძლებელია ელექტროჩაიდანში გამავალი ელექტრული დენის მიერ შესრულებული მუშაობა გამოთვლა;
- ელექტროენერგიის დაზოგვის მიზნით, უმჯობესია შევარჩიოთ უფრო ვიწრო და მაღალი ჩაიდანის რატომ?
- ერთნაირი იქნება თუ არა წყლის გასაცხელებლად/ასადულებლად საჭირო სითბოს რაოდენობა და ელექტრული დენის მიერ შესრულებული მუშაობა? რა განაპირობებს ამ განსხვავებას?
- როგორ გამოითვლით ელექტროჩაიდნის მქკ-ს?

II. ნაწილი: ჩვეულებრივი ჩაიდნის (ბ.ა.მ) ეფექტიანობის განსაზღვრა

- მოსწავლეები სათანადო გაზომვებით და გამოთვლებით პოულობენ ჩვეულებრივი (ბ.ა.მ) ჩაიდნით **იმავე მასის** ცივი წყლის გასაცხელებლად /ასადულებლად **საჭირო სითბოს რაოდენობას**;
- მოსწავლეები სათანადო გაზომვებით და გამოთვლებით პოულობენ ცივი წყლის გასაცხელებლად / ასადულებლად დახარჯული ბუნებრივი აირის მოცულობას და მისი სრული წვის შედეგად **გამოყოფილ სითბოს რაოდენობას**;

რეკომენდაციები:

- ❖ ბუნებრივი აირის მრიცხველის ანათვლის ადების გამარტივების მიზნით, გამოიყენეთ 4 ლიტრზე მეტი მოცულობის წყლისთ სავსე ჭურჭელი და ჩაიდნის შესაბამისი მოცულობის წყლის გაცხელებისთვის საჭირო ბუნებრივი აირის დანახარჯი გამოიანგარიშეთ მიღებული ანათვლის პროპორციულად.
- ❖ **ბუნებრივი აირის სიმკვრივედ ჩათვალით $\rho = 0.8 \text{ კგ/მ}^3$** ;
- ❖ გამოთვლები უნდა ჩატარდეს ჩვეულებრივი და ელექტროჩაიდნებით გასაცხელებელი წყლის ერთნაირის მასისთვის.
- რესურს 1-ზე დაყრდნობით, მოსწავლეები განსაზღვრავენ ჩვეულებრივი (ბ.ა.მ) ჩაიდნის მარგი ქმედების კოეფიციენტს;

დამხმარე კითხვები:

- როგორ გამოითვლით, რა მოცულობის ბუნებრივი აირის დაწვა დასჭირდა გარკვეული მასის წყლის ადულებას?
- როგორ გამოითვლით წყლის ასადულებლად საჭირო ბუნებრივი აირის მასა? რომელი ფიზიკური სიდიდის ცოდნა დაგჭირდებათ დამატებით ამისთვის?
- როგორ გამოითვლის დახარჯული ბუნებრივი აირის შედეგად გამოყოფილ სითბოს რაოდენობას?

- ერთნაირი იქნება თუ არა წყლის გასაცხელებლად/ასადულებლად საჭირო ენერგია და ბუნებრივი აირის წვის შედეგად გამოყოფილი ენერგია? რა განაპირობებს ამ განსხვავებას?
- როგორ გამოითვლით ჩვეულებრივი (ბ.ა.მ) ჩაიდნის მქკ-ს?

აქტივობა 5: მოსწავლეები მოიპოვებენ სათანადო ინფორმაციას და ადგენენ, საქართველოში მოქმედი კანონმდებლობის მიხედვით, ეკონომიურად რომელი ჩაიდნის მოხმარება არის ხელსაყრელი - ელექტრო- თუ ბუნებრივ აირზე მომუშავე ჩაიდნის?

დამხმარე კითხვები:

- ფინანსური დათვლებისთვის თქვენ მიერ აღებული რომელი მონაცემები დაგჭირდებათ?
- როგორ მოიპოვებთ საქართველოში მოქმედი კანონმდებლობის მიხედვით, ენერგორესურსების მოხმარების არსებულ ტარიფიკაციას ფინანსური დათვლებისთვის?

აქტივობა 6: მოსწავლეები აანალიზებენ კვლევის შედეგებს და გამოაქვთ დასკვნები.

დამხმარე კითხვები

- რამდენი ექსპერიმენტის ჩატარება მოგიწიათ?
- თითოეულ ექსპერიმენტისთვის რა ხელსაწყოები და რა მონაცემები დაგჭირდათ?
- მონაცემების და გამოთვლების შედეგების შესატანად, როგორი ცხრილი შეიმუშავეთ თითოეული ექსპერიმენტისთვის?
- რა გამოთვლები ჩაატარებდით კვლევითი ეტაპების მიხედვით?
- რა შედეგი მიიღეთ ექსპერიმენტების ჩატარების შემდეგ?
- რომელი ჩაიდანია უფრო ეფექტიანი და რომელი - ფინანსურად ხელსაყრელი?
- გამართლდა თუ არა თქვენი ვარაუდი?
- დაასახელეთ ფაქტორები, რომელთა გათვალისწინებაც შესამჩნევ ცვლილებებს შეიტანდა კვლევის შედეგებში?
- როგორ ფიქრობთ, რამდენად ეფექტურად გამოყენებს საზოგადოება თქვენ მიერ ჩატარებული კვლევის შედეგებს?

აქტივობა 7: მოსწავლეები **PP ფორმატის** პრეზენტაციის სახით წარმოადგენენ კვლევითი ნაშრომის შედეგებს.

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 კვლევით ნაშრომზე მუშაობისას?
- 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?

- რატომ ფიქრობ, რომ შენ მიერ შექმნილი პროდუქტი გვეხმარება ეკონომიურად მოვიხმართ ენერგორესურსები

ახსენი, რატომ შექმენი პროდუქტი - კვლევითი ნაშრომი? 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?
- წააწყდით 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 ყოფილიყო (მაგ.: ფუნქციური სამეტყველო ქმედების (თხრობა, აღწერა, მსჯელობა)

სწორად შერჩევა, სენსიტიური ნიუანსების წინ წამოწევა; ქესტიკულაციის, 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?

ეროვნული სასწავლო გეგმის შედეგების მიღწევის სოლო ტაქსონომია

სკოლამ თავად უნდა დაადგინოს სამიზნე ცნებების ფლობის დონეები სოლო-ტაქსონომიის მიხედვით, თუმცა ჩვენ გვსურს წარმოგიდგინოთ კომპლექსურ დავალებასთან (ჩაიდნები - რომელია ხელსაყრელი?) დაკავშირებული, ეროვნული სასწავლო გეგმის შედეგების მიღწევის დონეთა სოლო ტაქსონომია, რომელსაც სარეკომენდაციო ხასიათი გააჩნია.

შეფასების სქემა შედგება სამი სვეტისგან: მოსწავლის მიღწევის დონის, მიღწევის აღწერილობისა და მასწავლებლის განმავითარებელი სავარაუდო კომენტარისგან წარმოდგენილი დავალების ფარგლებში:

მიღწევის დონე კრიტერიუმი	აღწერილობა რა გააკეთა მოსწავლემ (მაგალითი) და რა დასკვნა გააკეთე ამის საფუძველზე	კომენტარი რა რჩევა მივეცი მოსწავლეს (განმავითარებელი შეფასების მაგალითი)
აბსტრაქტული დონე <u>შეუძლია იდეების ინტეგრირება და ცოდნის სინთეზი.</u> მოსწავლე კომპლექსური დავალების საშუალებით გამოკვეთილ მაგალითებზე დაყრდნობით ურთიერთ დაკავშირებულად მსჯელობს საგნის ფარგლებში წარმოდგენილ სამიზნე ცნებაზე. უკავშირებს კომპლექსური დავალების პირობას საკუთარ გამოცდილებას და იყენებს ცხოვრებისეულ სიტუაციებში. მოსწავლეს სიღრმისეულად აქვს გააზრებული საკითხის არსი და მოვლენის მახასიათებლები, რაც მას ამ ცოდნის განზოგადების	მოსწავლემ სრულყოფილად გაიგო დავალების არსი და მიზანი: შექმნა კვლევითი ნაშრომი, რომელიც დაფუძნებული იყო მის მიერ ჩატარებული ექსპერიმენტების შედეგებზე. მოსწავლემ ექსპერიმენტები ჩაატარა ორ ეტაპად - I _ ბუნებრივი არის დანახარჯის მიხედვით გამოთვალა ფინანსური ხარჯი და ჩაიდნის ეფექტურობა, II _ ელექტროენერგიის დანახარჯით ფინანსური ხარჯი და ელექტროჩაიდნის ეფექტურობა. მოსწავლემ წარმოადგინა პრეზენტაცია, სადაც ასახა კვლევის შედეგები ანალიზური და დიაგრამების ფორმით. ასევე მოსწავლემ პრეზენტაციაში წარმოადგენა კომპლექსურ დავალებაზე მუშაობის ამსახველი ფოტო და ვიდეო მასალა. მოსწავლე მსჯელობს საკუთარი კვლევის შედეგების დამაჯერებლობაზე და დარწმუნებულია მის მიერ შექმნილი პროდუქტის გამოყენების აუცილებლობის შესახებ. იგი	დიდი მადლობა! თქვენ შესანიშნავად გაართვით თავი დავალებას. დამაჯერებლად აღწერეთ ჩატარებული ექსპერიმენტების შედეგები. დავალების ყველა ეტაპზე იყავით ჩართული და სიღრმისეულად გაქვთ გააზრებული დავალების არსი. კარგი იქნება, თუ მოიპოვებთ ინფორმაციას დამატებითი ფუნქციით აღჭურვილი ჩაიდნების შესახებ, მაგალითად, წყლის ადულების შემდეგ, ხმოვანი სიგნალით, სითბოს შენარჩუნების რეჟიმით, დამახსოვრების რეჟიმით და ა. შ. საინტერესოა, რომელ ფიზიკურ მოვლენებს ეფუძნება აღნიშნული ფუნქციები.

და სხვა მსგავს მოვლენებთან შედარების საშუალებას აძლევს.	ასხელებს ფაქტორებს, რასაც შეეძლო გავლენა მოეხდინა კვლევის შედეგებზე, მაგალითად, ძველი ელექტროჩაიდანის მქკ დაბალი იქნებოდა, რადგან მისი სახურებელი ნაღველი იქნებოდა დაფარული და შესაბამისად, თბოგადაცემის უნარი ნაკლები იქნებოდა.	
მიმართებითი დონე <u>ამყარებს კავშირს</u> <u>რამდენიმე ცოდნას შორის</u> მოსწავლე მწყობრად და თანმიმდევრულად გადმოსცემს სამიზნე ცნებასთან დაკავშირებულ მკვიდრ წარმოდგენებს. ურთიერთდაკავშირებულად მსჯელობს სამიზნე ცნების არსობრივ მახასიათებლებზე. გამოკვეთს კომპლექსური დავალების შეფასების კრიტერიუმების საშუალებით განსაზღვრულ ნიუანსებს. მოსწავლეს შეუძლია გაიაზროს კავშირი რამდენიმე ასპექტს შორის და მსჯელობს მათ ესახებ, მოვლენის, როგორც ერთიანი პროცესის შემადგენელზე. მოსწავლეს ადარებს, აკავშირებს და საკითხებს და მიზეზ-შედეგობრივი ფორმით აანალიზებს მათ.	მოსწავლემ კარგად გაიაზრა დავალების არსი. იგი ჩართული იყო მუშაობის ყველა ეტაპზე. საკუთარის კვლევის შედეგების პრეზენტაციებისას, მოსწავლე საინტერესოდ გადმოსცემს, თუ რატომ არის მისი ნაშრომი დამაჯერებელი კარგად აქვს გააზრებული ელექტრული დენის მუშაობა რას ნიშნავს, რა ფიზიკური მექანიზმი განაპირობებს დენის გავლისას გამტარის შინაგანი ენერგიის ცვლილებას, რაზე არის დამოკიდებული გამტარის შინაგანი ენერგიის ცვლილება მასში დენის გავლისას. მოსწავლეს ესმის სიმძლავრის და მქკ-ის ფიზიკური შინაარსი. მან სწორად დაგეგმა ექსპერიმენტები თავისი ეტაპებით, სწორად ჩაატარა ცდები და შედეგების დამაჯერებლად წარმოადგინა, თუმცა ბუნდოვნად მსჯელობს, რა ფაქტორები მოახდენდა გავლენას ჩაიდნების ეფექტურობაზე, მაგალითად ჩაიდნის ფორმა ან მისი გამოყენების ინტენსიური რეჟიმი შეცვლის თუ არა ჩაიდნების ეფექტურობას და რატომ, უჭირს პასუხის გაცემა.	გმადლობთ! თქვენ შესანიშნავად იმუშავეთ დავალების განხორციელების ყველა ეტაპზე. ვირტუალური ლაბორატორიის გაცნობამ და მუშაობამ, ასევე ელექტრომომწყობილობების ენერგეტიკული დანახარჯის კვლევის ამოცანამ, ხელი შეუწყო იმ ფაქტს, რომ კარგად გაქვთ გააზრებული გამტარში ელექტრული დენის გავლის ფიზიკური მექანიზმები, დენის სითბური მოქმედების არსი. ასევე სწორად დაგეგმეთ და ჩაატარეთ ექსპერიმენტები და კვლევის შედეგებმაც მოგცათ საშუალება, თქვენი კვლევითი ნაშრომი დამაჯერებელი ყოფილიყო. წინარე ცოდნიდან თუ გაიხსენებთ კონვექციის მოვლენას, ასევე კუთრ სითბოტევადობის ფიზიკურ შინაარსს, არ გაგიჭირდებათ უპასუხოთ კითხვას, ჩაიდნის ფორმა და მისი გამოყენების რეჟიმი კვლევის შედეგებზე როგორ გავლენას მოახდენს.
მულტიტრუქტურული დონე <u>აქვს ბევრი იდეა, თუმცა</u> <u>ვერ აკავშირებს</u> <u>ერთმანეთთან.</u> მოსწავლეს აქვს არაერთი მოსაზრება შესასწავლ საკითხთან მიმართებით, თუმცა, იმავე საკითხთან/მთავარ იდეასთან დაკავშირებით მის მიერ შეძენილ ცოდნას არ აქვს თანმიმდევრული სახე. მას შეუძლია რამდენიმე ასპექტის განხილვა განცალკევებულად,	მოსწავლემ ზუსტად გაიგო დავალების არსი. იგი ფლობს თეორიულ ცოდნას ფიზიკური მოვლენის - გამტარში დენის გავლის შესახებ, ასევე იცის ამ მოვლენასთან დაკავშირებული ფიზიკური სიდიდეების ფორმულები, მაგალითად, ელექტრული დენის მუშაობის, სიმძლავრის ფორმულა, მაგრამ ეს ცოდნა არის ფრაგმენტული, რადგან მოსწავლეს უჭირს გაიაზროს რატომ თბება დენის გავლისას გამტარი, ვერ აკავშირებს თავისუფალი დამუხტული ნაწილაკების მოძრაობას გამტარის შინაგანი ენერგიის ცვლილებასთან, ასევე სიღრმისეულად ვერ იაზრებს	კარგია, რომ იცით გამტარში დენის გავლასთან დაკავშირებული ფორმულები, ასევე იცით მათი განზომილებები, გესმით რა არის ზოგადად, დენი. თუ გაიხსენებთ ლითონის აგებულების თავისებურებებს, ზოგადად, სხეულის შინაგანი ენერგიის ფიზიკურ არსს და გაიხსენებთ დენის გავლისას როგორ მოძრაობს თავისუფალი ელექტრონების ნაკადი კრისტალურ მესერში, არ გაგიჭირდებათ, წარმოიდგინოთ, რა პროცესებს ექნება ადგილი ამ დროს. გამოიყენეთ ნაბიჯი 1 - ის რესურსი 3 - ს და ვირტუალურ ლაბორატორიაში გაეცანით დენის

ერთმანეთთან კავშირის გარეშე. ასევე შეუძლია ჩამოთვლა, აღწერა, კლასიფიცირება, კომბინირება, მეთოდების, სტრუქტურის გამოყენება, ასევე შეუძლია ექსპერიმენტის მსვლელობისას პროცედურების შესრულება.	ელექტრული დენის მუშაობის და სიმძლავრის მიზეზ-შედეგობრივ კავშირს, იცის მარგი ქმედების კოეფიციენტის ფორმულა, მაგრამ ვერ ახერხებს დააკავშიროს ის ელექტროჩაინდნის ეფექტურობასთან.	მუშაობის თვისობრივ და რაოდენობრივ ანალიზს.
უნიტრუქტურული დონე <u>აქვს ერთი იდეა</u> მოსწავლეს აქვს მხოლოდ ერთი არასტრუქტურირებული ასოციაცია/წარმოდგენა განსახილველ საკითხთან დაკავშირებით, მისი მსჯელობა შესასწავლ საკითხთან დაკავშირებით შემოიფარგლება საკვანძო სიტყვებზე ან სათაურზე მარტივი და ლოგიკური რეაგირებით (მაგ. სათაურის პერიფრაზირებით) მას შეუძლია მხოლოდ ერთი ასპექტის განხილვა და მარტივი, აშკარა და ცხადი კავშირების დამყარება. მოსწავლეს შეუძლია ტერმინოლოგიის გამოყენება, ზეპირად გადმოცემა (გახსენება), მარტივი ინსტრუქციების/ალ-გორითმების შესრულება; პერეფრაზირება, ამოცნობა, დასახელება ან დათვლა.	მოსწავლემ გაიგო დავალების არსი, მაგრამ მისი ცოდნა მხოლოდ ზედაპირული მიდგომით შემოიფარგლება. სუსტი წარმოდგენა აქვს კვლევის მიზანზე, აქვს მწირი ინფორმაცია საკვლევი ობიექტის შესახებ. აქვს ერთი იდეა დავალებასთან დაკავშირებით: მაგ, იცის რომ დენის გავლისას გამტარში, იგი თბება, მაგრამ არ იცის, რა განაპირობებს ამ მოვლენას, იცის, ბუნებრივი აირის დაწვისას გამოიყოფა ენერგია, მაგრამ არ იცის, როგორ გამოიანგარიშოს ის. იგი ვერ ხვდება, რა არის ელექტრომომწოდებლობის მარგი ქმედების კოეფიციენტი. მოსწავლემ არ შეასრულა დავალება, ვერ მიხვდა, როგორ დაგვემოს და ჩაატაროს ექსპერიმენტები. მოსწავლის აზრი არ შეესაბამება გაკვეთილის შინაარსს.	კარგია, რომ გაიგეთ, რა არის დავალების არსი, ისიც, გამტარი რომ თბება დენის გავლისას, მაგრამ თუ გამოიყენეთ სახელმძღვანელოს, ასევე სხვა დამატებით რესურსებს და წაიკითხავთ პარაგრაფებს ელექტრული დენის შესახებ, არ გაგიჭირდებათ გაიგოთ დენის გავლისას გამტარის შინაგანი ენერგიის შეცვლის მიზეზი. შეეცადეთ ყურადღებით წაიკითხოთ პარაგრაფის ბოლოს დასკვნები და უპასუხოთ საკონტროლო კითხვებს. ასევე მნიშვნელოვანია, თუ თუ სახელმძღვანელოს გარდა, გამოიყენებთ ნაბიჯი 1-ის და ნაბიჯი 2-ის რესურსებს, ვიდეო გაკვეთილებს და გამტარში დენის გავლის ანიმაციებს, არ გაგიჭირდებათ კიდევ უფრო წინ წასვლა. შეეცადეთ ყურადღებით გაეცნოთ ამ რესურსებს და ნაბიჯის შესაბამის კითხვებს ნაბიჯ-ნაბიჯ უპასუხოთ. კითხვები ისეა ფორმირებული, რომ მარტივიდან რთულისკენ აყალიბებს ცოდნის კონსტრუირებას. მიაქციეთ ყურადღება კითხვების სტრუქტურას და შეეცადოთ არ გამოტოვოთ არცერთი კითხვა.
პრესტრუქტურული დონე <u>არ აქვს იდეა</u> მოსწავლეს საკითხთან დაკავშირებით არ აქვს რელევანტური ინფორმაცია.	მოსწავლემ არ შეასრულა დავალება, რადგან არ გააჩნია დეკლარატიული ცოდნა, იგი ვერ იაზრებს დავალების პირობას, ვერ იწყებს დავალებაზე მუშაობას, არ აქვს იდეა დავალებასთან დაკავშირებით, ვერ იგებს კვლევის მიზანს, ვერ ატარებს ექსპერიმენტს, ვერ ხვდება, რა არის დენი და რატომ თბება გამტარი მასში დენის გავლისას. ვერ ფლობს თეორიულ ცოდნას, რომელიც საჭიროა მოცემული დავალების შესასრულებლად.	გაიხსენეთ, რა გსმენიათ ელექტრული დენის შესახებ. მოიძიეთ ინფორმაცია ლითონების აგებულებაზე, გამოიყენეთ სახელმძღვანელო და მოწოდებული რესურსი: ანიმაცია ელექტრული დენის შესახებ, ტელესკოლის და სილქნეტის ვიდეოგაკვეთილები. უპასუხეთ ნაბიჯების კითხვებს, შეეცადეთ არ გამოტოვოთ არცერთი მათგანი და უპასუხეთ მათ მოწოდებულ რესურსებზე დაყრდნობით. გამოიყენეთ სიმულატორებში მუშაობის ვიდეოინსტრუქციები, რომელიც ასევე რესურსებშია მოწოდებული.

გრძელვადიანი მიზანი	შუალედური სასწავლო მიზანი N3	
სამიზნე ცნება - მატერია შედეგი - ფიზ.საშ.1 ქვეცნება - სითხე, მყარი ნივთიერება, მოლეკულა ატომი, დიპოლი, ელექტრონი, იონი, ელექტრული ველი. თემა - მუდმივი დენის კანონები საკითხები - ელექტრული დენი სხვადასხვა გარემოში ქვესაკითხები - ელექტრული დენი სითხეებში, ელექტროლიზი, ფარადეის კანონები, გალვანოპლასტიკა, გალვანოსტეგია, ელექტრული დენი ლითონებში.	საკვანძო შეკითხვა - როგორ გამოვიკვლიოთ ელექტროლიზის მოვლენას ელექტროლიტური აბაზანის მოდელით და როგორ ავხსნით მისი გამოყენების უპირატესობებს მრეწველობასა და ყოფა-ცხოვრებაში? კომპლექსური დავალების იდეა - ლითონების ჰარმონია - ელექტროლიზი გაგიკვირდებათ, როცა გაიგებთ, რამდენი საგანია ჩვენს ცხოვრებაში ელექტრულად დაფარული - თქვენი სასწავლო ნივთებიდან დაწყებული ძვირფასი სამკაულებით დამთავრებული. კომერციული წარმოების პროცესები სწორედ ამ მეთოდს იყენებს ლითონების და პლასტმასის დასაცავად. ელექტრული გზით რელიეფური საგნების ლითონის ასლების დამზადებას გალვანოპლასტიკა ეწოდება, ხოლო ნაკეთობების დამცველ და დეკორატიულ დაფენვას - გალვანოსტეგია. პრაქტიკაში მეტად აქტუალურია ზედაპირების დაფარვის ეს ორივე მეთოდი და იგი ელექტროლიზის მოვლენას ეფუძნება. ელექტროლიზი გამოიყენება აგრეთვე ლითონთა მინარევებისაგან გასუფთავების ანუ ლითონთა რაფინირებისათვის. თქვენი დავალებაა შექმნათ ელექტროლიტური აბაზანის მოდელი, რომლის საშუალებით გამოიკვლიოთ ელექტროლიზის მოვლენას და გაანალიზებთ ელექტროლიზის გამოყენების მაგალითებს ტექნიკასა და ყოფა-ცხოვრებაში. შექმენით PP ფორმატის საპრეზენტაციო ფაილი, სადაც წარმოადგენთ თქვენ მიერ ჩატარებულ სამუშაოს.	
სამიზნე ცნების მკვიდრი წარმოდგენები მოსწავლემ უნდა გააცნობიეროს, რომ: 1) ყველაფერი რაც ჩვენ გარშემო არსებობს მატერიაა. იგი ორი სახისაა: ნივთიერება და ველი. ყველა ნივთიერება შედგება ნაწილაკებისაგან - მოლეკულებისა და ატომებისგან;	შეფასების კრიტერიუმი - (ზოგადი) მოსწავლეს შეუძლია: 1) გააცნობიეროს, მატერიის რომელი სახეები ხვდება მას, განსახილველ საკითხში, რისგან შედგება ნივთიერება, რომელიც მის მიერ განსახილველ საკითხში მონაწილეობს; 2) გაანალიზოს, რა დამოკიდებულებაა განსახილველ საკითხში	შეფასების კრიტერიუმი - (კონკრეტულ კომპლექსურ დავალებაზე მისადაგებული) ნაშრომში ხაზგასმით წარმოაჩინეთ: კრიტერიუმი #1 რა განაპირობებს გამოხდილი წყლის დიელექტრიკულ ბუნებას? ახსენით, გამოხდილ წყალში მარილის ჩაყრისას, რატომ ხდება ხსნარი გამტარი? (მატერია 1)

2) ნივთიერების ფიზიკური თვისებები დამოკიდებულია მის შემადგენელ ნაწილაკებზე და სტრუქტურაზე, ხოლო ველის ფიზიკური თვისებები - ველის შემქმნელი ობიექტების მოძრაობასა და განლაგებაზე; 3) მატერიის ფიზიკური თვისებები შეიძლება შეიცვალოს შიდა/გარე ფაქტორებით. ეს თვისებები და მათი ცვლილება ხასიათდება ფიზიკური სიდიდეებით, რომლებიც იზომება ცდის მეშვეობით.	წარმოდგენილი ნივთიერების თვისებებსა და მის სტრუქტურას შორის, რა დამოკიდებულებაა განსახილველ საკითხში არსებული ველის თვისებებსა და ველის შემქმნელი ობიექტების განლაგებას/მოძრაობას შორის; 3) იმსჯელოს, რომელი გარე/შიდა ფაქტორები განაპირობებს მატერიის ფიზიკური თვისებების ცვლილებებს და რომელი ფიზიკური სიდიდეებით ხასიათდება მატერიის ეს თვისებები და მათი ცვლილება.	კრიტერიუმი #2 რაზეა დამოკიდებული მარილის წყალხსნარის ელექტრული თვისებები და რა ფაქტორები განაპირობებს ელექტროლიზის პროცესის ინტენსივობას? (მატერია 2.3) კრიტერიუმი #3 რა სახის გამოყენება აქვს ელექტროლიზის მოვლენას თანამედროვე მრეწველობაში? ახსენით თითოეულ შემთხვევაში მოვლენის ფიზიკური და ქიმიური მექანიზმი. (მატერია 3)
---	--	--

კომპლექსური დავალების განხორციელების ეტაპები (აქტივობები, რესურსები, შეკითხვები)

ეტაპი I – კომპლექსური დავალების პირობის გაცნობა

რესურსები:

რესურსი 1. ვიდეორგოლი გალვანოპლასტიკის შესახებ:

<https://www.youtube.com/watch?v=ggDITboNBm4>

რესურსი 2. პლასტმასის ნივთების მეტალური დაფარვა - ვიდეორგოლი

<https://www.youtube.com/watch?v=Ny6LcgV5qIY>

რესურსი 3. მოდელირება:

[მოდელირება | CK-12 Foundation \(ck12.org\)](http://modelling.ck12.org/)

რესურსი 4. რა არის ფიზიკა #ტელესკოლა, მე-7 წუთიდან - რა არის მოდელი:

<https://youtu.be/lah3Zt7-bwc?t=412>

კომპლექსური დავალების პირობის გაცნობა

სარეკომენდაციო **აქტივობა 1:** მასწავლებელი სთხოვს მოსწავლეებს, გაეცნენ ინტერნეტში მოძიებულ ინფორმაციას - ვიდეორგოლებს **რესურს 1-ზე** და **რესურს 2-ზე** გალვანოპლასტიკის შესახებ, დააკვირდნენ მოვლენას, აღწერონ ახალი რა აღმოაჩინეს? დაფიქრდნენ, ვიდეორგოლის მიხედვით, სითხე, რომელშიც ათავსებენ სხვადასხვა ნივთს, უნდა ატარებდეს თუ არა ელექტრულ დენს?

აქტივობა 2. მოდელის გაცნობა (ზოგადი)

რესურს 3-ზე და რესურს 4-ზე დაყრდნობით მოსწავლეები განიხილავენ, რა არის მოდელი, განიხილავენ მოდელის მაგალითებს. მოსწავლეები მსჯელობენ და ინიშნავენ რვეულში მოდელის შესაქმნელად საჭირო რესურსს და ეტაპებს. გამოთქვამენ თავიანთ მოსაზრებებს, როგორ შექმნან ისეთი მოდელი, რომელიც პრეზენტაციისას გამოადგებათ, მსჯელობენ, როგორი უნდა იყოს საბოლოო პრეზენტაცია და რა ნაბიჯების გადადგმა საჭირო იმისათვის, რომ პრეზენტაცია დამაჯერებელი გამოვიდეს.

დამხმარე კითხვები:

- რა გსმენიათ ელექტროლიზის შესახებ?
- რა იცით გალვანოპლასტიკის, გალვანოსტეგიის და ელექტრორაფინირების შესახებ?
- რა ინფორმაციის მოძიება და რა ცოდნა-უნარების შეძენა მოგიწევთ ელექტროლიზის მექანიზმის ასახსნელად?
- გიმუშავიათ თუ არა ვირტუალურ ლაბორატორიაში?

მოდელის შესახებ

- შეგიქმნიათ თუ არა მოდელი?
- როგორი სახის მოდელი გინახავთ?
- რა იყო წარმოდგენილი თქვენ მიერ ნაწახ მოდელზე და რამდენად გამოხატავდა იგი სათქმელს?
- რა უნდა ვიცოდეთ მოდელის შესაქმნელად?
- რა ნაბიჯების გადადგმა მოგიწევთ წარმოდგენილი დავალების მიხედვით ელექტროლიტური აბაზანის 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 - სითხე, მყარი ნივთიერება, მოლეკულა, ატომი, დიპოლი, ელექტრონი, იონი, ელექტრული ველი.

ნაბიჯი 1 - შეფასების კრიტერიუმი 1

კრიტერიუმი #1

რა განაპირობებს გამოხდილი წყლის დიელექტრიკულ ბუნებას? ახსენით, გამოხდილ წყალში მარილის ჩაყრისას, რატომ ხდება ხსნარი გამტარი? (მატერია 1)

რესურსები:

რესურსი 1. სახელმძღვანელო, §22, 23, სადაც წარმოდგენილია შემდეგი საკითხები: ელექტრული დენი ლითონებში, ელექტროლიტური დისოციაცია, ელექტროლიზი.

რესურსი 2. ელექტრული დენი სითხეებში - ვიდეო გაკვეთილი

<https://www.youtube.com/watch?v=9C8dWmABgk>

რესურსი 3. ტელესკოპა_ ელექტროლიზი

https://www.youtube.com/watch?v=fA1IRO_40to

რესურსი 4. სადემონსტრაციო ცდები თემაზე - ელექტრული დენი სითხეებში **vascak** - ის ვირტუალური ლაბორატორიაში:

ელექტროლიტური დისოციაცია-

https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=elkap_disociace&l=ru

ელექტროლიზი -

https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=elkap_rozkladne&l=ru

ტყვია-მჟავა აკუმულატორის მოქმედების მექანიზმები -

https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=elkap_akumulator&l=ru

რესურსი 5: ვიდეოინსტრუქცია ქართულ ენაზე სადემონსტრაციო ვირტუალური ლაბორატორიის (რესურსი 4) გამოყენების შესახებ (მასწავლებლებისთვის)

ვიდეო ინსტრუქცია ელექტროლიზის ვირტუალური ლაბორატორიისთვის

(გახსენით ჰიპერლინკი)

(4 წთ-მდე - სითხეში დენის გავლა, 4 წთ-ის შემდეგ - ელექტროლიზი, 8.20წთ-დან ტყვია-მჟავა აკუმულატორი).

აქტივობები:

აქტივობა 1. მასწავლებელი მოსწავლეებს წარუდგენს სადემონსტრაციო ვირტუალურ ლაბორატორიას - რესურსი 4-ს, მანამდე კი თვითონ გაეცნობა მეთოდურ რჩევებს ვიდეოინსტრუქციის **რესურსი 5** მიხედვით. მოსწავლეები მსჯელობენ ელექტროლიტებში გამტარებლობის შესახებ, გამოთქვამენ ვარაუდებს, წყალში მარილის გახსნით წრედში დენის აღდგომის შესახებ და ამოწმებენ საკუთარ ვარაუდებს სიმულაციით. მოსწავლეები გაეცნობიან **რესურსი 1-ს**, **რესურსი 2-ს**. მსჯელობენ ლითონში და სითხეში დენის გადამტანი ნაწილაკების შესახებ, ელექტროლიტების და ელექტროლიტური დისოციაციის მოვლენის შესახებ;

დამხმარე კითხვები:

- რა განაპირობებს ნივთიერების ელექტროგამტარებლობას?
- დაყავით ნივთიერებები დენის გამტარებლობის მიხედვით
- ლითონების გამტარებლობას რომელი ნაწილაკები უზრუნველყოფენ?
- რის საფუძველზე დაასკვნა რიკკემ, რომ ლითონებში მუხტი იონებს არ გადააქვს?
- რა მექანიკურ მოვლენას ეფუძნება სტიუარტისა და ტოლმენის ცდის იდეა?
- როგორი გამტარებლობა ახასიათებს ლითონებს?
- გამოხდილი წყალი ატარებს თუ არა დენს? ახსენით, რატომ?
- რას ნიშნავს ელექტროლიტური დისოციაცია?
- რას ეწოდება ელექტროლიტი?
- რას ეწოდება დისოციაციის ხარისხი?
- სადამდე გაგრძელდება ელექტროლიტური დისოციაცია?
- რას ნიშნავს რეკომბინაცია (მოლიზაცია)? როდის ხდება იგი?
- რას ნიშნავს დინამიკური წონასწორობა?
- გამოხდილ წყალში სუფრის მარილის ჩაყრით რომელი იონები მიიღება?

აქტივობა 2. მოსწავლეები გაეცნობიან ელექტროლიზის მოვლენას **სახელმძღვანელოს** და **რესურსი 3-ის** საშუალებით, ასევე დააკვირდებიან **რესურსი 4-ის** ელექტროლიზის ნაწილს. ახსნიან და მსჯელობენ ელექტროლიზის მოვლენის ფიზიკური და ქიმიური მექანიზმების შესახებ.

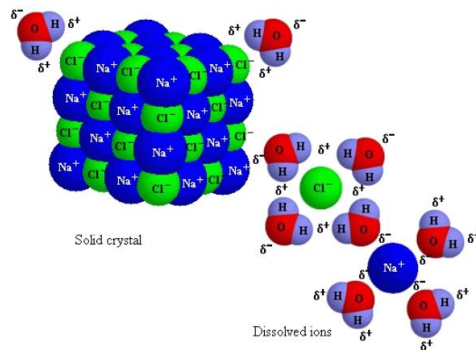
დამხმარე კითხვები:

- მარილწყალის ელექტროლიტში ელექტრული ველი აღმგზისას, საით ამოძრავდებიან ქლორის იონები?
- რა მოვლენა ახლავს თან ქლორის იონის ანოდთან მიახლოებას?
- საით ამოძრავდებიან ნატრიუმის იონები?
- რა მოხდება ნატრიუმის იონის კათოდთან მიახლოებისას?
- ნივთიერების დაგროვება კათოდზე ხდება თუ ანოდზე? რატომ?
- ახლავს თუ არა სითხეში დენის გავლას ნივთიერების გადატანა? რატომ?
- რას ნიშნავს ელექტროლიზი?
- იმსჯელეთ ელექტროლიზის მოვლენის ფიზიკური და ქიმიური მექანიზმების შესახებ.
- გაანალიზეთ ტყვია-მყავა აკუმულატორის მოქმედების მექანიზმები;
- რომელი ნაწილაკებია სითხეში დენის გადამტანები?
- რა არის ელექტრული დენი სითხეში?
- რას ნიშნავს იონური გამტარობა?
- როგორი გამტარობა აქვს თხევად ლითონებს?

ნაბიჯი 2.

კრიტერიუმი #2

რაზეა დამოკიდებული მარილის წყალხსნარის ელექტრული თვისებები და რა ფაქტორები განაპირობებს ელექტროლიზის პროცესის ინტენსივობას? (მატერია 2.3)



რესურსები:

რესურსი 1. სახელმძღვანელო § 24, გვ.91, ელექტროლიზის კანონები;

რესურსი 2. ელექტროლიზის კვლევა ვირტუალურ ლაბორატორიაში:

- https://media.pearsoncmg.com/bc/bc_0media_chem/chem_sim/html5/Electro/Electro.php
ლაბორატორიის ბმული

- [ელექტროლიზის კვლევის ვიდეოინსტრუქცია](#) *გახსენით ჰიპერბმული*

- კვლევის ტექსტური გზამკვლევი:
[ელექტროლიზი-ექსპერიმენტის ტექსტური გზამკვლევი-კვლევა](#) *გახსენით ჰიპერბმული*

რესურსი 3. მარილწყალის წრედი - ვიდეორგოლი ელექტროლიზი ექსპერიმენტი:

https://www.youtube.com/watch?v=D4YWP6mhh_E

აქტივობები:

აქტივობა 1. მოსწავლეები გაეცნობიან ელექტროლიზის მოვლენას **რესურსი 1-ზე** დარდნობით და ჩაატარებენ ელექტროლიზის კვლევის ექსპერიმენტებს **რესურს 2-ის** გამოყენებით ვირტუალურ /რეალურ ლაბორატორიაში. **რესურსი 2** მოიცავს სამ კომპონენტს: ლაბორატორიის ბმულს, მისი გამოყენების ვიდეოინსტრუქციას და ტექსტურ გზამკვლევს.

დამხმარე კითხვები:

- რომელ კანონით გამოითვლება ელექტროლიზის დროს ელექტროდზე გამოყოფილი ნივთიერების მასა?

- რას ნიშნავს ნივთიერების ელექტროქიმიური ექვივალენტი?
- რა მოვლენა ახლავს თან გამოხდომი წყალში ჩაყრილ მარილს მორევისას?
- ახდენს თუ არა გავლენას სითხის გამტარებლობაზე წყალში გახსნილი მარილის კონცენტრაცია?
- როგორ შეიცვლება მარილის კონცენტრაცია წყალში დიფუზიის სიჩქარის გაზრდისას?
- შეადარეთ ერთმანეთს გამოხდომი წყალი და გაჯერებული მარილწყალი ელექტრული თვისებების თვალსაზრისით;
- ელექტროდებზე მოდებული ძაბვის შეუცვლელად, ტემპერატურის გაზრდით შეიცვლება თუ არა ელექტროლიტის წინაღობა? ახსენით, რატომ?
- არის თუ არა დისოციაციის ხარისხი ხსნარის კონცენტრაციაზე დამოკიდებული? ახსენით, როგორ?
- არის თუ არა დისოციაციის ხარისხი გამხსნელის დიელექტრიკულ შედგენადობაზე დამოკიდებული? ახსენით, როგორ?
- რატომ ხდება ელექტროლიტის ხსნარში დენის გავლისას ნივთიერების გადატანა, ლითონში გავლისას კი - არა?

აქტივობა 2. მოსწავლეები გაეცნობიან **რესურს 3** - ს და დაამზადებენ **ელექტროლიტური აბაზანის მოდელს**, გამოხდომი წყალში გახსნილი სუფრის მარილის, ალუმინის ელექტროდების, მუდმივი ელემენტების 6 ც (1,5ვ) და სადენების გამოყენებით. შეეცადებიან ალუმინის ელექტროდების ნატრიუმის თხელი ფენით დაფარვას;

აქტივობა 3: დეკლარაციული და პროცედურული ცოდნის განმტკიცების მიზნით, მოსწავლეები ხსნიან ამოცანებს სახელმძღვანელოდან გვ. 95, § 24 (*საკითხი: ელექტროლიზის კანონები*)

ნაბიჯი 3.

რა სახის გამოყენება აქვს ელექტროლიზის მოვლენას თანამედროვე მრეწველობაში? ახსენით, თითოეულ შემთხვევაში მოვლენის ფიზიკური და ქიმიური მექანიზმი. (მატერია 3)

რესურსები:

რესურსი 1. სახელმძღვანელო, § 25, გვ.96, ელექტროლიზის გამოყენება;

რესურსი 2.

[მოკლე რეფერატი-დენის ქიმიური მოქმედების გამოყენება](#)

გახსენით ჰიპერბმული

რესურსი 3. სტატია -გალვანოპლასტიკის გამოყენების უპირატესობები:

<https://www.belmontmetals.com/electroplating-advantages-using-different-coating-products-to-provide-enhanced-benefits/>

აქტივობები:

აქტივობა 1. მოსწავლეები გაეცნობიან სახელმძღვანელოს ელექტროლიზის გამოყენების შესახებ (რესურსი 1), ქართულ ენაზე სასწავლო **რესურსი 2-ს**, ელექტრული დენის ქიმიური მოქმედების გამოყენების შესახებ - სტატიას (**რესურსი 3**) და მოიფიქრებენ, დავალების წარდგენისას, როგორ ახსნან, ელექტროლიზის რა უპირატესობები განაპირობებს მის ინტენსიურ გამოყენებას მრეწველობაში;

დამხმარე კითხვები:

- რა გამოყენება აქვს ელექტროლიზს ყოფა-ცხოვრებაში?
- რას ნიშნავს გალვანოპლასტიკა ? გალვანოსტეგია? ელექტრორაფინირება? ელექტროკოაგულაცია?

- რომელ ელექტროდად უნდა მოვათავსოთ დასაფარი ნაკეთობა ელექტროლიტურ აბაზანაში?
- რომელ მარილს იყენებენ ელექტროლიტად?
- როგორ შეიძლება დამზადდეს გამტარი ნაკეთობის ზედაპირის ლითონის ასლი?

აქტივობა 2: დეკლარატიული და პროცედურული ცოდნის განმტკიცების მიზნით, მოსწავლეები ხსნიან ამოცანებს სახელმძღვანელოდან გვ.126 (საკითხი: ელექტრული დენი სითხეებში, ელექტროლიზი, ფარადეის კანონები);

აქტივობა 3: დავალების წარსადგენად მოამზადებენ პრეზენტაციას და ხსნიან სითხეებში ელექტრული დენის გავლის ფიზიკურ და ქიმიურ მექანიზმებს, გაანალიზებენ ელექტროლიზის მოვლენას, წარმოადგენენ ელექტროდებზე გამოყოფილი ნატრიუმის მასის დამოკიდებულებას ხსნარში გამავალ დენის ძალაზე ანალიზური და გრაფიკული ხერხით, იმსჯელებენ გალვანოპლასტიკის, გალვანოსტეგიის, ელექტრორაფინირების გამოყენების ფიზიკური და ქიმიური მექანიზმების შესახებ, ასევე გაანალიზებენ მათ მიერ დამზადებული ელექტროლიტური აბაზანის მოდელის გამოყენების პრინციპებს.

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 მოდელის 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?
- რატომ ფიქრობ, რომ შენ მიერ შექმნილი პროდუქტი გვეხმარება ელექტროლიზის მოვლენის შესაწავლაში?

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 წააწყდით 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?
- წააწყდით 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 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 სამეტყველო ქმედების (თხრობა, აღწერა, მსჯელობა) სწორად შერჩევა, სენსიტიური ნიუანსების წინ წამოწევა; ჟესტიკულაციის, 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?

მიღწევის სოლო ტაქსონომია

სკოლამ თავად უნდა დაადგინოს სამიზნე ცნებების ფლობის დონეები სოლო-ტაქსონომიის მიხედვით, თუმცა ჩვენ გვსურს წარმოგიდგინოთ კომპლექსური დავალებასთან (**ლითონების ჰარმონია - ელექტროლიზი**) დაკავშირებული ეროვნული სასწავლო გეგმის შედეგების მიღწევის დონეთა სოლო ტაქსონომია, რომელიც სარეკომენდაციო ხასიათს ატარებს.

შეფასების სქემა შედგება სამი სვეტისგან: მოსწავლის მიღწევის დონის, მიღწევის აღწერილობისა და მასწავლებლის განმავითარებელი სავარაუდო კომენტარისგან წარმოდგენილი დავალების ფარგლებში:

მიღწევის დონე კრიტერიუმი	აღწერილობა რა გააკეთა მოსწავლემ (მაგალითი) და რა დასკვნა გააკეთა ამის საფუძველზე	კომენტარი რა რჩევა მიეცემა მოსწავლეს (განმავითარებელი შეფასების მაგალითი)
აბსტრაქტული დონე <u>შეუძლია იდეების ინტეგრირება და ცოდნის სინთეზი.</u> მოსწავლე კომპლექსური დავალების საშუალებით გამოკვეთილ მაგალითებზე დაყრდნობით ურთიერთ დაკავშირებულად მსჯელობს საგნის ფარგლებში წარმოდგენილ სამიზნე ცნებაზე. უკავშირებს კომპლექსური დავალების პირობას საკუთარ გამოცდილებას და იყენებს ცხოვრებისეულ სიტუაციებში. მოსწავლეს სიღრმისეულად აქვს გააზრებული საკითხის არსი და მოვლენის მახასიათებლები, რაც მას ამ ცოდნის განზოგადების და სხვა მსგავს მოვლენებთან შედარების საშუალებას აძლევს.	მოსწავლემ სრულყოფილად გაიგო დავალების არსი და მიზანი: შექმნა ელექტროლიტური აბაზანის მოდელი და პრეზენტაციაში წარმოადგინა აღნიშნულ აბაზანაში განხორციელებული ელექტროლიზის მოვლენის ამსახველი ფოტო და ვიდეო მასალა. მოსწავლემ სამიზნე ცნებაზე - მატერია და მასთან დაკავშირებულ მკვიდრ წარმოდგენებზე დაფუძნებით იმსჯელა ელექტროლიზის, როგორც ფიზიკური მოვლენის არსზე. კომპლექსური დავალების სამივე ნაბიჯის განხორციელებისას ჩართული იყო პროცესებში აქტიურად, უპასუხა ნაბიჯების მიხედვით გაწერილი ყველა კითხვას, ამოხსნა ამოცანები. მოსწავლემ განაზოგადა საკუთარი ცოდნა ფიზიკის, ქიმიის და მოახდინა ელექტროლიტური აბაზანის ელექტროდების სხვა ნივთიერებებით შეცვლის შემთხვევაში სავარაუდო შედეგების არგუმენტირებული პროგნოზირება.	დიდი მადლობა! თქვენ შესანიშნავად გაართვით თავი დავალებას. დამაჯერებლად აღწერეთ ჩატარებული ექსპერიმენტები და შედეგები, წარმოადგინეთ ექსპერიმენტების ფოტო და ვიდეომასალა. დავალების ყველა ეტაპზე იყავით ჩართული და სიღრმისეულად გაქვთ გააზრებული დავალების არსი. კარგი იქნება, თუ მომავალში გაეცნობით ინფორმაციას რა მეთოდებს იყენებენ მსოფლიოში წამყვანი კომპანიები ელექტროლიზის პროცესის შედეგად სამეწარმეო ნარჩენების დამუშავების და განადგურებისთვის.
მიმართებითი დონე <u>ამყარებს კავშირს რამდენიმე ცოდნას შორის</u> მოსწავლე მწყობრად და თანმიმდევრულად გადმოსცემს სამიზნე ცნებასთან დაკავშირებულ მკვიდრ წარმოდგენებს. ურთიერთდაკავშირებულად მსჯელობს სამიზნე ცნების არსობრივ მახასიათებლებზე. გამოკვეთს კომპლექსური	მოსწავლემ კარგად გაიაზრა დავალების არსი. მან შექმნა ელექტროლიტური აბაზანის მოდელი და განახორციელა ელექტროლიზი. მოსწავლე ჩართული იყო დავალებაზე მუშაობის ყველა ეტაპზე. საკუთარი კვლევის შედეგების პრეზენტაციებისას თანმიმდევრული იყო პროცესების აღწერისას - მან გაანალიზა ელექტროლიტური დისოციაციის პროცესი და ამის შემდეგ დაასაბუთა ელექტროლიზის მოვლენა. მოსწავლე ჩართული იყო დავალების	გმადლობთ! თქვენ შესანიშნავად იმუშავეთ დავალების განხორციელების ყველა ეტაპზე. ფარადეის კანონების გაანალიზებამ და ვირტუალურ ლაბორატორიაში მუშაობამ გაამდიდრა თქვენი ცოდნა ელექტროლიტებში დენის გავლის თემაზე. საინტერესო იყო თქვენი ექსპერიმენტის შედეგებიც.

დავალების შეფასების კრიტერიუმების საშუალებით განსაზღვრულ ნიუანსებს. მოსწავლეს შეუძლია გაიაზროს კავშირი რამდენიმე ასპექტს შორის და მსჯელობს მათ ესახებ, მოვლენის, როგორც ერთიანი პროცესის შემადგენელზე. მოსწავლეს ადარებს, აკავშირებს და საკითხებს და მიზეზ-შედეგობრივი ფორმით აანალიზებს მათ.	განხორციელების ყველა ეტაპზე, ხსნიდა ამოცანებს, იმუშავა ვირტუალურ ლაბორატორიაში, თუმცა გაუჭირდა მოვლენების შეფასება ელექტროლიტის შეცვლის შემთხვევაში რა მოხდებოდა.	შეეცადეთ უფრო სიღრმისეულად გაეცნოთ ქიმიკაში მეტალთა აქტიურობის რიგს, იმისთვის რომ გაგიადვილდეთ ელექტროლიზის შედეგების პროგნოზირება ელექტროლიტის შეცვლის შემდეგ.
მულტისტრუქტურული დონე <u>აქვს ბევრი იდეა, თუმცა ვერ აკავშირებს ერთმანეთთან.</u> მოსწავლეს აქვს არაერთი მოსაზრება შესასწავლ საკითხთან მიმართებით, თუმცა, იმავე საკითხთან/მთავარ იდეასთან დაკავშირებით მის მიერ შემენილ ცოდნას არ აქვს თანმიმდევრული სახე. მას შეუძლია რამდენიმე ასპექტის განხილვა განცალკევებულად, ერთმანეთთან კავშირის გარეშე. ასევე შეუძლია ჩამოთვლა, აღწერა, კლასიფიცირება, კომბინირება, მეთოდების, სტრუქტურის გამოყენება, ასევე შეუძლია ექსპერიმენტის მსვლელობისას პროცედურების შესრულება.	მოსწავლემ კარგად გაიგო დავალების არსი. იგი ფლობს თეორიულ ცოდნას ფიზიკური მოვლენის - ელექტროლიზის შესახებ, ასევე იცის ამ მოვლენასთან დაკავშირებული ფარადეის კანონები, იცის მასში შემავალი ფიზიკური სიდიდეების არსი, მუდმივი დენის კანონების ფორმულები, თუმცა ვერ ახერხებს სიღრმისეულად გაიაზროს მატერიის შესახებ მკვიდრი წარმოდგენების არსი - ნივთიერების აღნაგობის გათვალისწინებით ვერ აკავშირებს ელექტრული დენის ძალის ცვლილებას ელექტროლიტში მარილის კონცენტრაციის გაზრდასთან.	კარგია, რომ გესმით რა არის, დენი. ასევე იცით ფარადეის კანონები, მუდმივ დენთან დაკავშირებული ფორმულები, ფიზიკური სიდიდეები, მათი განზომილებები. თუ გაიხსენებთ სითხის აღნაგობის თავისებურებებს, გაიაზრებთ, რას ნიშნავს ელექტროლიტური დისოციაცია, ასევე თუ უფრო ყურადღებით გაეცნობით ნაბიჯი 2- ის რესურსი 1 - ს და ვირტუალურ ლაბორატორიაში იმუშავეთ (რესურსი 2), არ გაგიჭირდებათ, წარმოიდგინოთ, რა პროცესებს ექნება ადგილი მარილის კონცენტრაციის გაზრდისას ელექტროლიტში.
უნიტრუქტურული დონე <u>აქვს ერთი იდეა</u> მოსწავლეს აქვს მხოლოდ ერთი არასტრუქტურირებული ასოციაცია/წარმოდგენა განსახილველ საკითხთან დაკავშირებით, მისი მსჯელობა შესასწავლ საკითხთან დაკავშირებით შემოიფარგლება საკვანძო სიტყვებზე ან სათაურზე მარტივი და ლოგიკური რეაგირებით (მაგ. სათაურის პერიფრაზირებით) მას შეუძლია მხოლოდ ერთი ასპექტის განხილვა და მარტივი, აშკარა და ცხადი კავშირების დამყარება. მოსწავლეს შეუძლია ტერმინოლოგიის გამოყენება,	მოსწავლემ გაიგო დავალების არსი, მაგრამ მისი ცოდნა მხოლოდ ზედაპირული მიდგომით შემოიფარგლება. სუსტი წარმოდგენა აქვს კვლევის მიზანზე, აქვს მწირი ინფორმაცია საკვლევი ობიექტის შესახებ. აქვს ერთი იდეა დავალებასთან დაკავშირებით: მაგ, იცის რომ გამოხდილ წყალში მარილის ჩაყრისას წრედში დენი გაივლის, მაგრამ არ იცის, რა განაპირობებს ამ მოვლენას, იცის, რომ ამ პროცესში ელექტროდებზე ნივთიერება გამოიყოფა, მაგრამ არ იცის, რატომ ხდება ეს და არ იცის, როგორ გამოიანგარიშოს გამოყოფილი ნივთიერების მასა. მოსწავლემ არ შეასრულა დავალება, ვერ მიხვდა, როგორ დაეგეგმოს და ჩაატაროს	კარგია, რომ გაიგეთ, რა არის დავალების არსი, ისიც, გამტარი რომ გამოხდილ წყალში მარილის ჩაყრისას წრედში დენი გაივლის. თუ გამოიყენეთ სახელმძღვანელოს, ასევე სხვა დამატებით რესურსებს და წაიკითხავთ პარაგრაფებს სითხეებში ელექტრული დენის შესახებ, არ გაგიჭირდებათ გაიგოთ რა არის ელექტროლიზის მოვლენა და რატომ არის საჭირო გამოხდილი წყალში მარილის ჩაყრა, რომ იგი ელექტროგამტარ სითხედ გადაიქცეს. წაიკითხოთ პარაგრაფის ბოლოს

ზეპირად გადმოცემა (გახსენება), მარტივი ინსტრუქციების/ალ-გორითმების შესრულება; პერფორაზირება, ამოცნობა, დასახელება ან დათვლა.	ექსპერიმენტები. მოსწავლის აზრი არ შეესაბამება გაკვეთილის შინაარსს.	დასკვნები და უპასუხოთ საკონტროლო კითხვებს. ასევე მნიშვნელოვანია, თუ სახელმძღვანელოს გარდა, გამოიყენებთ ნაბიჯი 1-ის და ნაბიჯი 2-ის რესურსებს, ვიდეო გაკვეთილებს სითხეში დენის გავლის შესახებ. შეეცადეთ ყურადღებით გაეცნოთ ამ რესურსებს და ნაბიჯის შესაბამის კითხვებს ნაბიჯ-ნაბიჯ უპასუხოთ. მიაქციეთ ყურადღება კითხვების სტრუქტურას და შეეცადოთ არ გამოტოვოთ არცერთი მათგანი.
პრესტრუქტურული დონე <u>არ აქვს იდეა</u> მოსწავლეს საკითხთან დაკავშირებით არ აქვს რელევანტური ინფორმაცია.	მოსწავლემ არ შეასრულა დავალება, რადგან არ გააჩნია დეკლარატიული ცოდნა, იგი ვერ იაზრებს დავალების პირობას, ვერ იწყებს დავალებაზე მუშაობას, არ აქვს იდეა დავალებასთან დაკავშირებით, ვერ იგებს კვლევის მიზანს, ვერ ატარებს ექსპერიმენტს, ვერ ხვდება, რა არის დენი და რა არის ელექტროლიზი. ვერ ფლობს თეორიულ ცოდნას, რომელიც საჭიროა მოცემული დავალების შესასრულებლად.	გაიხსენეთ, რა გსმენიათ ელექტრული დენის შესახებ. მოიძიეთ ინფორმაცია სითხეების აღნაგობის შესახებ. გამოიყენეთ სახელმძღვანელო და მოწოდებული რესურსი: ტელესკოლის და სილქნეტის ვიდეოგაკვეთილები. უპასუხეთ ნაბიჯების კითხვებს, შეეცადეთ არ გამოტოვოთ არცერთი მათგანი და უპასუხეთ მათ მოწოდებულ რესურსებზე დაყრდნობით. გამოიყენეთ სიმულატორებში მუშაობის ვიდეოინსტრუქციები, რომელიც ასევე რესურსებშია მოწოდებული.

გრძელვადიანი მიზანი	შუალედური სასწავლო მიზანი N4	
სამიზნე ცნება - ძალა შედეგი - ფიზ.საშ. 3 ქვეცნება - ელექტრული ძალა თემა - მუდმივი დენის კანონები საკითხები - ელექტრული დენი სხვადასხვა გარემოში ქვესაკითხები - ელექტრული დენი ნახევარგამტარებში, p-n გადასვლა, ნახევარგამტარული დიოდი, ფოტორეზისტორი, ტრანზისტორი.	საკვანძო შეკითხვა - როგორ წარმოვადგინოთ სტატიაში სინათლის ნაკადით მართული სიგნალიზაციის სისტემის მოქმედების ფიზიკური მექანიზმები? კომპლექსური დავალების იდეა - სინათლის „დარაჯი“ წარმოიდგინეთ, რომ გადაწყვეტით გამოიყენოთ ფიზიკის ცოდნა და შექმნათ მოწყობილობა, რომელიც სინათლეზე რეაგირებს: იგი მაშინვე რეკავს, როგორც კი სინათლე დაეცემა.  თქვენი დავალებაა, შექმნათ სტატია, სადაც თვალსაჩინოდ აჩვენებთ, ფიზიკის რა კანონზომიერებებს დაეფუძნება თქვენ მიერ ვირტუალურ/რეალურ ლაბორატორიაში შექმნილი მოწყობილობის - სინათლის „დარაჯის“ მოქმედების ფიზიკური მექანიზმები. შექმენით PP ფორმატის საპრეზენტაციო ფაილი, სადაც ნათლად წარმოადგენთ თქვენ მიერ ჩატარებულ სამუშაოს.	
სამიზნე ცნების მკვიდრი წარმოდგენები მოსწავლემ უნდა გააცნობიეროს, რომ: 1. სხეულებს შორის ურთიერთქმედება ხასიათდება ფიზიკური სიდიდით - ძალით. ბუნებაში ურთიერთქმედების ოთხი სახე გვხვდება; 2. ძალის მოქმედება განსაზღვრავს სხეულის მოძრაობის ცვლილებას ან/და მის დეფორმაციას, შედეგი კი დამოკიდებულია ძალის მოდულზე, მიმართულებასა და მოდების წერტილზე;	შეფასების კრიტერიუმი - (ზოგადი) მოსწავლეს შეუძლია: 1. იმსჯელოს, რა სახის ურთიერთქმედებები ხვდება მას, განსახილველ მოვლენაში და როგორ აღიწერება ეს ურთიერთქმედებები; 2. გააანალიზოს, რას იწვევს სხეულზე/სისტემაზე მოქმედი ძალები და რაზეა დამოკიდებული ძალის მოქმედებით გამოწვეული შედეგები;	შეფასების კრიტერიუმი - (კონკრეტულ კომპლექსურ დავალებაზე მისადაგებული) ნაშრომში ხაზგასმით წარმოაჩინეთ: კრიტერიუმი #1 რატომ იცვლის ნახევარგამტარი ელექტრულ თვისებებს სხვადასხვა გარემო პირობებში? კულონური ურთიერთქმედების ძალებით ახსენით სუფთა და მინარევილი ნახევარგამტარების განსხვავებული ელექტრული თვისებები. (ძალა. 2) კრიტერიუმი #2 რა ზემოქმედებას ახდენს გარე წრედის ელექტრული ველი $p - n$ გადასასვლელის ელექტრონებსა და ხვრელებზე პირდაპირი და შექცეული ჩართვისას? მოახდინეთ პროცესის გრაფიკული ანალიზი. (ძალა.1) კრიტერიუმი #3 რა დანიშნულება აქვს სინათლის „დარაჯის“ წრედში ფოტორეზისტორს? რა ძალა იწვევს ტრანზისტორის მთავარ წრედში (კოლექტორი - ემიტერი) ელექტრული ზარის ჩართვას? (ძალა.2).

კომპლექსური დავალების განხორციელების ეტაპები (აქტივობები, რესურსები, შეკითხვები)

ეტაპი I – კომპლექსური დავალების პირობის გაცნობა

რესურსები/განსახილველი ქეისები:

რესურსი 1: ვიდეო - ფოტო რელე (ფაილის ავტორი: პროფ.დავით სონღულაშვილი)

[ფოტორელე](#)

[გახსენით ჰიპერბმული](#)

რესურსი 2: როგორ დავწეროთ სასწავლო-მეთოდური სტატია:

[როგორ დავწეროთ სასწავლო-მეთოდური სტატია | mastsavlebeli.ge](#)

რესურსი 3: როგორ დავწეროთ კარგი სტატია:

http://www.rogor.ge/article_1103_rogor-davwerot-kargi-statia.html

აქტივობა 1. კომპლექსური დავალების პირობის გაცნობა

მასწავლებელი მოსწავლეებს აცნობს კომპლექსური დავალების პირობას. რესურს 1-ზე დაყრდნობით, მასწავლებელი სთხოვს მოსწავლეებს აღწერონ რა მოვლენას ხედავენ წარმოდგენილ სქემაში. მოიფიქრონ რა ფორმით შეიძლება რესურს 1-ში წარმოდგენილი მოვლენის კომპლექსური დავალების ამოცანასთან დაკავშირება.

მოსწავლეები მსჯელობენ დავალების წარდგენის ფორმასთან დაკავშირებით - თუ რა მოთხოვნებს უნდა აკმაყოფილებდეს სტატია. საუბრობენ სხვადასხვა ტიპის სტატიაზე, მათ მსგავსება-განსხვავებაზე, იმაზე, თუ როგორ იქმნება სტატია. მოსწავლეები საუბრობენ საკუთარ გამოცდილებაზე, თუ როგორი სახის სტატიები წაუკითხავთ, რა თემაზე, რამდენად მკაფიო და გასაგები ყოფილა სტატიის შინაარსი. მოსწავლეები გამოთქვამენ მოსაზრებას, როგორ დაიწეროს და გაფორმდეს სტატია, რომ მათი ნაშრომი ადვილად აღსაქმელი იყოს, გასაგებად წარმოჩინდეს სტატიაში თუ რა ფიზიკურ მოვლენებსა და კანონზომიერებებს დაეფუძნება სინათლის „დარაჯი“-ს მოქმედების ფიზიკური მექანიზმები.

კომპლექსური დავალების პირობის გააზრებაზე ორიენტირებული შეკითხვები:

- ყურადღების გაქცევით რესურსი 1-ს და აღწერეთ, რა მოვლენაა სქემაში წარმოდგენილი?
- იცით თუ არა, რა კომპონენტებისგან შედგება რესურს 1-ში წარმოდგენილი სქემა?
- რა ანალოგიას ხედავთ სინათლის „დარაჯისთვის“ საჭირო ლოგიკურ ელემენტსა და რესურს 1-ში გამოყენებულ ლოგიკურ ელემენტს შორის?
- მოიფიქრეთ, როგორ გამოიყენებდით რესურს 1-ზე დამზერილ მოვლენას სინათლის „დარაჯი“-ს შესაბამისი სქემის შესაქმნელად?

სტატია

- წაგიკითხავთ თუ არა სტატია?
- რას ეხებოდა სტატია, რომელიც თქვენ წაგიკითხავთ?
- რა ფუნქცია აქვს სტატიას?
- რა ნაწილებისგან შედგება სტატია?
- რა შემთხვევაში გამოვა სტატია საინტერესო?
- რა შემთხვევაში იქნება სტატია გაუგებარი ან უინტერესო?
- როგორ შეიძლება აიგოს სტატია? როგორ შეიძლება გაფორმდეს?
- როგორ შეიძლება დაიწეროს სტატია, რომელშიც თქვენი თანატოლებისათვის საინტერესოდ იქნება სინათლის ნაკადზე მომუშავე სიგნალიზაციის სისტემის შექმნის შესახებ?
- ისურვებდით თუ არა რომელიმე ჟურნალში თქვენი ნაშრომის გამოქვეყნებას?

- თქვენი აზრით, რით უნდა გამოირჩეოდეს ჟურნალი, რომელსაც სამეცნიერო-ტექნიკური სიახლეების რუბრიკა მიჰყავს?

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 - ელექტრული ძალა.

ნაბიჯი 1 - შეფასების კრიტერიუმი 1

რატომ იცვლის ნახევარგამტარი ელექტრულ თვისებებს სხვადასხვა გარემო პირობებში?

კულონური ურთიერთქმედების ძალებით ახსენით სუფთა და მინარევული ნახევარგამტარებისათვის განსხვავებული ელექტრული თვისებები. (ძალა. 2)

რ ე ს უ რ ს ე ბ ი:

რესურსი 1: სახელმძღვანელო, § 30, სადაც წარმოდგენილია შემდეგი საკითხი: ნახევარგამტარები, საკუთარი გამტარებლობა.

რესურსი 2. [სადემონსტრაციო](#) რესურსი თემაზე - ნახევარგამტარებში და მათი ელექტრული თვისებები **vascak** - ის ვირტუალური ლაბორატორიაში:

I. სილიციუმის კრისტალური მესერი:

https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=pol_kremik&l=en

II. თავისუფალი მუხტების წარმოქმნა სილიციუმის კრისტალში:

https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=pol_generace&l=en

III. დენის გავლა საკუთარი გამტარებლობის კრისტალში:

https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=pol_pohyb_der&l=en

რესურსი 3: ვიდეოინსტრუქცია ქართულ ენაზე **vascak** - ის ვირტუალური [სადემონსტრაციო](#) ლაბორატორიის (**რესურსი 5**) გამოყენების შესახებ ([მასწავლებლებისთვის](#)):

[ვიდეოინსტრუქცია - დენის გავლა ნახევარგამტარებში](#) (გახსენით ჰიპერლინკი)

სილიციუმის კრისტალური მესერი - 2.40წთ-მდე;

თავისუფალი მუხტების წარმოქმნა სილიციუმის კრისტალში - 2.40წთ-დან 7.19წთ-მდე;

დენის გავლა საკუთარი გამტარებლობის კრისტალში - 7.19წთ-დან 11.30წთ-მდე;

დენის გავლა მინარევულ კრისტალში - 11.30წთ-დან.

https://drive.google.com/file/d/15xPEO5a-Onnnuqvac_IyLIMcqc7YywCz/view?usp=sharing

რესურსი 4: ელექტრული დენი ნახევარგამტარებში:

<https://physics.aidio.net/index.php/18-teoria/58-eleqtruli-deni-naxevargamtarebsi>

რესურსი 5. გაეცანით ფოტორეზისტორს:

<https://www.youtube.com/watch?v=ilN8XIK77dc>

რესურსი 6: სტატია ფოტორეზისტორების აღნაგობის, მოქმედების მექანიზმების და გამოყენების შესახებ:

<https://www.electrical4u.com/light-dependent-resistor-ldr-working-principle-of-ldr/>

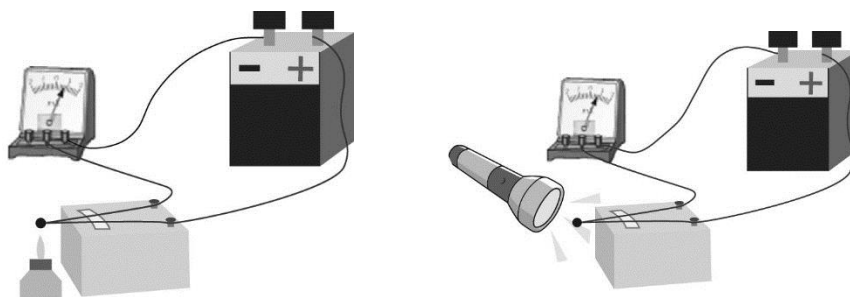
აქტივობები

აქტივობა 1: წინარე ცოდნის გააქტიურება: მოსწავლე გაიხსენებს ცოდნას სახელმძღვანელოს I ნაწილიდან (ელექტროსტატიკა), ელექტრული ველის, კულონური ურთიერთქმედების შესახებ, ასევე გაიხსენებს შესწავლილ საკითხს **მუდმივი დენის** ნაწილიდან: ელექტრული დენის, მისი აღმდგომის აუცილებელი პირობები (სახელმძღვანელო § 1);

დამხმარე კითხვები:

- რას ეწოდება ელექტრული ველი?
- რა არის ელექტრული ველის ძირითადი თვისება?
- რატომ არის ელექტრული ველის დამაბულობა მისი ძალური მახასიათებელი?
- საით არის მიმართული ელექტრულ ველში შეტანილ დადებით მუხტზე მოქმედი ძალა? უარყოფით მუხტზე მოქმედი ძალა?
- რა არის დამუხტული ნაწილაკების სიჩქარის შეცვლის მიზეზი?
- რა და რა სახის ურთიერთქმედება გსმენიათ?
- რა გზით ხორციელდება დამუხტულ ნაწილაკებს შორის ურთიერთქმედება?
- „კონტაქტით“ თუ ველის საშუალებით?
- ცალმხრივია თუ არა დამუხტულ ნაწილაკთა შორის ურთიერთქმედება?
- აღწერეთ დამუხტულ ნაწილაკებს შორის ურთიერთქმედების პროცესი.
- ჩამოაყალიბეთ კულონის კანონი და განმარტეთ ფორმულაში შემავალი ფიზიკური სიდიდეები, ერთეულები;
- რას ეწოდება ელექტრული დენი?
- დენი მოვლენაა თუ ფიზიკური სიდიდე?
- რა აუცილებელი პირობებია საჭირო დენის არსებობისთვის?

აქტივობა 2: (რესურსი 1, აქტივობა სახელმძღვანელოდან § 30), მასწავლებელი მოსწავლეების დახმარებით ატარებს ცდას დენის წყაროსგან, რაიმე ნახევარგამტარისგან და მილიამპერმეტრისაგან შედგენილი წრედის გამოყენებით. მასწავლებელი აცეხს და ათბობს ნახევარგამტარს. მოსწავლეები აკვირდებიან ამპერმეტრის ჩვენებას. ცდებით დგინდება, რომ ნახევარგამტარის გათბობით ან სინათლის დანათებით წრედში დენის ძალა იზრდება. მოსწავლეები მსჯელობენ ცდების შედეგების შესახებ;



დამხმარე კითხვები:

- ოთახის ტემპერატურის პირობებში გადის თუ არა დენი წრედში?
- ნახევარგამტარის გაციებისას იცვლება თუ არა ამპერმეტრის ჩვენება?
- ნახევარგამტარის გათბობისას ან სინათლის დაცემისას, რა ცვლილებები მიმდინარეობს წრედში?
- როგორ ახსნით ცდის შედეგებს?

აქტივობა 3: მასწავლებელი მოსწავლეებს გააცნობს (რესურსი 2) **vascak** - ის ვირტუალური ლაბორატორიის სადემონსტრაციო რესურსს (I, II და III ნაწილი). მოსწავლეები სიღრმისეულად გაიაზრებენ ნახევარგამტარების აღნაგობის თავისებურებებს, საკუთარი გამტარებლობის ფიზიკურ მექანიზმებს, ნახევარგამტარებში დენის გავლის პროცესს.

მანამდე მასწავლებელი წინასწარ გაეცნობა რესურს 3-ს, რომელიც წარმოადგენს რესურსი 2-ის გამოყენების ვიდეოინსტრუქციას. იგი რამდენიმე ნაწილისგან შედგება. თითოეულ ნაწილში (დრო მითითებულია რესურსის ქვემოთ) განხილულია ლაბორატორიის სხვადასხვა გვერდის გამოყენების თავისებურება.

რესურსი 4-ის გამოყენებით მოსწავლე დამატებით გაეცნობა ნახევარგამტარების შესასწავლ თემას.

დამხმარე კითხვები:

- როგორ ნივთიერებებს ეწოდება ნახევარგამტარები?
- ელემენტთა პერიოდულ სისტემაში რომელ ჯგუფს განეკუთნება ნახევარგამტარები?
- იდეალურად სუფთა ნახევარგამტარული კრისტალისათვის რამდენი სახის ელექტროგამტარობაა დამახასიათებელი? ელექტრული ურთიერთქმედების გათვალისწინებით, ახსენით თითოეული მათგანის ფიზიკური მექანიზმი.
- რა განაპირობებს დაბალ ტემპერატურებზე ნახევარგამტარების დიელექტრიკულ თვისებებს?
- არის თუ არა ნახევარგამტარის კუთრი წინაღობა ტემპერატურაზე დამოკიდებული? ნახევარგამტარის აღნაგობის გათვალისწინებით, განმარტეთ, რა განაპირობებს ასეთ დამოკიდებულებას?
- მაღალი ტემპერატურის კრისტალის ელექტრულ ველში მოთავსებისას რა იწვევს ელექტრონების გადაადგილებას მესრის კვანძებს შორის? აღიძვრება თუ არა ამ დროს დენი?
- შეიცვლება თუ არა ნახევარგამტარის წინაღობა მასზე სინათლის დაცემისას? რა ცვლილებებს იწვევს დაცემული სინათლის ენერგია კრისტალის, როგორც სისტემის კოვალენტურ ბმებში?
- განათებული კრისტალის ელექტრულ ველში მოთავსებისას რა იწვევს ელექტრონების გადაადგილებას მესრის კვანძებს შორის? აღიძვრება თუ არა ამ დროს დენი?

აქტივობა 4:

რესურსი 5, 6-ის გამოყენებით მოსწავლე გაეცნობა ფოტორეზისტორის, როგორც ნახევარგამტარულ მასალაზე დამზადებული ხელსაწყოს, მისი მოქმედების და გამოყენების თავისებურებებს.

დამხმარე კითხვები:

- რა მნიშვნელოვანი თვისება გააჩნია ფოტორეზისტორს?
- რა განაპირობებს ფოტორეზისტორის წინააღობის ცვლილებას?
- როგორია ფოტორეზისტორის სქემატური აღნიშვნა?
- დაასახელეთ ფოტორეზისტორის გამოყენების შემთხვევები.

ნაბიჯი 2 - შეფასების კრიტერიუმი 2

რა ზემოქმედებას ახდენს გარე წრედის ელექტრული ველი $p - n$ გადასასვლელის ელექტრონებსა და ხვრელებზე პირდაპირი და შექცეული ჩართვისას? მოახდინეთ პროცესის გრაფიკული ანალიზი. (მაღა.1)

რესურსები

რესურსი 1: სახელმძღვანელო, §§ 31, 32, სადაც წარმოდგენილია შემდეგი საკითხები: მინარევული გამტარებლობა, $p - n$ გადასასვლელი, ნახევარგამტარული დიოდი, ტრანზისტორი.

რესურსი 2. დენის გავლა მინარევულ კრისტალში სადემონსტრაციო რესურსი **vascak** - ის ვირტუალური ლაბორატორიაში:

https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=pol_polovodice&l=en

რესურსი 3: ვიდეორგოლი_ რა არის $p - n$ გადასვლა? რა არის ნახევარგამტარული დიოდი? (ქართულ ენაზე):

<https://www.youtube.com/watch?v=mrsKOvTii2g&t=391s>

რესურსი 4: საინტერესო სტატია ტრანზისტორების ისტორიის, აწმყოს და მურის კანონის შესახებ:

<https://bit.ly/3CfCXdx>

რესურსი 5: ვიდეორგოლი ტრანზისტორის შესახებ

<https://www.youtube.com/watch?v=7ukDKVHnac4&t=76s>

რესურსი 6: ტრანზისტორის მექანიკური მოდელი?

<https://www.youtube.com/watch?v=ZaqRjOAGa50>

რესურსი 7: წრედების შესასწავლი სიმულატორი:

- <http://falstad.com/circuit/>
- [Falstad - ის გამოყენების ინსტრუქცია](#) *გახსენით ჰიპერლინკი.*

აქტივობები

აქტივობა 1: რესურსი 1-ის გამოყენებით მოსწავლეები გაეცნობიან შესასწავლ საკითხებს: მინარევული გამტარებლობა, $p - n$ გადასასვლელი. მასწავლებელი მოსწავლეებს აჩვენებს (რესურსი 2) **vascak** - ის ვირტუალური ლაბორატორიის სადემონსტრაციო რესურსს და რესურსს 3-ს (5.45 წთ-მდე). წარმოდგენილ რესურსებზე დაფუძნებით მოსწავლეები მასწავლებლის დახმარებით გაიაზრებენ ნახევარგამტარების მინარევული გამტარებლობის და $p - n$ გადასასვლელის მოქმედების ფიზიკურ მექანიზმებს.

დამხმარე კითხვები:

- როგორ იცვლება ნახევარგამტარის ელექტრული თვისებები მასში მინარევების შეტანით?
- როგორ მინარევს ეწოდება დონორული? n -ტიპის? რატომ? რა სახის ურთიერთქმედებები განაპირობებს n -ტიპის მინარევის მიღებას?
- როგორ მინარევს ეწოდება აცეპტორული? P -ტიპის? რატომ? რა სახის ურთიერთქმედებები განაპირობებს P -ტიპის მინარევის მიღებას?
- გაიხსენეთ ნივთიერების შემადგენელი ნაწილაკების სითბური მოძრაობის ხასიათი და ახსენით, რა მოვლენას ექნება ადგილი n -ტიპის და p -ტიპის ნახევარგამტარების ურთიერთმხებისას?
- განმარტეთ, $p - n$ გადასასვლელში დიფუზური ნაკადების შედეგად აღძრული ელექტრული ძალა რომელი ნაწილაკების მოძრაობას გამოიწვევს და საით?
- რა ეწოდება საზღვარს n -ტიპის და p -ტიპის ნახევარგამტარების ზონებს შორის?
- რას მოვლეს გამოიწვევს $p - n$ გადასვლის შეერთება გარე წრედთან ისე, რომ p ტიპს შევეუერთოთ დენის წყაროს დადებითი პოლუსი და n ტიპს - უარყოფითი პოლუსი?
- გაივლის თუ არა წრედში დენი? რა ეწოდება ასეთ ჩართვას?

- რას მოვლეს გამოიწვევს $p - n$ გადასვლის შეერთება გარე წრედთან ისე, რომ p ტიპს შევეერთოთ დენის წყაროს უარყოფითი პოლუსი და n ტიპს - დადებითი პოლუსი?
- გაივლის თუ არა წრედში დენი? რა ეწოდება ასეთ ჩართვას?

აქტივობა 2:

სახელმძღვანელოს და რესურსი 3 (5.45 წთ-ის შემდეგ) გამოყენებით მოსწავლეები გაეცნობიან ნახევარგამტარულ დიოდს და გაიაზრებენ მისი გამოყენების მექანიზმებს;

დამხმარე კითხვები:

- რას წარმოადგენს ნახევარგამტარული დიოდი?
- როგორი პოლარობით უნდა მოვდოთ ძაბვა დიოდზე, რომ მან დენი გაატაროს?
- რას უწოდებენ შუქდიოდებს?
- რა განაპირობებს შუქდიოდების განსხვავებული ფერის ნათებას?

აქტივობა 3: სახელმძღვანელოს, რესურსი 4, 5 და 6-ის გამოყენებით მოსწავლეები გაეცნობიან ტრანზისტორს და გაიაზრებენ მისი გამოყენების უპირატესობებს;

დამხმარე კითხვები:

- რას წარმოადგენს ტრანზისტორი და რამდენი სახის არის იგი?
 - რამდენ $p-n$ გადასვლას შეიცავს ტრანზისტორი?
- განიხილეთ $p-n-p$ ტიპის ტრანზისტორი და უპასუხეთ კითხვებს:**
- როგორ ჩართვა უნდა იყოს ემიტერი - ბაზის წრედში?
 - როგორ ჩართვა უნდა იყოს ბაზა - კოლექტორის წრედში?
 - რა განაპირობებს ემიტერი - ბაზის გავლით ხვრელების გაჟონვას კოლექტორში?
 - რითია განპირობებული ემიტერის წრედში მცირე ცვლილებით კოლექტორის წრედში ძაბვის ათეულათასჯერ მეტი ძაბვის ცვლილება?
 - აღწერეთ, $p-n-p$ ტიპის ტრანზისტორის მოქმედების პრინციპი და შეადარეთ იგი $p-n-p$ ტიპის ტრანზისტორს;
 - ჩამოაყალიბეთ ტრანზისტორის თვისება, რომელიც უზრუნველყოფს ტრანზისტორების ფართო გამოყენებას თანამედროვე ტექნიკაში;
 - რა დადებითი და უარყოფითი მხარეები აქვს ტრანზისტორის გამოყენებას?

აქტივობა 4: მოსწავლეები რესურს 7 -ზე დაფუძნებით **falstad** -ის სიმულატორში /ან რეალურ ლაბორატორიაში (ვისაც აქვს კაბინეტში შესაბამისი აღჭურვილობა) ააგებენ და **გამოიკვლევენ** წრედს. რომელიც შედგება დენის წყაროს, რეზისტორების, შუქდიოდის, ფოტორეზისტორის და ტრანზისტორისგან. მოსწავლეები ფოტორეზისტორზე დაცემული სინათლის ნაკადის ცვლილებით შეძლებენ ნათურის ჩართვა-გამორთვას.

რეკომენდაცია: გამოიყენეთ [წრედის ნიმუში](#) . გახსენით ლინკი

გაითვალისწინეთ ტრანზისტორის ტიპი

კვლევითი კითხვები:

- განათებულიობის სლაიდერით ცვალებით ფოტორეზისტორზე დაცემული სინათლის ნაკადი და დააკვირდით, როგორ იცვლება ამ დროს ფოტორეზისტორის წინაღობა;
- დააკვირდით, როგორ იცვლება ამ დროს ნათურის სიკაშკაშე;
- ვოლტმეტრების გამოყენებით გაზომეთ სინათლის ნაკადის ცვლილებისას ფოტორეზისტორის და რეზისტორის ბოლოებზე ძაბვები და შეადარეთ ერთმანეთს;
- შეამოწმეთ ფოტორეზისტორის და რეზისტორის ძაბვის და წინააღობის ფარდობა;
- გამოთვალეთ ძაბვა, რომელზეც იღება ტრანზისტორი;
- შეადარეთ ბაზა-ემიტერის და კოლექტორი-ემიტერის წრედებში დენის ძალები ერთმანეთს.

აქტივობა 5: დეკლარატიული და პროცედურული ცოდნის განმტკიცების მიზნით მოსწავლეები ხსნიან ამოცანებს სახელმძღვანელოდან გვ. 126, (თემა: დიოდი, ტრანზისტორი).

ნაბიჯი 3 - შეფასების კრიტერიუმი 3

რა დანიშნულება აქვს სინათლის „დარაჯის“ წრედში ფოტორეზისტორს? რა ძალა იწვევს ტრანზისტორის მთავარ წრედში (კოლექტორი - ემიტერი) ელექტრული ზარის ჩართვას? (ძალა.2).

რესურსები:

რესურსი 1: ვიდეორგოლი - როგორ მუშაობს ფოტორეზისტორი ტრანზისტორის წრედში?
(ქართულ ენაზე)

<https://www.youtube.com/watch?v=5M58kzghu4&t=59s>

რესურსი 2: სიმულატორი:

- <https://www.tinkercad.com/dashboard> *სიმულატორის ბმული*
- [ვიდეოინსტრუქცია-tinkercad-ზე რეგისტრაცია და მარტივი წრედების აწყობა](#) *(გახსენით ჰიპერლინკი)*
- [ვიდეოინსტრუქცია - წრედის მართვა სინათლის ნაკადით](#) *გახსენით ჰიპერლინკი*

აქტივობები:

აქტივობა 1: გაეცანით რესურს 1-ს და საფუძვლიანად გაიაზრეთ ტრანზისტორში ბაზის დენის გავლენით მთავარ წრედში დენის მართვის პროცესი და ფოტორეზისტორის როლი აღნიშნულ წრედში. დახაზეთ შესაბამისი სქემები;

დამხმარე კითხვები:

- როგორ შეიცვლება ფოტორეზისტორის წინაღობა მასზე სინათლის დაცემის შედეგად?
- გაიხსენეთ ომის კანონი და განმარტეთ, ფოტორეზისტორის წინაღობის შემცირება შეცვლის თუ არა მის ბოლოებზე არსებულ ძაბვას? როგორ?
- ახსენით, რას ნიშნავს ტრანზისტორის გახსნა და რა პირობებში გაიხსნება ტრანზისტორი?
- რა გავლენას მოახდენს ძირითადი წრედის მდგომარეობაზე ბაზაზე მოდებული გამხსნელი ელექტრული ველის მხრიდან მოქმედი ელექტრული ძალა?
- რეზისტორის და ფოტორეზისტორის მიმდევრობითი შეერთებისას რაზე იქნება დამოკიდებული მათ ბოლოებზე (თითოეულის ბოლოზე) მოდებული ძაბვების ცვლილება?
- გაიაზრეთ, რას ნიშნავს ძაბვის გაყოფა?
- აღწერეთ, როგორ შეიძლება ვცვალოთ ტრანზისტორის ბაზის წრედში ძაბვა ფოტორეზისტორის გამოყენებით? დახაზეთ შესაბამისი სქემა;
- როგორ დახაზავთ სქემას, სადაც ტრანზისტორის მთავარ წრედში ზარის (PIEZO) ჩართვა-გამორთვა ბაზაზე მოდებული ძაბვის ცვლილებით მოხდება?

აქტივობა 2: დააკვირდით ეტაპი I-ის რესურს 1-ს, გამოიყენეთ ფოტორეზისტორის თვისება და მოიფიქრეთ სინათლის „დარაჯი“-ს ასამუშავებლად საჭირო ლოგიკური ელემენტი;

დამხმარე კითხვები:

- რა შემთხვევაში უნდა დარეკოს სინათლის „დარაჯი“-ს ზარმა, სინათლის დაცემისას თუ სინათლის შეწყვეტისას?
- როგორ გამოიყენებთ ზემოთ აღწერილ მოვლენებს სინათლის მოქმედებაზე დაფუძნებული სინათლის „დარაჯი“-ს ასამუშავებლად? მოიფიქრეთ შესაბამისი ლოგიკური ელემენტი.

აქტივობა 3: რესურსი 2-ზე დაფუძნებით tinkercad-ის ვირტუალურ ლაბორატორიაში/ან რეალურ ლაბორატორიაში (ვისაც აქვს კაბინეტი შესაბამისი აღჭურვილობა) ააწყეთ წრედი, რომლის მიხედვით იმუშავებს თქვენი სინათლის „დარაჯი“.

მითითება: გამოიყენეთ **რესურსი 2** -ის ვიდეონისტრუქციები. დახაზეთ სქემა, სადაც ტრანზისტორის მთავარ წრედში (კოლექტორი-ემიტერი) მოხდება ზარის (**PIEZO**) ჩართვა - გამორთვა. ეს მოვლენა განპირობებული უნდა იყოს ზაზის წრედში ჩართულ ფოტორეზისტორზე დაცემული სინათლის ნაკადის ცვლილებით. სქემის მიხედვით ააწყეთ წრედი tinkercad ვირტუალურ ლაბორატორიაში;

აქტივობა 5: შექმენით სტატია, სადაც აღწერთ სინათლის ნაკადით მართული სიგნალიზაციის სისტემის მოქმედების ფიზიკურ მექანიზმებს;

აქტივობა 6: შექმენით **PP** ფორმატის პრეზენტაცია, რომელსაც გამოიყენებთ თქვენი ნაშრომის პრეზენტაციებისთვის.

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 სტატიის სექმნისას
- 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?
- რატომ ფიქრობ, რომ შენ მიერ შექმნილი პროდუქტი გვეხმარება სინათლის მოქმედებაზე დაფუძნებული სიგნალიზაციის სისტემის გამოკვლევაში?

ახსენი, რატომ შექმენი სტატია? 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 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 სამეტყველო ქმედების (თხრობა, აღწერა, მსჯელობა) სწორად შერჩევა, სენსიტიური ნიუანსების წინ წამოწევა; ჟესტიკულაციის, 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?

სკოლამ თავად უნდა დაადგინოს სამიზნე ცნებების ფლობის დონეები სოლო-ტაქსონომიის მიხედვით, თუმცა ჩვენ გვსურს წარმოგიდგინოთ კომპლექსური დავალებასთან (სინათლის დარაჯი) დაკავშირებული ეროვნული სასწავლო გეგმის შედეგების მიღწევის დონეთა სოლო ტაქსონომია, რომელიც სარეკომენდაციო ხასიათს ატარებს.

შეფასების სქემა შედგება სამი სვეტისგან: მოსწავლის მიღწევის დონის, მიღწევის აღწერილობისა და მასწავლებლის განმავითარებელი სავარაუდო კომენტარისგან წარმოდგენილი დავალების ფარგლებში:

მიღწევის სოლო ტაქსონომია

მიღწევის დონე კრიტერიუმი	აღწერილობა რა გააკეთა მოსწავლემ (მაგალითი) და რა დასკვნა გაავაკეთე ამის საფუძველზე	კომენტარი რა რჩევა მიეცევი მოსწავლეს (განმავითარებელი შეფასების მაგალითი)
აბსტრაქტული დონე <u>შეუძლია იდეების ინტეგრირება და ცოდნის სინთეზი.</u> მოსწავლე კომპლექსური დავალების საშუალებით გამოკვეთილ მაგალითებზე დაყრდნობით ურთიერთ დაკავშირებულად მსჯელობს საგნის ფარგლებში წარმოდგენილ სამიზნე ცნებაზე. უკავშირებს კომპლექსური დავალების პირობას საკუთარ გამოცდილებას და იყენებს ცხოვრებისეულ სიტუაციებში. მოსწავლეს სიღრმისეულად აქვს გააზრებული საკითხის არსი და მოვლენის მახასიათებლები, რაც მას ამ ცოდნის განზოგადების და სხვა მსგავს მოვლენებთან შედარების საშუალებას აძლევს.	მოსწავლემ სრულყოფილად გაიგო დავალების არსი და მიზანი: შექმნა სტატია, სადაც აღწერა ვირტუალურ ლაბორატორიაში აწყოილი სინათლის „დარაჯი“-ს მოქმედების ფიზიკური მექანიზმები. მოსწავლეს კარგად ესმის ტრანზისტორის გამოყენების თავისებურებები. გააზრებული აქვს სამიზნე ცნების - ძალა და მასთან დაკავშირებული მკვიდრი წარმოდგენები. მოსწავლე აცნობიერებს რა გავლენას ახდენს ბაზის წრედში მოდებული ველის მხრიდან მოქმედი ძალა ტრანზისტორზე და რა შედეგი მოჰყვება ტრანზისტორის გამხსნელი ძაბვის მოდებას ბაზაზე. კომპლექსური დავალების სამივე ნაბიჯის განხორციელებისას მოსწავლე ჩართული იყო პროცესებში აქტიურად, უპასუხა ნაბიჯების მიხედვით გაწერილ ყველა კითხვას, ამოხსნა ამოცანები. მოსწავლემ განაზოგადა საკუთარი ცოდნა და იმსჯელა ნანოსტრუქტურებით შექმნილ ტრანზისტორებზე და მათ როლზე თანამედროვე სამყაროში.	დიდი მადლობა! თქვენ შესანიშნავად გაართვით თავი დავალებას. დამაჯერებლად აღწერეთ ჩატარებული კვლევები ვირტუალურ ლაბორატორიაში. დავალების ყველა ეტაპზე იყავით ჩართული და სიღრმისეულად გაქვთ გააზრებული დავალების არსი. თქვენი სინათლის „დარაჯი“ შესანიშნავად მუშაობს. კარგი იქნება, თუ მომავალში გაეცნობით ინფორმაციას მურის კანონის შესახებ, რა ნიშნავს იგი და შესაძლებელია თუ არა ტრანზისტორების ზომების პიკოსტრუქტურებამდე დაყვანა?
მიმართებითი დონე <u>ამყარებს კავშირს რამდენიმე ცოდნას შორის</u> მოსწავლე მწყობრად და თანმიმდევრულად გადმოსცემს სამიზნე ცნებასთან დაკავშირებულ მკვიდრ წარმოდგენებს. ურთიერთდაკავშირებულად მსჯელობს სამიზნე ცნების არსობრივ მახასიათებლებზე. გამოკვეთს კომპლექსური დავალების შეფასების კრიტერიუმების საშუალებით განსაზღვრულ ნიუანსებს. მოსწავლეს შეუძლია გაიაზროს კავშირი რამდენიმე ასპექტს შორის და მსჯელობს მათ ესახებ, მოვლენის, როგორც ერთიანი პროცესის შემადგენელზე. მოსწავლეს აძარებს, აკავშირებს და	მოსწავლემ კარგად გაიაზრა დავალების არსი. მან შექმნა სტატია, სადაც იმჯელა საკუთარი სინათლის „დარაჯის“ შესახებ. მოსწავლემ ააწყო ვირტუალური წრედები ტრანზისტორის და ფოტორეზისტორის გამოყენებით და სინათლის ნაკადით შემოლ მთავარი წრედის მართვა. მოსწავლეს გააზრებული აქვს ელექტრული ძალის არსი და მისი მოქმედების შედეგი დამუხტულ ნაწილაკებზე. მოსწავლე საკუთარი კვლევის შედეგების პრეზენტაციებისას თანმიმდევრული იყო პროცესების აღწერისას - მან გაანალიზა ნახევარგატარების ელექტრული თვისებების დამოკიდებულება გარემო პირობებზე და დასაბუთა წრედის მოქმედების ფიზიკური მექანიზმები, თუმცა ტრანზისტორის ტიპის ცვლილებისას გაუჭირდა წრედის მოქმედების პროგნოზირება.	გმადლობთ! თქვენ შესანიშნავად იმუშავეთ დავალების განხორციელების ყველა ეტაპზე. ვირტუალურ ლაბორატორიაში სხვადასხვა სიმულატორზე მუშაობამ გამადიდრა თქვენი ცოდნა ნახევარგამტარული ხელსაწყოების მოქმედების მექანიზმების შესახებ. შეეცადეთ უფრო სიღრმისეულად გაეცნოთ ტრანზისტორის გაღების ფიზიკური პრინციპი. ყურადღების გაეცანით მოწოდებულ რესურს ტრანზისტორის მოდელის შესახებ, სადაც წყლის ანალოგიით გასაგები ხდება ტრანზისტორში

საკითხებს და მიზეზ- შედეგობრივი ფორმით აანალიზებს მათ.		დამუშავებული ნაწილებების ბაზაში გაჟონვის და მთავარი წრედის გახსნის საკითხი.
მულტიტრუქტურული დონე <u>აქვს ბევრი იდეა, თუმცა ვერ აკავშირებს ერთმანეთთან.</u> მოსწავლეს აქვს არაერთი მოსაზრება შესასწავლ საკითხთან მიმართებით, თუმცა, იმავე საკითხთან/მთავარ იდეასთან დაკავშირებით მის მიერ შემნიშნული ცოდნას არ აქვს თანმიმდევრული სახე. მას შეუძლია რამდენიმე ასპექტის განხილვა განცალკევებულად, ერთმანეთთან კავშირის გარეშე. ასევე შეუძლია ჩამოთვლა, აღწერა, კლასიფიცირება, კომბინირება, მეთოდების, სტრუქტურის გამოყენება, ასევე შეუძლია ექსპერიმენტის მსვლელობისას პროცედურების შესრულება.	მოსწავლემ კარგად გაიგო დავალების არსი. იგი ფლობს თეორიულ ცოდნას ნახევარგამტარების ელექტრული თვისებების საფუძვლების შესახებ, ასევე ხვდება ფოტორეზისტორის მოქმედების მექანიზმს, მაგრამ ტრანზისტორის შესაწავლა უჭირს, რადგან ვერ აკავშირებს ორ $p-n$ გადასვლას ერთმანეთთან. . ვერ ხვდება რა კავშირია ბაზის თხელ ფენასა და ტრანზისტორის გახსნას შორის. შეუძლია წრედის აგება სქემის მიხედვით, თუმცა ვერ ახერხებს სიღრმისეულად გაიაზროს ძალის შესახებ მკვიდრი წარმოდგენების არსი - ვერ აკავშირებს ფოტორეზისტორის ბოლოზე ძაბვის ვარდნის გაზრდას ტრანზისტორის გახსნასთან.	კარგია, რომ გესმით, როგორია ნახევარგამტარის აღნაგობა, რა იწვევს ნახევარგამტარში წინააღობის შემცირებას და რა ფიზიკური მექანიზმს ეფუძვნება ნახევარგამტარში დენის გავლა. თუ ყურადღებით გაეცნობით, $p-n$ გადასვლის გარე ელექტრულ ველში განთავსებას რა მოვლენები ახლავს თან, არ გაგიჭირდებათ ტრანზისტორის მოქმედების ფიზიკური მექანიზმების ახსნა სახელმძღვანელოს გარდა ყურადღებით გაეცანილ ნაბიჯი 2- ის რესურსი 1, 2,3- ს და არ გაგიჭირდებათ, წარმოიდგინოთ, რა პროცესებს ექნება ადგილი ტრანზისტორის წრედში ჩართვისას
უნიტრუქტურული დონე <u>აქვს ერთი იდეა</u> მოსწავლეს აქვს მხოლოდ ერთი არასტრუქტურირებული ასოციაცია/წარმოდგენა განსახილველ საკითხთან დაკავშირებით, მისი მსჯელობა შესასწავლ საკითხთან დაკავშირებით შემოიფარგლება საკვანძო სიტყვებზე ან სათაურზე მარტივი და ლოგიკური რეაგირებით (მაგ. სათაურის პერიფრაზირებით) მას შეუძლია მხოლოდ ერთი ასპექტის განხილვა და მარტივი, აშკარა და ცხადი კავშირების დამყარება. მოსწავლეს შეუძლია ტერმინოლოგიის გამოყენება, ზეპირად გადმოცემა (გახსენება), მარტივი ინსტრუქციების/ალ- გორითმების შესრულება; პერეფრაზირება, ამოცნობა, დასახელება ან დათვლა.	მოსწავლემ გაიგო დავალების არსი, მაგრამ მისი ცოდნა მხოლოდ ზედაპირული მიდგომით შემოიფარგლება. სუსტი წარმოდგენა აქვს კვლევის მიზანზე, აქვს მწირი ინფორმაცია საკვლევი ობიექტის შესახებ. აქვს ერთი იდეა დავალებასთან დაკავშირებით: მაგ, იცის რომ ნახევარგამტარი გათბობისას და სინათლის დაცემისას გამტარი ხდება, მაგრამ არ იცის რატომ ხდება ეს, ვერ ხვდება რა განაპირობებს იმას, რომ ფოტორეზისტორი სინათლის დაცემისას გამტარი ხდება. აუჭირს წარმოდგინოს ნახევარგამტარის აღნაგობა და მის სტრუქტურაში მიმდინარე მოვლენები კრისტალზე სითბოს გადაცემისას. მოსწავლემ არ შეასრულა დავალება, ვერ მიხვდა, როგორ დაგეგმოს და ჩაატაროს ვირტუალური კვლევა. მოსწავლის აზრი არ შეესაბამება გაკვეთილის შინაარსს.	კარგია, რომ გაიგეთ, რა არის დავალების არსი, ისიც, კარგია, რომიცით ნახევარგამტარი რა პირობებში ატარებს დენს, ფოტორეზისტორის ელექტროგამტარობის შესახებ გაქვთ ცოდნა. თუ გამოიყენეთ სახელმძღვანელოს, წაიკითხავთ პარაგრაფებს ნახევარგამტარების აღნაგობის შესახებ და სხვა დამატებით რესურსებს მაგალიტად, გამოიყენებთ ნაბიჯი 1-ის და ნაბიჯი 2-ის რესურსებს, ვიდეო გაკვეთილებს არ გაგიჭირდებათ გაიგოთ, რა პროცესები მიმდინარეობს ნახევარგამტარის კრისტალში მასზე სინათლის დაცემისას და სითბოს გადაცემისას.

პრესტრუქტურული დონე <u>არ აქვს იდეა</u> მოსწავლეს საკითხთან დაკავშირებით არ აქვს რელევანტური ინფორმაცია.	მოსწავლემ არ შეასრულა დავალება, რადგან არ გააჩნია დეკლარატიული ცოდნა, იგი ვერ იაზრებს დავალების პირობას, ვერ იწყებს დავალებაზე მუშაობას, არ აქვს იდეა დავალებასთან დაკავშირებით, ვერ იგებს კვლევის მიზანს, ვერ ატარებს ექსპერიმენტს, ვერ ხვდება, რა არის დენი, რა არის ნახევარგატარი, ვერ ფლობს თეორიულ ცოდნას, რომელიც საჭიროა მოცემული დავალების შესასრულებლად.	გაიხსენეთ, რა გსმენიათ მყარი სხეულის აღნაგობის შესახებ, ელექტრული დენის შესახებ. გამოიყენეთ სახელმძღვანელო და მოწოდებული რესურსი: ტელესკოპის და სილქნეტის ვიდეოგაკვეთილები. უპასუხეთ ნაბიჯების კითხვებს, შეეცადეთ არ გამოტოვოთ არცერთი მათგანი და უპასუხოთ მათ მოწოდებულ რესურსებზე დაყრდნობით. გამოიყენეთ სიმულატორებში მუშაობის ვიდეოინსტრუქციები, რომელიც ასევე რესურსებშია მოწოდებული.
---	--	---

ეროვნული სასწავლო გეგმის შედეგების მიღწევის ტაქსონომია

როგორც კომპლექსური დავალების მატრიცებიდან ჩანს, თითოეულ დავალებას თან ახლავს ეროვნული სასწავლო გეგმის შედეგების მიღწევის ტაქსონომია, რომელიც ცოდნის ხუთ დონეს გულისხმობს: პრესტრუქტურულს, უნისტრუქტურულს, მულტისტრუქტურულს, მიმართებით და აბსტრაქტულ დონეებს.

ეროვნული სასწავლო გეგმის შედეგების მიღწევის ტაქსონომიის 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.

ჩვენს მიერ წარმოდგენილი კომპლექსური დავალებების ეროვნული სასწავლო გეგმის შედეგების მიღწევის ტაქსონომია აგებულია შემდეგ პრინციპებზე:

პრესტრუქტურული დონე მოსწავლეს საკითხთან დაკავშირებით არ აქვს რელევანტური ინფორმაცია.
უნისტრუქტურული დონე მოსწავლეს აქვს მხოლოდ ერთი არასტრუქტურირებული ასოციაცია/წარმოდგენა განსახილველ საკითხთან დაკავშირებით.
მულტისტრუქტურული დონე მოსწავლეს აქვს მხოლოდ რამდენიმე, ერთმანეთთან დაუკავშირებელი, უსისტემო ასოციაცია/წარმოდგენა განსახილველ საკითხთან დაკავშირებით.

მიმართებითი დონე

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).

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.

აბსტრაქტული დონე

მოსწავლეს შეუძლია სამიზნე ცნებაზე მუშაობის პროცესში შეძენილი ცოდნისა და გამოცდილების ეროვნული სასწავლო გეგმის **ზესაგნობრივ (მაკრო) ცნებებთან** დაკავშირება.

ზოგადად, სკოლა და მასწავლებელი თავად ადგენს სამიზნე ცნებების ფლობის დონეებს კონკრეტულ შემთხვევაში სოლო-ტაქსონომიის მიხედვით, თუმცა ჩვენ წარმოგიდგინთ თითოეული დავალებისთვის შედგენილ ეროვნული სასწავლო გეგმის შედეგების მიღწევის ტაქსონომიას, რომელიც სარეკომენდაციო ხასიათის არის.

ტაქსონომია შედგება სამი სვეტისგან: მოსწავლის მიღწევის დონის, მიღწევის აღწერილობისა და მასწავლებლის განმავითარებელი სავარაუდო კომენტარისგან წარმოდგენილი დავალების ფარგლებში.

ზესაგნობრივი (მაკრო) ცნებები

აუცილებლად უნდა შევხვით **ზესაგნობრივ (მაკრო) ცნებებს**, რომელიც უკავშირდება ევროკავშირის მიერ განსაზღვრულ XXI საუკუნის რვა საკვანძო კომპეტენციას.

XXI საუკუნის საკვანძო (ევროსაბჭოს) კომპეტენციები	ზესაგნობრივი (მაკრო) ცნებები	კრიტერიუმი - ე.ს.გ. შედეგების მე-5 დონე მოსწავლემ უნდა შეძლოს
წიგნიერება ციფრული წიგნიერება	კონსტრუქტი (მნიშვნელობის მინიჭება) ნარატივი (ინფორმაციის კონსტრუირება)	• კონსტრუქტი - ინფორმაციის გააზრება, საკუთარი გამოცდილებით მისი მნიშვნელობის გადააზრება/გაღრმავება; • ნარატივი - ინფორმაციის კონსტრუირება/ნარატივად გარდაქმნა, საკუთარი ნარატივის ჩამოყალიბება, რომელშიც ასახული იქნება საკითხთან დაკავშირებული ფაქტობრივი მასალა საკუთარი მიზნებისა და აუდიტორიის გათვალისწინებით.

მულტილინგვური წიგნიერება კულტურული ცნობიერება და თვითგამოხატვა	კულტურული მრავალფეროვნება	გაიაზროს, თუ როგორ აღიქვამენ ერთსა და იმავე ინფორმაციას სხვა კულტურის ადამიანები.
რაოდენობრივი წიგნიერება	მოდელი კვლევა	კანონზომიერებების აღმოჩენა და მოდელირება ახალ სიტუაციასთან მიმართებით; სასწავლო მასალის დაკავშირება სხვა სამეცნიერო ცოდნასთან.
პერსონალური, სოციალური და სწავლის სწავლის კომპეტენცია	სტრატეგია	სტრატეგიების შერჩევა საკითხის შესასწავლად ან დავალების შესასრულებლად
სამოქალაქო კომპეტენცია	მოქალაქე	გაანალიზოს, რა გავლენა მოახდინა მის მოქალაქეობრივ მსოფლმხედველობაზე შეძენილმა ცოდნამ.
მეწარმეობა	ინოვაციური პროექტი	შეძენილი ცოდნის გამოყენებითი ასპექტების მოძიება საკუთარი, ან საზოგადოებრივი საჭიროებებისთვის.

მნიშვნელოვანია აღინიშნოს იქნას ის ფაქტი, რომ ზესაგნობრივი (მაკრო) ცნებები არ მუშავდება დამოუკიდებელი ცნებების სახით. მათი გააზრება ხდება საგნობრივ სამიზნე ცნებებზე მუშაობის პროცესში. მაკროცნებები ასევე არ უკავშირდება რომელიმე ერთ საგანს, ან სამიზნე ცნებას. მაგალითად, წიგნიერებასთან დაკავშირებული მაკროცნებებია: **კონსტრუქტი** და **ნარატივი**, რომლებზე მუშაობაც აქტუალურია ყველა საგნის და მათ შორის **ფიზიკის სამიზნე ცნებისთვის** და საგნობრივი საკითხისთვის. ზუსტად იგივე ითქმის სხვა კომპეტენციების / ზესაგნობრივი (მაკრო) ცნების შესახებ. როდესაც საგნობრივ საკითხზე და მასთან დაკავშირებულ სამიზნე ცნებაზე ვმუშაობთ, გარდა იმისა, რომ მოსწავლე ქმნის კონსტრუქტებს და აყალიბებს ნარატივს, რაც კომპეტენციების მხრივ ნიშნავს „წიგნიერებაზე“ მუშაობას, იგი ამავე დროს:

- ❖ აღმოაჩენს **კანონზომიერებებს**, აკეთებს **მოდელირებას** და უკავშირებს ახალ მასალას სხვა **სამეცნიერო კონსტრუქციებს** (რაოდენობრივი წიგნიერება);
- ❖ ეძებს შეძენილი ცოდნის გამოყენებით ასპექტებს საკუთარი, ან საზოგადოებრივი საჭიროებებისთვის (**მეწარმეობა**);
- ❖ არჩევს **სტრატეგიებს** საკითხის შესასწავლად თუ დავალების შესასრულებლად (**პერსონალური, სოციალური და სწავლის სწავლის კომპეტენცია**);
- ❖ ფიქრობს, რა გავლენას ახდენს შეძენილი ცოდნა მისი, როგორც **მოქალაქის**, საფიქრალსა და საკეთებელზე (**მოქალაქეობა**);
- ❖ ფიქრობს, როგორ შეიძლება გაიაზრონ განსხვავებულად იგივე ინფორმაცია სხვა კულტურის ადამიანებმა (**მულტილინგვური კომპეტენცია, კულტურული ცნობიერება და თვითგამოხატვა**).

ჩვენ მიერ წარმოდგენილი კომპლექსური დავალებების საბოლოო პროდუქტი (მოდელი, სტატია, კვლევითი ნაშრომი, პოსტერი) და მათი შექმნისთვის საჭირო აქტივობები, როგორიცაა ექსპერიმენტული კვლევა მისთვის საჭირო ეტაპების და აქტივობების გათვალისწინებით,

ვიდეორგოლებზე, ანიმაციურ ტესტებზე და სხვა მრავალფეროვან რესურსებზე მუშაობა ხელს უწყობს ზესაგნობრივი (მაკროცნებების) გააზრებას.

კომპლექსური დავალების ბარათი (მოსწავლის/მშობლის)

მატრიცის სახით წარმოდგენილი კომპლექსური დავალებების მიწოდება მოსწავლისთვის მიზანშეწონილი არ არის. მატრიცა შექმნილია მხოლოდ მასწავლებლისთვის, რათა მან დაინახოს გრძელვადიანი მიზნის მიღწევის გზაზე განსახორციელებელი სწავლა - სწავლების პროცესი მთლიანობაში. რაც შეეხება მოსწავლისთვის წარსადგენ მასალას, იგი კომპლექსური დავალების ბარათის საშუალებით მიეწოდება მას.

დავალების ბარათი განკუთვნილია მშობლისთვისაც, რადგან მესამე თაობის ეროვნული სასწავლო გეგმის დანერგვის ფარგლებში სასწავლო პროცესში მნიშვნელოვანია მშობლის ჩართულობა. მოსწავლის მშობელი ინფორმირებული უნდა იყოს მოსწავლის მიერ კომპლექსური დავალების განხორციელების, მისი პირობის, შეფასების კრიტერიუმების და იმ საჭიროებების შესახებ, რაც **შესაძლოა** თან ახლდეს აღნიშნული მეთოდით სწავლა - სწავლების პროცესს. აქ იგულისხმება პროდუქტის შესაქმნელად საჭირო რესურსით უზრუნველყოფა და ზოგადად, მოსწავლისთვის ხელს შეწყობა.

გთავაზობთ ჩვენ მიერ შემოთავაზებული კომპლექსური დავალებების ბარათებს:

4. კომპლექსური დავალება - ჭერის განათება

სკოლა: კლასი: X კომპლექსური დავალება: ჭერის განათება
საგანი - ფიზიკა
საკითხი/ქვესაკითხები - • ელექტრული დენი ლითონის გამტარში; • ომის კანონი წრედის უბნისთვის; • დენის ძალა, ძაბვა; • წინაღობა; • გამტარის ვოლტ-ამპერული მახასიათებელი; • წინაღობის ტემპერატურაზე დამოკიდებულება; • რეზისტორების მიმდევრობითი და პარალელური შეერთება;
ქვეცნებები: ელექტრული დენი;
სამიზნე ცნება: ფიზიკური პროცესი
დავალების პირობა: განათება მნიშვნელოვან როლს თამაშობს ჩვენს ცხოვრებაში. სიმყუდროვე, ოთახში ყოფნის სურვილი, მუშაობა ან დასვენება, ყოველდღიური აქტივობების შესრულება ან დაგროვილი სტრესისგან თავის დაღწევა ბევრად არის დამოკიდებული

კომფორტულ გარემოზე. ამ თვალსაზრისით, ოთახის განათება, ნათურების და მათი განლაგების სწორად შერჩევა მნიშვნელოვან საკითხს წარმოადგენს. წარმოიდგინეთ, რომ თქვენ უნდა დააგეგმაროთ ერთ-ერთი (სამინებელი, სასადილო, სამზარეულო) ოთახის ჭერის განათება. თქვენი მიზანია, შეარჩიოთ ოთახის შესაბამისი განათების დიზაინი, ააგოთ ელექტრული წრედი და გამოიკვლიოთ. თქვენი დავალებაა შექმნათ პოსტერი, სადაც წარმოადგენთ საკუთარი დიზაინით შექმნილი ჭერის განათების შესაბამის სქემას და წრედში მიმდინარე ელექტრული პროცესების კვლევის შედეგებს ანალიზური და გრაფიკული სახით. ნაშრომში ხაზგასმით წარმოაჩინეთ: კრიტერიუმი №1 რა განსაზღვრავს გამტარში ელექტრული დენის, როგორც ფიზიკური პროცესის არსებობას? როგორ აღწერთ რაოდენობრივად გამტარში დენის გავლის პროცესს? (ფიზ.პროც.1) კრიტერიუმი №2 რა განაპირობებს მომხმარებელთა მიმდევრობითი და პარალელური შეერთებისას წრედში აღძრული ფიზიკური პროცესების მახასიათებელთა ცვლილებებს? (ფიზ. პროც.2) კრიტერიუმი №3 როგორ აღიწერება რაოდენობრივად თქვენი დიზაინით შექმნილი ჭერის განათების წრედში მიმდინარე ფიზიკური პროცესები (ფიზ. პროც. 1) შესაძლო რესურსები: - - -

5. კომპლექსური დავალება - ჩაიდნები - რომელია ხელსაყრელი?

სკოლა: კლასი: X კომპლექსური დავალება: ჩაიდნები - რომელია ხელსაყრელი?
საგანი - ფიზიკა
საკითხი/ქვესაკითხები: • ელექტრული დენის მუშაობა; • დენის სიმძლავრე; • ჯოულ-ლენცის კანონი; • დენი წყაროს ემპ; • ომის კანონი სრული წრედისთვის. მოკლე ჩართვა • სითბოს გადაცემა; • სითბოს რაოდენობა; • ენერგიის მუდმივობის კანონი; • სითბოს რაოდენობა; • მარგი ქმედების კოეფიციენტი; • კუთრი სითბოტევადობა; • საწვავის წვის კუთრი სითბო; • მასა, მოცულობა, სიმკვრივე; ქვეცნებები: • ელექტრული ენერგია;

• შინაგანი ენერგია;
სამიზნე ცნება: ენერგია
დავალების პირობა: ნოემბრის ბოლოს ახალგაზრდა ოჯახს ახალშობილი შეეძინა და ბედნიერებასთან ერთად საზრუნავმაც იმატა. ახალშობილის ჰიგიენის დაცვის უზრუნველყოფა ყოველდღიურად და ზოგჯერ დღეში რამდენჯერმეც კი საჭიროებს ცხელი წყლის ინტენსიურ მოხმარებას. თქვენ წარმოადგენთ ექსპერტთა ჯგუფს, რომელმაც უნდა გადაჭრას დილემა - რომელი გზით გააცხელოს წყალი ოჯახმა: ელექტროჩაიდანის გამოყენებით თუ ჩვეულებრივი, ბუნებრივ აირზე მომუშავე (ბ.ა.მ) ჩაიდნით, გაზქურის მეშვეობით. თქვენი დავალებაა შექმნათ ფიზიკის კანონებზე დაფუძნებული კვლევითი ნაშრომი ენერგორესურსების ეფექტიანი ხარჯვის შესახებ. კვლევით ექსპერიმენტში უნდა გამოიკვლიოთ ორი განსხვავებული ტიპის ჩაიდნის ენერგოეფექტურობა. შექმენით PP ფორმატის საპრეზენტაციო ფაილი, რომლის საშუალებითაც წარმოადგენთ კვლევის შედეგებს. ნაშრომში ხაზგასმით წარმოაჩინეთ: კრიტერიუმი №1 რა განაპირობებს წრედში თავისუფალი ელექტრონების ენერგიის ცვლილებას და რის ხარჯზე თბება გამტარი მასში დენის გავლისას? (ენერგია 1) კრიტერიუმი №2 რომელი ძალები ასრულებენ მუშაობას დენის წყაროში? აღწერეთ ენერგიების გარდაქმნის პროცესები წრედის შიგა და გარე უბნებზე? (ენერგია 2) კრიტერიუმი №3 საქართველოში მოქმედი კანონმდებლობის მიხედვით, ერთნაირ პირობებში რომელი ენერგომატარებლის მოხმარება არის ეკონომიურად ხელსაყრელი? ექსპერიმენტული გზით გამოიკვლიეთ ორი სხვადასხვა ტიპის ჩაიდნის ენერგოეფექტურობა (ენერგია 3)
შესაძლო რესურსები: - - - - -

6. კომპლექსური დავალება - ლითონების ჰარმონია - ელექტროლიზი

სკოლა: კლასი: X კომპლექსური დავალება: ლითონების ჰარმონია - ელექტროლიზი
საგანი - ფიზიკა
საკითხი/კვლევითი საკითხები: • ელექტრული დენი სხვადასხვა გარემოში; • ელექტრული დენი სითხეებში, • ელექტროლიზი, • ფარადის კანონი,

- გალვანოპლასტიკა, გალვანოსტეგია;
- ელექტრული დენი ლითონებში

ქვეცნებები:

- სითხე;
- მყარი ნივთიერება;
- მოლეკულა ატომი;
- დიპოლი;
- ელექტრონი;
- იონი;
- ელექტრული ველი.

სამიზნე ცნება: მატერია

დავალების პირობა:

გაგიკვირდებათ, როცა გაიგებთ, რამდენი საგანია ჩვენს ცხოვრებაში ელექტრულად დაფარული - თქვენი სასწავლო ნივთებიდან დაწყებული მკირფასი სამკაულებით დამთავრებული. კომერციული წარმოების პროცესები სწორედ ამ მეთოდს იყენებს ლითონების და პლასტმასის დასაცავად.

ელექტრული გზით რელიეფური საგნების ლითონის ასლების დამზადებას გალვანოპლასტიკა ეწოდება, ხოლო ნაკეთობების დამცველ და დეკორატიულ დაფენვას - გალვანოსტეგია.

პრაქტიკაში მეტად აქტუალურია ზედაპირების დაფარვის ეს ორივე მეთოდი და იგი ელექტროლიზის მოვლენას ეფუძნება. ელექტროლიზი გამოიყენება აგრეთვე ლითონთა მინარევებისაგან გასუფთავების ანუ ლითონთა რაფინირებისათვის.

თქვენი დავალებაა შექმნათ **ელექტროლიტური აბაზანის მოდელი**, რომლის საშუალებით გამოიკვლევთ ელექტროლიზის მოვლენას და გაანალიზებთ ელექტროლიზის გამოყენების მაგალითებს ტექნიკასა და ყოფა-ცხოვრებაში.

შექმენით **PP ფორმატის** საპრეზენტაციო ფაილი, სადაც წარმოადგენთ თქვენ მიერ ჩატარებულ სამუშაოს.

ნაშრომში ხაზგასმით წარმოაჩინეთ:

კრიტერიუმი №1

რა განაპირობებს გამოხდილი წყლის დიელექტრიკულ ბუნებას? ახსენით, გამოხდილ წყალში მარილის ჩაყრისას, რატომ ხდება ხსნარი გამტარი?

(მატერია 1)

კრიტერიუმი №2

რაზეა დამოკიდებული მარილის წყალხსნარის ელექტრული თვისებები და რა ფაქტორები განაპირობებს ელექტროლიზის პროცესის ინტენსივობას? (მატერია 2.3)

კრიტერიუმი #3

რა სახის გამოყენება აქვს ელექტროლიზის მოვლენას თანამედროვე მრეწველობაში? ახსენით თითოეულ შემთხვევაში მოვლენის ფიზიკური და ქიმიური მექანიზმი. (მატერია 3)

7. კომპლექსური დავალება - სინათლის „დარაჯი“

სკოლა: კლასი: X კომპლექსური დავალება: სინათლის „დარაჯი“
საგანი - ფიზიკა
საკითხი/ქვესაკითხები: • ელექტრული დენი სხვადასხვა გარემოში; • ელექტრული დენი ნახევარგამტარებში, • p-n გადასვლა, • ნახევარგამტარული დიოდი; • ფოტორეზისტორი, ტრანზისტორი. ქვეცნებები: ელექტრული ძალა
სამიზნე ცნება: ძალა
დავალების პირობა: წარმოიდგინეთ, რომ გადაწყვეტით გამოიყენოთ ფიზიკის ცოდნა და შექმნათ მოწყობილობა, რომელიც სინათლეზე რეაგირებს: იგი მაშინვე რეკავს, როგორც კი სინათლე დაეცემა. თქვენი დავალებაა, შექმნათ სტატია, სადაც თვალსაჩინოდ აჩვენებთ, ფიზიკის რა კანონზომიერებებს დაეფუძნება თქვენ მიერ ვირტუალურ/რეალურ ლაბორატორიაში შექმნილი მოწყობილობის - სინათლის „დარაჯის“ მოქმედების ფიზიკური მექანიზმები. შექმენით PP ფორმატის საპრეზენტაციო ფაილი, სადაც ნათლად წარმოადგენთ თქვენ მიერ ჩატარებულ სამუშაოს. ნაშრომში ხაზგასმით წარმოაჩინეთ: კრიტერიუმი №1 რატომ იცვლის ნახევარგამტარი ელექტრულ თვისებებს სხვადასხვა გარემო პირობებში? კულონური ურთიერთქმედების ძალებით ახსენით სუფთა და მინარევული ნახევარგამტარების განსხვავებული ელექტრული თვისებები. (ძალა. 2) კრიტერიუმი №2 რა ზემოქმედებას ახდენს გარე წრედის ელექტრული ველი p – n გადასასვლელის ელექტრონებსა და ხვრელებზე პირდაპირი და შექცეული ჩართვისას? მოახდინეთ პროცესის გრაფიკული ანალიზი. (ძალა.1) კრიტერიუმი №3 რა დანიშნულება აქვს სინათლის „დარაჯის“ წრედში ფოტორეზისტორს? რა ძალა იწვევს ტრანზისტორის მთავარ წრედში (კოლექტორი - ემიტერი) ელექტრული ზარის ჩართვას? (ძალა.2).
შესაძლო რესურსები: - - - - -

ინკლუზიური განათლება

ზოგადი განათლების ეროვნული მიზნებიდან გამომდინარე, ეროვნული სასწავლო გეგმა ეფუძნება პიროვნების განვითარებაზე ორიენტირებულ კონსტრუქტივისტულ საგანმანათლებლო კონცეფციას და განსაზღვრავს **ხუთ ძირითად საგანმანათლებლო პრინციპს**, რომლებსაც უნდა დაეყრდნოს სწავლა-სწავლების პროცესი.

ეს პრინციპებია:

- ა) სწავლა-სწავლება ხელს უნდა უწყობდეს მოსწავლეთა შინაგანი ძალების გააქტიურებას.
 - ბ) სწავლა-სწავლება ხელს უნდა უწყობდეს ცოდნის ეტაპობრივად კონსტრუირებას წინარე ცოდნაზე დაფუძნებით.
 - გ) სწავლა-სწავლება ხელს უნდა უწყობდეს ცოდნათა ურთიერთდაკავშირებას და ორგანიზებას.
 - დ) სწავლა-სწავლება უნდა უზრუნველყოფდეს სწავლის სტრატეგიების დაუფლებას (სწავლის სწავლა).
 - ე) სწავლა-სწავლება უნდა მოიცავდეს ცოდნის სამივე კატეგორიას: დეკლარატიულს, პროცედურულსა და პირობისეულს.
- წარმოდგენილი პრინციპის რეალიზება უნდა მოხდეს **ინკლუზიურ** გარემოში, რაც თანაბრად ხელმისაწვდომს ხდის ხარისხიან განათლებას ყველა მოსწავლისთვის.

ინკლუზიური განათლების პრაქტიკაში რეალიზებას ხელს უწყობს:

- **სამიზნე ცნება და შედეგის ბუნება** - ფიზიკის საგნის შედეგები და სამიზნე ცნებები განსაზღვრულია საფეხურის და არა კონკრეტული წლის ან თემის ფარგლებში. შედეგებზე მთელი საფეხურის მანძილზე, მიმდინარეობს მუშაობა. ის არ წარმოადგენს მოკლევადიან ნიშნულს, რომელიც აუცილებელი წინაპირობაა მომდევნო შედეგზე გადასასვლელად. მაგ.: ეროვნული სასწავლო გეგმის სტანდარტის მიხედვით, შედეგის **ფიზ.საშ.2** - მეცნიერული მიღწევებისა და კვლევითი უნარ-ჩვევების გამოყენებით ენერგიის სახეებზე და მათი ურთიერთგარდაქმნის მიზეზებზე/შედეგებზე მსჯელობა ბუნებაში მიმდინარე ფიზიკური მოვლენების დასახასიათებლად - მუშაობა მთელი სასწავლო კურსის განმავლობაში მიმდინარეობს. მასწავლებლის ამოცანაა, ამ კომპეტენციასთან მიმართებით მოსწავლის წინსვლის უზრუნველყოფა და არა მკაცრად განსაზღვრული ნიშნულების „გადაღახვა“.
- **ფუნქციური კონტექსტი** - ეროვნულ სასწავლო გეგმაში თემები წარმოადგენს გამამთლიანებელ კონტექსტს, რომლის ფარგლებშიც უნდა მოხდეს შედეგის გააზრება. ეს კურიკულუმს აახლოებს ცხოვრებისეულ სიტუაციებთან და ხელს უწყობს ფუნქციური უნარების განვითარებას;
- **კომპლექსური დავალება, როგორც შუალედური სასწავლო მიზნის მიღწევის აუცილებელი ინსტრუმენტი** - მასწავლებელს შეუძლია საკუთარი კლასის მოსწავლეებს მათი ინტერესებისა და შესაძლებლობების შესაბამისი დავალება შესთავაზოს, ცალკეული მოსწავლეებისთვის კი ამ დავალების ადაპტირებული ვერსია მოამზადოს (იგულისხმება არა მხოლოდ სპეციალური საგანმანათლებლო საჭიროების მქონე მოსწავლე, არამედ კლასის ნებისმიერი მოსწავლე).
- **სპეციალური საგანმანათლებლო საჭიროების მქონე მოსწავლეთათვის**, როდესაც საჭიროა სასწავლო გარემოს და მასალების ადაპტირება, ინდივიდუალური სასწავლო გეგმით სწავლება, მასწავლებელმა აქტიურად უნდა ითანამშრომლოს სპეციალურ მასწავლებლებთან და ინკლუზიური განათლების სხვა სპეციალისტებთან, რათა უზრუნველყოფილი იქნას სპეციალური საგანმანათლებლო საჭიროების მქონე მოსწავლის აქტიური ჩართულობა სასწავლო პროცესში.

ფიზიკური მოვლენების მარტივად ასახსნელად და მათი ვიზუალიზაციის მიზნით, რეკომენდაციის სახით გთავაზობთ, მასწავლებელმა გამოიყენოს ანიმაციები და ვირტუალური ლაბორატორიები:

- ❖ [დენის გავლა წრედში](#) *გახსენით ჰიპერბმული*
- ❖ https://javalab.org/en/dc_and_ac_en/ *განიხილეთ მუდმივი დენის შემთხვევა*
- ❖ <https://phet.colorado.edu/sims/cheerpi/battery-resistor-circuit/latest/battery-resistor-circuit.html?simulation=battery-resistor-circuit>

კიდევ ერთხელ უნდა აღინიშნოს, რომ მასწავლებელმა ინდივიდუალური სასწავლო გეგმის ფარგლებში მოსწავლის შესაძლებლობების და საჭიროებების გათვალისწინებით, თვითონ უნდა მოახდინოს კომპლექსური დავალებების ადაპტირება სპეციალური საგანმანათლებლო საჭიროების მქონე ცალკეული მოსწავლისთვის.

მასწავლებელმა უნდა ითანამშრომლოს ინდივიდუალური სასწავლო გეგმის გუნდთან (ინდივიდუალური სასწავლო გეგმის გუნდში შედის: საგნის მასწავლებელი, სპეცმასწავლებელი, მოსწავლის ასისტენტი (ასეთის არსებობის შემთხვევაში), მოსწავლის მშობელი, თავად მოსწავლე და ინკლუზიური განათლების სხვა სპეციალისტი).

გენდერული თანასწორობა

მიუხედავად საზოგადოებაში გავრცელებული სტერეოტიპისა, რომ ფიზიკა, როგორც რთული საგანი, ვაჟებისთვის უფრო საინტერესო და ხელმისაწვდომია, უნდა აღინიშნოს, რომ დღეს ზოგადი განათლების ეტაპზე, გოგონების აკადემიური მოსწრება ფიზიკის მიმართულებით არ ჩამორჩება ვაჟებისას, თუმცა მაინც მნიშვნელოვანია დაცული იქნას გენდერული თანასწორობის პრინციპი ზოგადსაგანმანათლებლო დაწესებულებაში და მათ შორის, ფიზიკის საგაკვეთილო პროცესზე. აკადემიურ მიღწევებში არსებული განსხვავებები გენდერული ნიშნით მთლიანად უნდა იქნას აღმოფხვრილი. მაგალითად, მასწავლებელმა ჯგუფური მუშაობისას, ჯგუფების დაკომპლექტებისას უნდა გაითვალისწინოს აღნიშნული ფაქტი და ხელი შეუწყოს გენდერული კუთხით მოსწავლეთა თანაბარ გადანაწილებას ჯგუფებში, პერიოდულად მისცეს დავალება მოსწავლეებს, გააკეთონ რეფერატი ან პრეზენტაცია ქალი ფიზიკოსების მიღწევებზე წარსულში და თანამედროვე ეპოქაში. დღეს მრავალი ჩვენი მოქალაქე, ქართველი ქალი ფიზიკოსი მოღვაწეობს მსოფლიოს წამყვან კვლევით ცენტრში და აუცილებელია ამ თვალსაზრისით მათი საქმიანობის პოპულარიზაცია ჩვენ მოსწავლეებში.

მეტაკოგნიცია და ფუნქციური/კომპონენტური უნარები

ფუნქციური უნარები წარმოადგენს იმ ფუნდამენტურ უნარებს, რომლებიც ეხმარება მოსწავლეს მიიღოს მაქსიმუმი სწავლის პროცესისგან, შეძლოს სხვა საგნებთან ერთად ფიზიკის სწავლა და ყოველდღიურ ცხოვრებაში გამოყენება. ფუნქციური უნარები ის ბაზისია, რომელზე დაყრდნობითაც შესაძლებელი ხდება მოსწავლის შემდგომი კოგნიტური განვითარება და მაქსიმალური ინტეგრაცია სასწავლო პროცესში. „ფუნქციური უნარები“ - გაგებული უნდა იქნეს ძალიან ფართო კონტექსტში, რომელიც მოსწავლეს უზრუნველყოფს უნარით, აქტიურად იყოს ჩართული სწავლაში, სოციალურ და ყოველდღიურ აქტივობებში.

ეროვნული სასწავლო გეგმა გამოკვეთს ექვს ფუნქციურ უნარს და მათთან დაკავშირებულ კოგნიტურ ოპერაციებს, რომლებზე სპეციალური ყურადღების გამახვილების გარეშე ვერ მოხერხდება სამიზნე ცნებების განვითარება.

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



ამ უნარებზე მუშაობა ყველა საგნის მასწავლებელს მოეთხოვება ყველა საფეხურზე, თითოეულ სამიზნე ცნებასთან მიმართებით. ყველა კომპლექსური დავალება გულისხმობს საკვანძო შეკითხვის განსაზღვრასაც, რომელზე ფიქრიც ლაიტმოტივად გასდევს კომპლექსურ დავალებაზე მუშაობის პროცესს. მაგ.: ჩვენ მიერ წარმოდგენილი #1 კომპლექსური დავალების მიხედვით, საკვანძო შეკითხვაა: როგორ შექმნით პოსტერს, სადაც წარმოადგენთ თქვენი დიზაინით შექმნილი ჭერის განათების ელექტრული წრედს და აღნიშნული წრედის კვლევის შედეგებს. საკვანძო შეკითხვაში/შეკითხვებში მნიშვნელოვანია იმის განსაზღვრა, თუ რას შეიმეცნებს მოსწავლე და როგორ შეძლებს დასახული ამოცანის განხორციელებას (ზოგჯერ ეს ორი კომპონენტი შესაძლოა ორი შეკითხვაშიც იყოს წარმოჩენილი). შეკითხვის მეორე კომპონენტის აქცენტირებისას სწავლა-სწავლების პროცესში შემოდის ფუნქციურ-კომპონენტური უნარები.

ქვემოთ მოცემულია ცხრილები თითოეულ ფუნქციურ-კომპონენტურ უნარებთან დაკავშირებით: ისინი მასწავლებელს განმავითარებელი შეფასების წარმოებაში დაეხმარება.

ფუნქციური უნარი - კრიტიკული აზროვნება	კოგნიტური ოპერაციები კომპონენტები	საორიენტაციო შეკითხვები მასწავლებლისთვის
დაკვირვება	გახსენება	• რა არის პოსტერი? • შეგიქმნიათ თუ არა პოსტერი? • გიმუშავიათ თუ არა ვირტუალურ ლაბორატორიაში? • იცნობთ თუ არა სიმულატორებს? • იცით თუ არა რამე ელექტრული დენის შესახებ?
	ამოცნობა	• რისთვის არის საჭირო პოსტერები? • რომელ ფიზიკურ პროცესს ახლავს თან ნათურის ნათება? • მნიშვნელოვანია თუ არა განათების ჭერის დიზაინის შერჩევისას სწორი განათების დაგეგმვა? • რა უნდა ვიცოდეთ პოსტერის შესაქმნელად?

		როგორ ასახავთ პოსტერში საჭირო მათემატიკურ ფორმულებსა და გამოსახულებებს?
კანონზომიერების აღმოჩენა და განზოგადება	შედარება და დაპირისპირება (კონტრასტი)	- შეადარეთ ერთმანეთს ნავთობსადენში წნევის გაზრდის სიჩქარე ნავთობის ნაწილაკების მოძრაობის სიჩქარეს; - შეადარეთ ერთმანეთს გამტარში მუხტის გადამტანი ნაწილაკების მიმართული მოძრაობის სიჩქარე ელექტრული დენის სიჩქარეს; - რომელია უკეთესი გამტარი, ოქრო თუ ვერცხლი?
	კლასიფიცირება	- როგორ ნივთიერებებში ჰქონდა ადგილი წინაღობის მკვეთრ ვარდნას? - რომელი ნაწილაკების მოძრაობა განაპირობებს ლითონის გამტარში ელექტრულ დენს?
	რელევანტური და არარელევანტური ინფორმაციის იდენტიფიცირება	- სად გამოიყენებენ ზეგამტარებს? - რა არის მაგნიტური ლევიტაცია და სად შეიძლება მის გამოყენება?
დასკვნების ჩამოყალიბება კანონზომიერებების საფუძველზე	პირველადი დასკვნა	როგორ დაასაბუთებთ ნათურების ჩართვის მათ მიერ შერჩეული სქემის უპირატესობას?
	ვარაუდის გამოთქმა	რა სარგებლობას მოგვცემდა, ჩვეულებრივი სადენების ნაცვლად ზეგამტარული სადენების გამოყენება?
დასკვნების შეფასება დაკვირვების საფუძველზე	თანმიმდევრულობის შემოწმება	- რა ნაბიჯების გადადგმა მოგიწევთ პოსტერის შექმნისას? - როგორ შეიძლება განვსაზღვროთ რაიმე მასალის კუთრი წინაღობა?
	ტენდენციურობის, სტერეოტიპების, კლიშეებისა და პროპაგანდის იდენტიფიცირება	რატომ არ არის მოსახერხებელი პრაქტიკაში კუთრი წინაღობის SI ერთეულის გამოყენება?
	უსაფუძვლო დაშვებების იდენტიფიცირება	
	გადამეტებული განზოგადების ან მცირედ განზოგადების ამოცნობა	ვისთვის და რატომ არის ეს პროდუქტი სასარგებლო და საინტერესო?

	დასკვნების ფაქტებით დადასტურება	- რა არის მაგნიტური ლევიტაცია და სად შეიძლება მის გამოყენება? - დასაბუთეთ დებულება, რომლის მიხედვითაც მომხმარებელთა პარალელური შეერთებისას განუშტოებელ უბანში დენის ძალა განუშტოებელ უბნებში დენის ძალების ჯამის ტოლია
--	---------------------------------------	---

ფუნქციური უნარი - შემოქმედებითობა	კოგნიტური ოპერაციები/კომპონენ- ტები	საორიენტაციო შეკითხვები მასწავლებლისთვის
თავისუფლად აზროვნება	კითხვების დასმა	- რა არის გაუგებარი კომპლექსური დავალების პირობასთან მიმართებით? - რა გიშლით ხელს კომპლექსურ დავალებაზე მუშაობაში? - რა არის განსხვავებული შენი და თქვენი თანაკლასელების მიერ შესრულებულ კომპლექსურ დავალებებში? - როგორ წარმოაჩინო ამ განსხვავებებს შეკითხვების სახით?
	იდეების გენერირება; პრობლემის გადაჭრის გზების დასახელება; ალტერნატიული პასუხების ძიება და პრობლემის გადაჭრის გზების შემოთავაზება	- როგორ ასახავთ თქვენს მიერ მიღებულ შედეგებს პოსტერში? - რატომ ფიქრობ, რომ შენ მიერ შექმნილი პოსტერი დაეხმარება მომავალში მსგავსი პრობლემის გადაჭრაში ადამიანებს? - ჩამოაყალიბეთ კანონზომიერებები, რომელსაც ემორჩილება მომხმარებლების მიმდევრობით შეერთებულ წრედში მიმდინარე ფიზიკური პროცესები;
ფლექსიურობა	პრობლემის დანახვა და შეფასება სხვადასხვა პერსპექტივიდან	რატომ ფიქრობ, რომ შენ მიერ შექმნილი პოსტერი დაეხმარება მომავალში მსგავსი პრობლემის გადაჭრაში ადამიანებს?
	მიდგომების მრავალფეროვნება (approach)	
ორიგინალობა	უნიკალური და ახალი იდეის გენერირება	
	სხვადასხვა ელემენტისგან უნიკალური	რა პროფესიის ადამიანებს ესაჭიროებათ შენს მიერ შექმნილი პროდუქტი?

	კომბინაციების შექმნა	
დეტალებზე ყურადღების გამახვილება	იდეების განვითარება და გამდიდრება დეტალიზაციის ხარჯზე	რა ფაქტორებმა გამოიწვია/ შეუძლია გამოიწვიოს პირველადი დასკვნების გადასინჯვა?

ფუნქციური უნარი - კომუნიკაცია	კოგნიტური ოპერაციები/კომპონენტები	კომენტარი (ნიმუშები)
ინფორმაციის ნათლად და შინაარსიანად გამოხატვა	მიზნობრიობა (ინფორმირება, ინსტრუქტირება, მოტივირება, დარწმუნება)	რატომ ფიქრობ, რომ შენ მიერ შექმნილი პოსტერი დაეხმარება მომავალში მსგავსი პრობლემის გადაჭრაში ადამიანებს?
	მეტყველების ტიპის შერჩევა - აღწერა, თხრობა, მსჯელობა	მეტყველების რა ტიპები შეიძლება არსებობდეს? რომელი მათგანი იქნება უფრო მიზნობრივი კომპლექსური დავალების პრეზენტაციისას?
	აქტიური მოსმენა (კავშირის დამყარება, ნდობის მოპოვება, დიალოგში გაყოლა (ანუ მონიტორინგი), მიზნობრივი ფრაგმენტულობა)	- რით შეიძლება დაგეხმაროთ მასწავლებელთან, სხვა მოსწავლეებთან დიალოგი კომპლექსური დავალების შესრულებაში? - რით შეიძლება დახმარება გაუწიოს თქვენმა შეკითხვებმა თანაკლასელებს სათქმელის უკეთ ჩამოყალიბებაში?
	კონტექსტუალიზება (საკომუნიკაციო სიტუაციის გაანალიზება და გამოხატვის რელევანტური საშუალების შერჩევა (სათანადო ფუნქციური სამეტყველო ქმედების გამოყენება)	რა ფაქტორები უნდა გაითვალისწინოთ საიმისოდ, რომ თქვენი კომპლექსური დავალების პრეზენტაცია მსმენელისთვის გასაგები და მისაღები იყოს (მაგ.: ფუნქციური სამეტყველო ქმედების სწორად შერჩევა, სენსიტიური ნიუანსების წინ წამოწევა)?
	არავერბალური სიგნალები (სხეულის ენა, მიმიკა, ჟესტიკულაცია და ა.შ.)	რა ფაქტორები გაითვალისწინე/უნდა გაითვალისწინოთ საიმისოდ, რომ თქვენი კომპლექსური დავალების პრეზენტაცია მსმენელისთვის გასაგები და მისაღები ყოფილიყო (მაგ.: ფუნქციური სამეტყველო ქმედების (თხრობა, აღწერა, მსჯელობა) სწორად შერჩევა, სენსიტიური ნიუანსების

		წინ წამოწევა; ჟესტიკულაციის, მიმიკის, არავერბალური სიგნალების გამოყენება)
თავდაჯერებულობა	ღიაობა	• რით ამდიდრებს შენს პრეზენტაციას თანაკლასელების მიერ წარმოდგენილი კომპლექსური დავალებები? ასევე მათი კომენტარები, შენიშვნები?
	კეთილგანწყობა	• როგორ წარმართავდით, რა ფაქტორების გათვალისწინებაა საჭირო სამიზნე აუდიტორიის/კომპლექსურ დავალებაზე მუშაობის პროცესში ჩართული პირების კეთილგანწყობის მოსაპოვებლად?
ემპათია (სხივის თვალთ დანახვა)	თვითრეფლექსია/უკუკავშირი	• შეაფასეთ, რამდენად გამოგივიდათ ის, რაც მასწავლებლისგან გქონდათ დავალებული? • რას გააკეთებდით სხვაგვარად, ახლა რომ იწყებდეთ იმავე დავალებაზე მუშაობას?
	ურთიერთობის მონიტორინგი	• ვინ და როგორ დაგეხმარათ კომპლექსურ დავალებაზე მუშაობის პროცესში?
ადიარება	თანასწორობა პასუხისმგებლობა ტოლერანტობა (განსხვავებულის მიმდებლობა) ორიენტაცია პრობლემაზე და არა კომუნიკაციაში ჩართულ სუბიექტზე	• შეხვდით თუ არა განსხვავებულ მოსაზრებებს კომპლექსურ დავალებაზე მუშაობის პროცესში? რამდენად შეძელით თანამშრომლობა განსხვავებული შეხედულებების ადამიანებთან? • რამდენად მოახერხეთ აზრთა სხვადასხვაობის ვითარებაში ორიენტირებული ყოფილიყავით პრობლემაზე და არა კომუნიკაციაში ჩართულ ადამიანებზე?

ფუნქციური უნარი - თანამშრომლობა	კოგნიტური ოპერაციები/კომპონენტები	კომენტარი (ნიმუშები)
ერთად მუშაობა	პირისპირ და ტექნოლოგიების გამოყენებით იდეებისა და რესურსების გაზიარების გზით	• გამოიყენეთ თუ არა ტექნოლოგიები კომპლექსურ დავალებაზე მუშაობის პროცესში? • რაში დაგეხმარათ ტექნოლოგიების გამოყენება?
საერთო პასუხისმგებლობა	საერთო მიზანი	• რა საერთო მიზანი გქონდათ შენ და შენს მასწავლებელს კომპლექსურ დავალებაზე მუშაობის პროცესში? • გქონდათ თუ არა საერთო მიზნები თანაკლასელებთან ერთად?
	ანგარიშვალდებულება შედეგთან მიმართებით	• რატომ განახორციელეთ კომპლექსური დავალება?

არსებითი გადაწყვეტილებები (შინაარსი, პროცესი, პროდუქტი)	წინარე ცოდნის გამოყენება გადაწყვეტილებების მიღების მიზნით	• მსგავსი ტიპის კომპლექსური დავალება თუ შეგისრულებიათ სკოლაში?
	როლებისა და პასუხისმგებლობების განაწილება	• როგორ ინაწილებდით პასუხისმგებლობებს მასწავლებელთან/ თანაკლასელებთან კომპლექსურ დავალებაზე მუშაობის პროცესში?
	პროდუქტის დიზაინი, ბუნება და გამოყენებითობა	• რა პროდუქტი შექმენით კომპლექსური დავალების სახით? • ვისთვის და რატომ არის ეს პროდუქტი სასარგებლო და საინტერესო?
	ურთიერთდამოკიდებულობა (ანგარიშვალდებულების ორი დონე - ინდივიდუალური და ჯგუფური)	• ვის წინაშე იყავით ანგარიშვალდებული სამუშაო პროცესში (მასწავლებლის, თანაკლასელების, მშობლების)?

ფუნქციური უნარი - მოქალაქეობა	კოგნიტური ოპერაციები/კომპონენტები	კომენტარი (ნიმუშები)
უზენაესი ეთიკის პრინციპები	ადამიანის ღირსება	• რით და როგორ გამოხატავდი ადამიანების მიმართ პატივისცემას კომპლექსურ დავალებაზე მუშაობის პროცესში?
	გაურკვევლობებისადმი შემწყნარებლური დამოკიდებულება	• წააწყდით თუ არა გაურკვევლობებს კომპლექსურ დავალებაზე მუშაობის პროცესში? რა გაარკვიეთ ბუნდოვანებით მოცულ საკითხებში?
ანგარიშვალდებულება საზოგადოებისადმი და თანაშემოქმედებითობა	პასუხისმგებლობა	• რა პასუხისმგებლობები (მათ შორის ჯგუფური პასუხისმგებლობები) გეკისრებოდათ კომპლექსურ დავალებაზე მუშაობის პროცესში? ვის წინაშე იყავით ანგარიშვალდებული?
	კონფლიქტების მართვა	• წააწყდით თუ არა კონფლიქტურ სიტუაციებს კომპლექსურ დავალებაზე მუშაობის პროცესში? როგორ შეძელით კონფლიქტის დარეგულირება?
	კანონის უზენაესობის დაფასება	• გააანალიზეთ რა წესებს/კანონებს იცავდით და რატომ კომპლექსურ დავალებაზე მუშაობის პროცესში?
	ლოკალური თემისთვის აქტუალური პრობლემები	• ლოკალური თემისთვის აქტუალურ რა საკითხებს შეეხებოდა თქვენ მიერ

თემის პრიორიტეტების გააზრება		შესრულებული კომპლექსური დავალება?
	ქვეყნისთვის აქტუალური პრობლემები;	• ჰქონდა თუ არა თქვენ მიერ შექმნილ კომპლექსურ დავალებას რაიმე კავშირი ქვეყნისთვის აქტუალურ პრობლემებთან?
	მსოფლიოს ცოდნა და შემეცნება	• ჰქონდა თუ არა თქვენ მიერ შექმნილ კომპლექსურ დავალებას რაიმე კავშირი მთელი მსოფლიოსთვის აქტუალურ პრობლემებთან?

ფუნქციური/კომპონენტური უნარი - ხასიათი ნებისყოფა/ნებ ელობა	კოგნიტური ოპერაციები/კომპონენტ ები	კომენტარი (ნიმუშები)
იდენტობა	საკუთარი შესაძლებლობებისა და ინტერესების გაცნობიერება (ვინ ვარ მე)	• რას მამღლევს მე/რატომ არის ჩემთვის მნიშვნელოვანი კომპლექსურ დავალებაზე მუშაობის პროცესი? (რა გავიგე, რა შევძელი, რა შევიძინე კომპლექსურ დავალებაზე მუშაობის შედეგად?
	გადაწყვეტილების მიღება თვითრეალიზაციისთვის (რასთან ვაფილირდები)	
თვითრეგულაც ია	მიზნების დასახვა	• რა გრძელვადიან და მოკლევადიან მიზნებს ისახავდით კომპლექსურ დავალებაზე მუშაობის პროცესში?
	დაგეგმვა	• როგორ დაგეგმე კომპლექსურ დავალებაზე მუშაობის პროცესი? რა ფაქტორებს ითვალისწინებდი სამუშაო პროცესის დაგეგმვისას?
	თვითრეგულაციურობის განცდა	• რა გამოგივიდათ კარგად კომპლექსურ დავალებაზე მუშაობის პროცესში?
	სწავლის სტრატეგიები	• რა ხერხები გამოიყენე სასწავლო მასალის უკეთ გასააზრებლად? / კომპლექსური დავალების უკეთ შესასრულებლად?
	მონიტორინგი და შეფასება	• წარიმართა თუ არა კომპლექსურ დავალებაზე მუშაობის პროცესი დაგეგმილის შესაბამისად? გახდა თუ არა საჭირო პირველად გეგმებში ცვლილებების შეტანა?
	დახმარებისთვის სხვებისთვის მიმართვა	• ვისთან ითანამშრომლეთ კომპლექსურ დავალებაზე მუშაობის პროცესში? (რა

		დახმარება გაუწიეთ თანაკლასელებს/მშობელს/მასწავლებელს; რა მხარდაჭერა მიიღეთ მათგან)
თვითაქტუალური ზაცა	ენტუზიაზმი ყველა საქმის მიმართ	• იყო თუ არა საინტერესო და სასიამოვნო თქვენთვის კომპლექსურ დავალებაზე მუშაობის პროცესი?
	ავტონომიურობა	• რა გააკეთეთ დამოუკიდებლად კომპლექსურ დავალებაზე მუშაობის პროცესში?
	საკუთარი თავის პოზიტიური შეფასება	• რა გამოგივიდათ კარგად კომპლექსურ დავალებაზე მუშაობის პროცესში?
	ადამიანებისა და სამყაროს მიმართ კეთილგანწყობა	• თქვენი აზრით, რა სამსახური გაუწიეთ სხვა ადამიანებს თქვენ მიერ შესრულებული კომპლექსური დავალებით?
	პროცესზე ორიენტირებულობა	• როგორ დაგეგმე კომპლექსურ დავალებაზე მუშაობის პროცესი? რა ფაქტორებს ითვალისწინებდი სამუშაო პროცესის დაგეგმვისას? წარმოადგინე თუ არა კომპლექსურ დავალებაზე მუშაობის პროცესი დაგეგმილის შესაბამისად? გახდა თუ არა საჭირო პირველად გეგმვებში ცვლილებების შეტანა?

ზემოთ წარმოდგენილ ცხრილებში შუა სვეტი მოიცავს კოგნიტურ ოპერაცია / კომპონენტებს, რომლებიც ფუნქციურ/კომპონენტური უნარების განვითარების ერთგვარ ინდიკატორს წამოადგენს.

ჩვენს მიერ ზემოთ დამუშავებული ცხრილის მარჯვენა სვეტი ეარმოადგენს #1 კომპლექსური დავალების მიხედვით გაანალიზებულ **თითოეულ ფუნქციურ-კომპონენტურ** უნართან დაკავშირებულ მასწავლებლის კითხვებს და კომენტარებს. იგივე პრინციპის გამოყენება არის შესაძლებელი დანარჩენ კომპლექსური დავალებებისათვის.

ამდენად, მასწავლებლის წიგნში ჩვენს მიერ წარმოდგენილი კომპლექსური დავალებების განხორციელება მნიშვნელოვნად შეუწყობს შეუწყობს ფუნქციურ/ კომპონენტური უნარების განხორციელებას.

აქვე ყურადღება უნდა გამახვილდეს **მეტაკოგნიციაზე**.

მეტაკოგნიცია არის აზროვნების პროცესების მონიტორინგი და მართვა (კონტროლი). იმისათვის, რომ მოსწავლემ წარმატებით მართოს აზროვნების პროცესები, მან უნდა შეძლოს დამოკიდებულების (ყოფა-ქცევის) და გრძნობების მართვაც - ამ პროცესს **თვითრეგულირება** ჰქვია.

ჩვენ მიერ წარმოდგენილ ყველა კომპლექსურ დავალებას ახლავს ორი ან მეტი ექსპერიმენტული კვლევა რეალურ ან ვირტუალურ ლაბორატორიაში, შესაბამისად, ნებისმიერი კვლევისას მოსწავლემ უნდა დასახოს მიზანი და დაგეგმოს კვლევის ჩატარება, ასევე აუცილებელია კვლევის წინ ვარაუდების გამოთქმა და შემდეგ კვლევის შედეგთან შედარება, კვლევითო სამუშაოს განხორციელებას ასევე თან ახლავ პროცედურული და პირობისეული ცოდნის გააქტიურება, რაც მაღალი სააზროვნო უნარების გააქტიურებას იწვევს.

გრძელვადიანი მიზნების მიღწევის გზაზე შესრულებული შუალედური მიზანი - კომპლექსური დავალება ფიზიკაში მრავალფეროვან რესურსებზე დაფუძნებული შესაბამისი აქტიურობებით ყველა ფუნქციურ - კომპონენტური უნარის: **კრიტიკული აზროვნება, შემოქმედებითობა,**

კომუნიკაცია, თანამშრომლობა, მოქალაქეობა, ხასიათი ნებისყოფა/ნებელობა განვითარება-გააქტიურებას უწყობს ხელს.

აღსანიშნავია, რომ ჩვენ მიერ წარმოდგენილი კომპლექსური დავალებების ეროვნული სასწავლო გეგმის შედეგების მიღწევის ტაქსონომიაში განმავითარებელი შეფასების რუბრიკები ფუნქციურ-კოგნიტურ უნარებზეა დაფუძნებული. მათი საშუალებით აღიწერება მოსწავლის ემოციურ-სოციალური და კოგნიტური განვითარება.

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 იგივედგება მიმართებით და აბსტრაქტულ დონეებთან.

შეფასების კრიტერიუმი	კომენტარი
პრესტრუქტურული დონე მოსწავლეს საკითხთან დაკავშირებით არ აქვს რელევანტური ინფორმაცია.	მოსწავლემ ვერ შეასრულა დავალება
უნიტრუქტურული დონე მოსწავლეს აქვს მხოლოდ ერთი არასტრუქტურირებული ასოციაცია/წარმოდგენა განსახილველ საკითხთან დაკავშირებით.	მოსწავლეს აქვს ერთი იდეა დავალებასთან დაკავშირებით: იცის რა არის დენი, მაგრამ არ იცის რა განაპირობებს ამ მოვლენას. /ან იცის, რომ დენის გავლისთვის აუცილებელია წრედის შეკვრა, მაგრამ არ იცის ეს რას ნიშნავს მექანიკური ანალოგიების გათვალისწინებით, რატომ სჭირდება დენის გავლას წრედის შეკვრა, ვერ ხვდება.
მულტისტრუქტურული დონე მოსწავლეს აქვს მხოლოდ რამდენიმე, ერთმანეთთან დაუკავშირებელი, უსისტემო ასოციაცია/წარმოდგენა განსახილველ საკითხთან დაკავშირებით.	შესასწავლ საკითხთან დაკავშირებით შეუძლია წარმოდგენოს რამდენიმე ცოდნა, მაგრამ ვერ აკავშირებს მათ ერთმანეთთან. საბოლოოდ, მოსწავლემ ვერ ახსნა ფაქტები დავალების პირობით მოთხოვნილ კონტექსტში. მსჯელობს რატომ არის ძაბვა მუდმივი პარალელური უბნის ბოლოებზე, არ ესმის ძაბვის არსი, თუმცა იცის ფორმულა და იცის მისი ერთეული.
მიმართებითი დონე 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). • მიმართებითი დონეზე საკითხის/სამიზნე ცნების გააზრება ნიშნავს ეროვნული	ჭერის განათების პრეზენტაციებისას მოსწავლე შემოქმედებითად გადმოსცემს, თუ რატომ არის მისი დიზაინი საინტერესო, კარგად აქვს გააზრებული ელექტრული დენის, როგორც ფიზიკური პროცესის არსი, ახასიათებს ელექტრული დენის გავლას ლითონებში და მათი წინააღობის ტემპერატურაზე დამოკიდებულების ფიზიკურ მექანიზმებზე,

სასწავლო გეგმით განსაზღვრული შედეგის მიღწევას. თუმცა, შესაძლებელია მოსწავლე უფრო შორსაც წავიდეს, ანუ იმ განზოგადებებისკენ, რომელიც აბსტრაქტული დონისთვისაა განსაზღვრული.	
აბსტრაქტული დონე მოსწავლეს შეუძლია სამიზნე ცნებაზე მუშაობის პროცესში შეძენილი ცოდნისა და გამოცდილების ეროვნული სასწავლო გეგმის ზესაგნობრივ (მაკრო) ცნებებთან დაკავშირება.	მოსწავლე ახასიათებს წრედში მიმდინარე ელექტრულ მოვლენებს გრაფიკულად - ვოლტ-ამპერული მახასიათებლის საშუალებით. იგი განიხილავს განსხვავებული დიზაინის შემთხვევასაც და ასახულებს, რა ფიზიკური პროცესები ახლავს თან ასეთ შეერთებას. საუბრობს შეერთებების გამოყენების სხვადასხვა შემთხვევებზე. მსჯელობს, თუ როგორ შეიძლება მიღებული ცოდნა გამოვიყენოთ სხვადასხვა ცხოვრებისეულ სიტუაციებში.

გაკვეთილის გეგმები

წარმოგიდგენთ კომპლექსური დავალება #1-ისა და კომპლექსური დავალება #3-ის ფარგლებში განსახორციელებელი გაკვეთილების სარეკომენდაციო გეგმებს, რომელიც მთლიანად დაფუძნებულია მოსწავლის წიგნის შინაარსზე და აქტივობებზე.

გაკვეთილის გეგმა #1

გაკვეთილის გეგმა ეფუძნება კომპლექსურ დავალებას #1 -

ჭერის განათება

თემა	მუდმივი დენის კანონები თავი - მუდმივი დენი
გაკვეთილი	§ 8 გამტარის ვოლტ-ამპერული მახასიათებელი. გამტარობა. წინაღობა
გრძელვადიანი მიზნები	სამიზნე ცნება - ფიზიკური პროცესი ესგ შედეგი, ინდიკატორებიშედეგი - ფიზ.საშ.4
მკვიდრი წარმოდგენები	1) ფიზიკური პროცესი სისტემის/სხეულის მდგომარეობის დროში ცვლილებაა, რომელიც აღიწერება რაოდენობრივი და თვისობრივი მახასიათებლებით; 2) ყველა ფიზიკურ მოვლენას/პროცესს აქვს მიზეზი და მოჰყვება შედეგი, რომელთა დაკავშირებაც შესაძლებელია ბუნების კანონების გამოყენებით.
გაკვეთილის მიზანი	მოსწავლეებმა გაიაზრონ: ვოლტ-ამპერული მახასიათებლის არსი, გამტარში გამავალ დენის ძალასა და მის ბოლოებზე არსებულ ძაბვას შორის მიზეზ-შედეგობრივი კავშირის აღწერა. მოახდინონ ვოლტ-ამპერული მახასიათებლის გრაფიკული ანალიზი, შეძლონ გამტარობას და წინააღობის დამოკიდებულების აღწერა.
გამოყენებული მეთოდები და სტრატეგიები	მინილექცია. ხარაჩოს მეთოდი, რეალური/ვირტუალური ექსპერიმენტი, ფრონტალური შეკითხვები
საკვანძო ტერმინები	ვოლტ-ამპერული მახასიათებელი, გამტარობა, წინააღობა
მოსწავლეთა წინარე ცოდნა	მოსწავლე გაიხსენებს ცოდნას ელექტრული დენის, დენის, წყაროს, ძაბვის შესახებ
აქტივობების აღწერა	საორგანიზაციო საკითხები. მასწავლებელი მოკლედ განმარტავს თემას და სასწავლო მიზანს. ასევე მოსწავლეებს გააცნობს შეფასების სქემას (იხ. დანართი.1). სლაიდზე შეფასების სქემა და სასწავლო მიზნები (3 წთ)

აქტივობა #1 აქტივობის მიზანი აქტივობის აღწერა	გამოწვევის ფაზა მამოტივირებელი კითხვა - როგორც ვიცით, ელექტრული დენი არის დამუხტული ნაწილაკების მიმართული მოძრაობა. ამ მოძრაობის მიზეზი გამტარის ბოლოებს შორის ძაბვაა. რაც უფრო დიდია ის, მით მეტია ელექტრული ველის მხრიდან ამ ნაწილაკებზე მოქმედი ძალა, მით მეტია მათი მოძრაობის საშუალო სიჩქარე და შესაბამისად, დენის ძალაც. როგორ დავადგინოთ რაოდენობრივი კავშირი გამტარში დენის ძალასა და მის ბოლოებზე არსებულ ძაბვას შორის. მოსწავლემ შეძლოს: • წინარე ცოდნის გააქტიურებით ან ინტუიტიურად სავარაუდო ჰიპოთეზების გამოთქმა; • მდინარის დინების დაკავშირება გამტარში დამუხტული ნაწილაკების დინებასთან, ხოლო დონეთა სხვაობის - ძაბვასთან მასწავლებელი ეკრანზე გამოსახულ სალაიდზე წარმოადგენს სურათს, რომელზეც გამოსახულია წყალუხვი და წყალმცირე მდინარეები მასწავლებელი სვამს პრობლემურ კითხვას და მოსწავლეებისგან ისმენს სავარაუდო პასუხებს - ჰიპოთეზებს, მოსაზრებებს. ორგანიზების ფორმა: ინდივიდუალური (2წთ)
აქტივობა #2 აქტივობის მიზანი აქტივობის აღწერა	სიღრმისეული წვდომის ფაზა გონებრივი იერიში - წინარე ცოდნის გააქტიურება ინტერნეტ-თამაშ Kahoot - ის კითხვების საფუძველზე მოსწავლეებმა უნდა გაიხსენონ ელექტრულ დენთან დაკავშირებული გავლილი მასალა და სწორად უპასუხოვნ კითხვებს. თამაშის ბოლოს გამოვლინდება გამარჯვებული წყვილი მასწავლებელი რთავს ინტერნეტში განთავსებულ Kahoot -ის პროგრამას, სადაც მას წინასწარ საკუთარ გვერდზე ატვირთული აქვს კითხვარი სავარაუდო პასუხებით. https://create.kahoot.it/details/182f4f52-28d6-4964-8230-09fb11f948cd მოსწავლეები წყვილებში სმარტ-ტელეფონების საშუალებით სახელებით რეგისტრირდებიან თამაშში: https://kahoot.it/ და ამავე ტელეფონებით პასუხობენ ეკრანზე გამოტანილ კითხვებს. პროგრამა ბოლოს ეკრანზე გამოიტანს გამარჯვებულ ყველაზე სწრაფ და ჭკვიან ოთხ წყვილის სახელს. ორგანიზების ფორმა: წყვილები. (7წთ)

აქტივობა #3 აქტივობის მიზანი აქტივობის აღწერა	პრობლემის გადაჭრის ექსპერიმენტული გზა მოსწავლეს ჩამოუყალიბდეს ექსპერიმენტული კვლევის უნარ-ჩვევები: • განსაზღვროს კვლევის მიზანი; • განსაზღვროს კვლევითი აქტივობების თანმიმდევრობა; • შეარჩიოს სათანადო ხელსაწყოები და აღჭურვილობა; • შეარჩიოს მონაცემების აღრიცხვის ფორმა (ცხრილები, გრაფიკები). • ჩაატაროს ექსპერიმენტი; • მოახდინოს ექსპერიმენტული მონაცემების ანალიზი; • გამოიტანოს დასკვნა. მასწავლებელი სვამს კითხვას: როგორ არის დამოკიდებული დენის ძალა ძაბვაზე? მოსწავლეები გამოთქვამენ ვარაუდს და დეტალურად აღწერენ სავარაუდო გზებს პრობლემის შესასწავლად.. მასწავლებელი ეკრანზე წარმოადგენს ვირტუალურ ლაბორატორიას და მის გამოყენების ინსტრუქცია (თუ სკოლას აქვს ელექტრული ხელსაწყოები, შესაძლებელია რეალური წრედის აწყობა სახელმძღვანელოს მიხედვით) • http://falstad.com/circuit/ • წრედში დენის გავლის გრაფიკული ანალიზი-ვოლტ-ამპერული მახასიათებლის კვლევა ტექსტური ინსტრუქცია მასწავლებელი ეცნობა გაკვეთილამდე რესურსს: Falstad - ის გამოყენების ინსტრუქცია ინსტრუქციის მიხედვით მოსწავლეები აწყობენ წრედს და მასწავლებლის დახმარებით იკვლევენ დენის ძალის ძაბვაზე დამოკიდებულებას სხვადასხვა წინააღობის გამტარისთვის. დასკვნა - ექსპერიმენტის შედეგებით დგინდება, რომ რეზისტორში <u>გამავალი დენის ძალა მის ბოლოებზე არსებული ძაბვის პირდაპირპროპორციულია</u> მოსწავლეებს მონაცემები შეაქვთ ცხრილში დანართი 2 (ცხრილიც განთავსებულია ეკრანზე). ორგანიზების ფორმა - ინდივიდუალური (15 წთ) აქტივობა #4 პრობლემის გადაჭრის გრაფიკული გზა: მოსწავლემ უნდა გამოიყენოს მათემატიკის ცოდნა (ცოდნის ტრანსფერი) და (I, U) კოორდინატთა სისტემაში ააგოს $I = f(U)$ ფუნქცია- ორი განსხვავებული წინააღობის მქონე რეზისტორისთვის დენის ძალის ძაბვაზე დამოკიდებულების გრაფიკი. აქტივობის მიზანი მოსწავლემ შეძლოს: • ფიზიკური პროცესების მათემატიკური მოდელირება და ექსპერიმენტული მონაცემების გრაფიკული ანალიზი; • გამოიტანოს დასკვნა და უპასუხოს პრობლემურ კითხვას. მასწავლებელი სვამს კითხვებს: • როგორია დენის ძალის ძაბვაზე დამოკიდებულების გრაფიკი?
---	--

აქტივობის აღწერა	• როგორია ორი განსხვავებული წინააღმდეგობის მქონე რეზისტორის დენის ძალის ძაბვაზე დამოკიდებულების გრაფიკი? • გრაფიკზე როგორ აისახება სხვადასხვა წინააღმდეგობის განსხვავებული გამტარობა? მასწავლებელი აცნობს მოსწავლეებს, რომ ამ გრაფიკს ვოლტ-ამპერული მახასიათებელი ეწოდება. მოსწავლეები მსჯელობენ გამტარობის და წინააღმდეგობის ურთიერთდამოკიდებულების შესახებ მასწავლებლის დახმარებით. კითხვაზე: • როგორ უკავშირდება გამტარობა გამტარის წინააღმდეგობას? • როგორ ახსნით, წინააღმდეგობასა და გამტარობას შორის უკუპროპორციულ დამოკიდებულებას? • გამტარების ვოლტ-ამპერული მახასიათებლებით როგორ დავადგენთ, რომლის გამტარობაა ნაკლები? ექსპერიმენტული კვლევის და გრაფიკული ანალიზის საფუძველზე შედეგების საფუძველზე ფრონტალური კითხვების მეთოდით კლასს გამოაქვს დასკვნა და პასუხობს პრობლემურ კითხვას. მოსწავლეები ადარებენ მიღებულ შედეგს წინასწარ გამოთქმულ ჰიპოთეზებს. ორგანიზების ფორმა - ინდივიდუალური. (9წთ)
აქტივობა #5 აქტივობის მიზანი აქტივობის აღწერა	გაკვეთილზე მიღებული ცოდნის ტრანსფერი - ამოცანის ამოხსნა (სახელმძღვანელო, გვ.32, #7). მოსწავლემ შეძლოს • ამოცანის ამოხსნის გზით გაკვეთილზე მიღებული ექსპერიმენტული და თეორიული კვლევის შედეგების სიღრმისეული გააზრება; • გაკვეთილზე მიღებული ცოდნის ტრანსფერი - გამოყენება. მასწავლებელი სთხოვს მოსწავლეებს ამოხსნან ამოცანა, რომლის ტექსტი და ნახაზი გამოტანილია ეკრანზე. მოსწავლეები ინდივიდუალურად მუშაობენ და ის მოსწავლე, რომელიც ყველაზე სწრაფად ამოხსნის ამოცანას, გამოდის დაფასთან და წარუდგენს კლასს თავის ნამუშევარს. ორგანიზების ფორმა - ინდივიდუალური. (4წთ)
აქტივობა #6 აქტივობის მიზანი	რეფლექსიის და შეჯამების ფაზა გაკვეთილის შეჯამება - უკუკავშირი - რა ვისწავლეთ ახალი? მოსწავლემ შეძლოს: • გაკვეთილზე მიღებული ცოდნის შეჯამება; • ფიზიკის გაკვეთილზე მიღებული ცოდნის დაკავშირება ყოფა-ცხოვრებაში წამოჭრილ პრობლემასთან.

აქტივობის აღწერა	მასწავლებელი სვამს კითხვას: დღეს რა ვისწავლეთ ახალი? რა გზები და მეთოდები გამოვიყენეთ პრობლემის გადასაჭრელად? მოსწავლეები გაკვეთილზე ჩატარებული ექსპერიმენტული კვლევის და გრაფიკული ანალიზის შედეგებზე დაყრდნობით პასუხობენ დასმულ შეკითხვას. ორგანიზების ფორმა - ინდივიდუალური. (2 წთ)
შეფასება და თვითშეფასება	შეფასება - (განმავითარებელი, განმსაზღვრელი) გაკვეთილის დასაწყისში მოსწავლეები ინფორმირებულნი არიან, რომ ფასდება საგაკვეთილო პროცესში ჩართულობა. მასწავლებელი მოსწავლეებს სთხოვს შეაფასონ საკუთარი თავი. ამის შემდეგ თვითონ მასწავლებელი ახდენს მოსწავლეთა შეფასებას: .№ 2 აქტივობა ფასდება განმავითარებელი შეფასებით. .№ 4 და .№5 აქტივობები ფასდება განმავითარებელი და განმსაზღვრელი შეფასებით. (2 წთ).
საშინაო დავალება -	სლაიდზე წარმოდგენილია საშინაო დავალება გვ.32, #5,6,8,9,10. დავალებაში ამოცანებთან ერთად, გაკვეთილზე განხილული თემის უკეთ გაცნობის მიზნით, სლაიდზე მითითებულია ვირტუალური ლაბორატორიის შესაბამისი ბმული http://falstad.com/circuit/ (1 წთ)
სასწავლო მასალა და რესურსები	იხ. კომპლექსური დავალება #1

დანართი.1.

შეფასების სქემა - ჩართულობა (შეფასების სქემები აღებულია მასწავლებლის წიგნის დანართებიდან)

საგაკვეთილო პროცესში ჩართულობა					
კრიტერიუმები	1-2 დაბალი	3-4 საშუალოზე დაბალი	5-6 საშუალო	7-8 საშუალოზე მაღალი	9-10 მაღალი
საგაკვეთილო პროცესში მოსწავლის აქტიურობა, მოსმენის კულტურა, ეთიკური ნორმების დაცვა	პასიურია, არ არის ჩართული საგაკვეთილო პროცესში, არ უსმენს მოსაუბრეს, არ იცავს ეთიკურ ნორმებს	საგაკვეთილო პროცესში ნაწილობრივია ჩართული, უჭირს ყურადღების კონცენტრირება, ვერ იცავს ეთიკურ ნორმებს	საგაკვეთილო პროცესში ნაწილობრივია ჩართული, იშვიათად უსმენს მოსაუბრეს, ვერ იცავს ეთიკურ ნორმებს	გაკვეთილზე უმეტესად აქტიურია, მობილიზებულია და უსმენს მოსაუბრეს, იცავს ეთიკურ ნორმებს	აქტიურია მთელი გაკვეთილის განმავლობაში, მობილიზებულია და უსმენს მოსაუბრეს, იცავს ეთიკურ ნორმებს
მოძიებული ინფორმაციის შეჯამების უნარი, ჯგუფში მუშაობა	ვერ აჯამებს წაკითხულ ინფორმაციას, ჯგუფში მუშაობისას პასიურია	ნაწილობრივ აჯამებს წაკითხულ ინფორმაციას, არ ან ვერ თანამშრომლობს მეწყვილესთან	ნაწილობრივ აჯამებს წაკითხულ ინფორმაციას, ზოგ შემთხვევაში წვლილიც შეაქვს ჯგუფის მუშაობაში	კარგად აჯამებს წაკითხულ ინფორმაციას, შეაქვს წვლილი ჯგუფის მუშაობაში	აჯამებს და აანალიზებს წაკითხულ ინფორმაციას, მნიშვნელოვანია მისი წვლილი ჯგუფის მუშაობაში

შეფასების სქემა - ამოცანის ამოხსნა

კრიტერიუმები	0-2	0-2	0-2	0-2	0-2
ამოცანის ამოხსნა	დაცულია ჩაწერის კულტურის ნორმები	აზრი ჩაწერილია გამართულად	სწორად იყენებს ტერმინოლოგიას	დავალეზაზე პასუხი გაცემულია სწორად	მომეზნილი აქვს პრობლემის გადაჭრის მართებული (ორიგინალური) გზა

დანართი 2

R = 1კო		R = 2კო		R = 4კო	
ძაბვა U, ვ	დენის ძალა, I, ა	ძაბვა U, ვ	დენის ძალა, I, ა	ძაბვა, U, ვ	დენის ძალა, I, ა
5ვ		5ვ		5ვ	
10ვ		10ვ		10ვ	
15ვ		15ვ		15ვ	
20ვ		20ვ		20ვ	

გაკვეთილის გეგმა #2

გაკვეთილის გეგმა ეფუძნება კომპლექსურ დავალებას #3 -

ლითონების ჰარმონია - ელექტროლიზი

თემა	მუდმივი დენის კანონები თავი - ელექტრული დენი სხვადასხვა გარემოში
გაკვეთილი	§23 ელექტროლიტური დისოციაცია. ელექტროლიზი 45წთ
გრძელვადიანი მიზნები	სამიზნე ცნება - მატერია ესგ შედეგი - ფიზ.საშ.1

მკვიდრი წარმოდგენები	1) ყველაფერი რაც ჩვენ გარშემო არსებობს მატერიაა. იგი ორი სახისაა: ნივთიერება და ველი. ყველა ნივთიერება შედგება ნაწილაკებისაგან - მოლეკულებისა და ატომებისგან; 2) ნივთიერების ფიზიკური თვისებები დამოკიდებულია მის შემადგენელ ნაწილაკებზე და სტრუქტურაზე, ხოლო ველის ფიზიკური თვისებები - ველის შემქნელი ობიექტების მოძრაობასა და განლაგებაზე; 3) მატერიის ფიზიკური თვისებები შეიძლება შეიცვალოს შიდა/გარე ფაქტორებით. ეს თვისებები და მათი ცვლილება ხასიათდება ფიზიკური სიდიდეებით, რომლებიც იზომება ცდის მეშვეობით.
გაკვეთილის მიზანი	მოსწავლეებმა გაიაზრონ: მატერიის ფორმები და მათი გამოვლინება ელექტროლიტური დისოციის მოვლენის აღწერისას; რა გავლენას ახდენს წყლის მოლეკული პოლარული ბუნება ხსნარის ელექტრულ თვისებებზე, რა პროცესი ახლავს თან ელექტროლიზის მიმდინარეობას?
გამოყენებული მეთოდები და სტრატეგიები	სადემონსტრაციო ვირტუალური ლაბორატორია. ხარაჩოს მეთოდი, რეალური/ვირტუალური ექსპერიმენტი, ფრონტალური შეკითხვები
საკვანძო ტერმინები	ელექტროლიტი, ელექტროლიტური დისოციაცია, დისოციაციის ხარისხი, რეკომბინაცია, კათიონი, ანიონი, იონური გამტარებლობა; ელექტროლიზი
მოსწავლეთა წინარე ცოდნა	მოსწავლე გაიხსენებს ცოდნას ელექტრული დენის, ელექტრული დენის მოქმედებების შესახებ.
აქტივობების აღწერა	საორგანიზაციო საკითხები. მოკლედ განმარტავს თემას და სასწავლო მიზანს. ასევე მოსწავლეებს გააცნობს შეფასების სქემას (იხ. დანართი.1). სლაიდზე შეფასების სქემა და სასწავლო მიზნები (3 წთ)
აქტივობა #1	გამოწვევის ფაზა მამოტივირებელი კითხვა - კოროზიის თავიდან ასაცილებლად ლითონის ზედაპირებს სხვა ისეთი ლითონის თხელი ფენით ფარავენ, რომელიც გარემოს ზემოქმედების მიმართ მდგრადია. როგორ ხდება ეს პროცესი? ადამიანების მიერ გამოყენებული ნივთიერებათა უმრავლესობა ბუნებაში სუფთა სახით არ მოიპოვება. როგორ გამოყოფენ მოპოვებული მადნიდან სუფთა ნივთიერებებს? როგორ ასუფთავებენ ჩამდინარე წყლებს?
აქტივობის მიზანი	მოსწავლემ შეძლოს • წინარე ცოდნის გააქტიურებით ან ინტუიტიურად სავარაუდო ჰიპოთეზების გამოთქმა.

აქტივობის აღწერა	მასწავლებელი სვამს პრობლემურ კითხვას და მოსწავლეებისგან ისმენს სავარაუდო პასუხებს - ჰიპოთეზებს, მოსაზრებებს. ორგანიზების ფორმა: ინდივიდუალური (2წთ)
აქტივობა #2	სიღრმისეული წვდომის ფაზა გონებრივი იერიში
აქტივობის მიზანი	- წინარე ცოდნის გააქტიურება.
აქტივობის აღწერა	მასწავლებელი ფრონტალური შეკითხვებით ააქტიურებს წინარე ცოდნას ნივთიერების ატომური აღნაგობის შესახებ. აქვე კითხულობს, ატარებს თუ არა გამოხდილი წყალი გამტარი? ორგანიზების ფორმა: ინდივიდუალური. (3წთ)
აქტივობა #3	I. სადემონსტრაციო ვირტუალური ექსპერიმენტი - ელექტროლიზის მოვლენა II. რეალური ექსპერიმენტი - ელექტროლიზის მოვლენა
აქტივობის მიზანი	მოსწავლეს ჩამოუყალიბდეს ექსპერიმენტული კვლევის უნარ-ჩვევები: • განსაზღვროს კვლევის მიზანი; • განსაზღვროს კვლევითი აქტივობების თანმიმდევრობა; • შეარჩიოს სათანადო ხელსაწყოები და აღჭურვილობა; • ჩაატაროს ექსპერიმენტი; • მოახდინოს ექსპერიმენტული შედეგების ანალიზი; • გამოიტანოს დასკვნა.
აქტივობის აღწერა	მასწავლებელი ვირტუალურ ლაბორატორიაში ატარებს სადემონსტრაციო ექსპერიმენტს ელექტროლიტური დისოციაციის შესახებ: https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=elkap_disociace&l=ru მოსწავლეები მსჯელობენ სიმულაციაში დამზერილი მოვლენის შესახებ, აანალიზებენ მოვლენას მატერიის სახეების და ექსპერიმენტში მათი გამოვლინებების მიხედვით. სადემონსტრაციო ვირტუალური მასწავლებელი სვამს კითხვას: როგორ ჩავატაროთ იგივე ცდა რეალურად? თუ კაბინეტი არ არის აღჭურვილი ელექტროლიზის სათანადო ხელსაწყოებით, გამოიყენეთ ვირტუალური ლაბორატორია: https://media.pearsoncmg.com/bc/bc_0media_chem/chem_sim/html5/Electro/Electro.php

	მასწავლებელი წინასწარ დაამუშავებს მისი გამოყენების ვიდეოინსტრუქციას: ელექტროლიზის კვლევის ვიდეოინსტრუქცია §23 -ის მიხედვით მოსწავლეები აწყობენ წრედს მასწავლებლის დახმარებით და რეალურად არკვევენ გამოხდილი წყალი ატარებს თუ არა დენს. სუფრის მარილის ჩაყრის შემდეგ, ჩართვენ წრედს იკვლევენ, გახდა თუ არა მარილიანი წყალი გამტარი. ცდის შედეგების გაანალიზებისთვის მასწავლებელი აჩვენებს მოსწავლეებს იგივე ვირტუალურ ლაბორატორიას ლუპის დილაკის ჩართვით. https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=elkap_disociace&l=ru მოსწავლეები აანალიზებენ ელექტროლიტური დისოციაციის პროცესს მატერიის ფორმებზე და მათ გამოვლინებებზე დაყრნობით. ორგანიზების ფორმა - ინდივიდუალური (20 წთ)
აქტივობა #4 აქტივობის მიზანი აქტივობის აღწერა	ელექტროლიზის სადემონსტრაციო ვირტუალური ლაბორატორია მოსწავლემ შეძლოს: - ნივთიერების აღნაგობის გათვალისწინებით ელექტროლიზის მოვლენის ახსნა მასწავლებელი წარმოადგენს ვირტუალურ ლაბორატორიას და აჩვენებს ელექტროლიზის მოვლენას https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=elkap_rozkladne&l=ru პროცესის გაანალიზების შემდეგ მასწავლებელი სვამს კითხვებს: - რა განაპირობებს ნატრიუმის და ქლორის იონების მიღებას ელექტროლიტში? - გამოხდილ წყალში სუფრის მარილის ჩაყრით რომელი იონები მიიღება? - რა მიმართულებით მოძრაობენ მარილწყალში იონები ელექტრული ველის აღძვრისას? - რა არის ელექტრული დენი სითხეში? - რას ნიშნავს იონური გამტარობა? - როგორი გამტარობა აქვს თხევად ლითონებს? - ტემპერატურა ახდენს თუ არა გავლენას სითხის გამტარებლობაზე? ახსენით, რატომ? - მარილწყალის ელექტროლიტში ელექტრული ველი აღძვრისას, საით ამოძრავდებიან ქლორის იონები? - რა მოვლენა ახლავს თან ქლორის იონის ანოდთან მიახლოებას? - საით ამოძრავდებიან ნატრიუმის იონები? - რა მოხდება ნატრიუმის იონის კათოდთან მიახლოებისას?

	ექსპერიმენტული ანალიზის საფუძველზე ფრონტალური კითხვების მეთოდით კლასს გამოაქვს დასკვნა ელექტროლიზის მოვლენის შესახებ. მასწავლებელმა აღნიშნა, რომ პრობლემურ კითხვას, რომელიც გაკვეთილის დასაწყისში დაისვა და მიმდინარე ჩვენი კომპლექსური დავალების შინაარსს უკავშირდება, შემდეგი რამდენიმე გაკვეთილის განმავლობაში სრულად გაეცემა პასუხი. ორგანიზების ფორმა - ინდივიდუალური. (9წთ)
აქტივობა #6 აქტივობის მიზანი აქტივობის აღწერა	რეფლექსიის და შეჯამების ფაზა გაკვეთილის შეჯამება - უკუკავშირი - რა ვისწავლეთ ახალი? მოსწავლემ შეძლოს: • გაკვეთილზე მიღებული ცოდნის შეჯამება; • ფიზიკის გაკვეთილზე მიღებული ცოდნის დაკავშირება ყოფა-ცხოვრებაში წამოჭრილ პრობლემასთან. მასწავლებელი სვამს კითხვას: დღეს რა ვისწავლეთ ახალი? რა გზები და მეთოდები გამოვიყენეთ პრობლემის გადასაჭრელად? მოსწავლეები გაკვეთილზე ჩატარებული ექსპერიმენტული კვლევის შედეგებზე დაყრდნობით აჯამებენ გაკვეთილს. ორგანიზების ფორმა - ინდივიდუალური. (2 წთ)
შეფასება და თვითშეფასება	შეფასება - (განმავითარებელი, განმსაზღვრელი) გაკვეთილის დასაწყისში მოსწავლეები ინფორმირებულნი არიან, რომ ფასდება საგაკვეთილო პროცესში ჩართულობა. მასწავლებელი მოსწავლეებს სთხოვს შეაფასონ საკუთარი თავი. ამის შემდეგ თვითონ მასწავლებელი ახდენს მოსწავლეთა შეფასებას: № 2 -4 აქტივობები ფასდება განმავითარებელი და განმსაზღვრელი შეფასებებით. (2 წთ).
საშინაო დავალება -	სლაიდზე წარმოდგენილია საშინაო დავალება გვ.90, საკონტროლო კითხვები. გაკვეთილზე განხილული თემის უკეთ გაცნობის მიზნით, სლაიდზე მითითებულია ვირტუალური ლაბორატორიებს შესაბამისი ბმულები (1 წთ)
სასწავლო მასალა და რესურსები	იხ. კომპლექსური დავალება #3 ლიტონების ჰარმონია - ელექტროლიზი

დანართი.1.

შეფასების სქემა - ჩართულობა(შეფასების სქემები აღებულია მასწავლებლის წიგნის დანართებიდან)

საგაკვეთილო პროცესში ჩართულობა					
კრიტერიუმები	1-2 დაბალი	3-4 საშუალოზე დაბალი	5-6 საშუალო	7-8 საშუალოზე მაღალი	9-10 მაღალი
საგაკვეთილო პროცესში მოსწავლის აქტიურობა, მოსმენის კულტურა, ეთიკური ნორმების დაცვა	პასიურია, არ არის ჩართული საგაკვეთილო პროცესში, არ უსმენს მოსაუბრეს, არ იცავს ეთიკურ ნორმებს	საგაკვეთილო პროცესში ნაწილობრივია ჩართული, უჭირს ყურადღების კონცენტრირება, ვერ იცავს ეთიკურ ნორმებს	საგაკვეთილო პროცესში ნაწილობრივია ჩართული, იშვიათად უსმენს მოსაუბრეს, ვერ იცავს ეთიკურ ნორმებს	გაკვეთილზე უმეტესად აქტიურია, მობილიზებულია და უსმენს მოსაუბრეს, იცავს ეთიკურ ნორმებს	აქტიურია მთელი გაკვეთილის განმავლობაში, მობილიზებულია და უსმენს მოსაუბრეს, იცავს ეთიკურ ნორმებს
მომიებული ინფორმაციის შეჯამების უნარი, ჯგუფში მუშაობა	ვერ აჯამებს წაკითხულ ინფორმაციას, ჯგუფში მუშაობისას პასიურია	ნაწილობრივ აჯამებს წაკითხულ ინფორმაციას, არ ან ვერ თანამშრომლობს მეწყვილესთან	ნაწილობრივ აჯამებს წაკითხულ ინფორმაციას, ზოგ შემთხვევაში წვლილიც შეაქვს ჯგუფის მუშაობაში	კარგად აჯამებს წაკითხულ ინფორმაციას, შეაქვს წვლილი ჯგუფის მუშაობაში	აჯამებს და აანალიზებს წაკითხულ ინფორმაციას, მნიშვნელოვანია მისი წვლილი ჯგუფის მუშაობაში

საკონტროლო კითხვების პასუხები პარაგრაფების მიხედვით

§ 1

საკონტროლო კითხვების პასუხები:

1. თავისუფალ ელექტრონთა ქაოსური მოძრაობისას გამტარის ნებისმიერ განივკვეთში გასული ჯამური მუხტი ნულის ტოლია.
2. ლითონის სხეულის გადაადგილებისას ელექტრონებთან ერთად იმავე მხარეს გადაადგილდება სხეულში არსებული, მოდულით იმავე მუხტის მქონე დადებითი იონებიც, ამიტომ გადატანილი ჯამური მუხტი ნულის ტოლია.
3. კოსმოსურ სადგურზე, სადაც ხელსაწყოების დენით კვება დიდი ხნის განმავლობაშია საჭირო, დენის წყაროდ გამოიყენება სინათლის ენერგიის დენის ენერგიაში გარდამქნელი ელემენტები.

§ 2

საკონტროლო კითხვების პასუხები:

1. პარაგრაფში მოყვანილის გარდა შეიძლება დავასახელოთ ელექტრობურღი, თმის საშრობი ფენი, შესადუღებელი აპარატი, რადიომიმღები, მიქსერი, მულტიმეტრი, ელექტრომადულარა და სხვა.

2. შიგა წრედში იგულისხმება ყველაფერი, რაც დენის წყაროშია მოთავსებული.
3. გარე წრედი შედგება შემართებული სადენების, მომხმარებლის და ჩამრთველისაგან.
4. ელექტროზარის დარეკვისას ღილაკს ჩამრთველის ფუნქცია აქვს.

§ 3

საკონტროლო კითხვების პასუხები:

1. შერეულს უწოდებენ ისეთ გამტარობას, როდესაც მუხტი ელექტრონებითაც გადაიტანება და იონებითაც. ასეა, მაგალითად, აირებში დენის გავლისას.
2. დენის სითბური მოქმედება იმაში მდგომარეობს, რომ დენიანი გამტარი თბება და სითბოს გარემომცველ სხეულებს გადასცემს. ასეა, მაგალითად, ელექტროჩაიდნის, უთოს, ოთახის ელექტროსახურებლის, ელექტროქურის და სხვა შემთხვევებში.
3. დენის ქიმიური მოქმედება იმაში გამოიხატება, რომ მჟავების, მარილების ან ტუტეების ხსნარებში დენის გავლისას, ხსნარში ჩაშვებულ ელექტროდებზე მიმდინარეობს ქიმიური რეაქციები—ელექტროდებზე გამოიყოფა ხსნარში შემავალი ნივთიერებები. ეს პროცესი გამოიყენება, მაგალითად, ერთი ლითონის ზედაპირის მეორე ლითონით დასაფარად.
4. დენის მაგნიტური მოქმედება იმაში მჟღავნდება, რომ დენიანი გამტარი მაგნიტთან ურთიერთქმედებს. ამ მოქმედებაზეა დამყარებული ელექტროგამზომი ხელსაწყოებისა და ელექტროძრავების მუშაობის პრინციპი.

§ 4

საკონტროლო კითხვების პასუხები:

1. მდინარეში წყალი ერთი მიმართულებით მიედინება, ასევე ერთი მიმართულება აქვს დენიან გამტარში ერთი სახის დამუხტული ნაწილაკების მოძრაობას. როგორც მდინარეთა დებიტი განსხვავდება, ასევე განსხვავდება გამტარების განივკვეთში ერთსა და იმავე დროში გასული მუხტის რაოდენობა.
2. ცალმხრივი მოძრაობის ქუჩაში ყველა ავტომობილი ერთი მიმართულებით მოძრაობს. ერთი მიმართულება აქვს დენიან გამტარში ერთი სახის დამუხტული ნაწილაკების მოძრაობასაც. ამიტომ ასეთი ანალოგიაც არსებობს.
3. დენის ძალა გამტარში 2 ა-ია ნიშნავს, რომ მის განივკვეთში 1 წმ-ში 2 კ მუხტი გადის.
4. თუ ელექტრულ დენს ქმნის უარყოფითად დამუხტული ნაწილაკების მიმართული მოძრაობა, მაშინ დენს მათი მოძრაობის საპირისპირო მიმართულება აქვს.

§ 5

საკონტროლო კითხვების პასუხები:

1. ელექტრულ სქემაზე ამპერმეტრი აღინიშნება წრით, რომელშიც ჩაწერილია ასო A.
2. ამპერმეტრის მოქმედების პრინციპი დამყარებულია დენის მაგნიტურ მოქმედებაზე.
3. ამპერმეტრის მომჭერი „+“ ნიშნით აუცილებლად უნდა მიგუერთოთ იმ გამტარს, რომელიც მოდის დენის წყაროს დადებითი პოლუსიდან.
4. მიმდევრობით შეერთებულ გამტარებში/მოწყობილობებში მუხტი მის არც ერთ უბანზე არ გროვდება, გამტარების ნებისმიერ განივკვეთში დროის ერთეულში გასული მუხტის მნიშვნელობა, ანუ ელექტრული დენი ერთნაირია.

5. ამპერმეტრის დანაყოფის ფასის საპოვნელად ორ აღნიშნულ მნიშვნელობას შორის სხვაობა
6. უნდა გავყოთ მათ შორის ყველაზე მცირე დანაყოფების რაოდენობაზე.

§ 6

საკონტროლო კითხვების პასუხები:

1. გამტარში ელექტრული ველის ცვლილების ანალოგიური პროცესი ნავთობსადენის მილში წნევის გადაცემის პროცესია.
2. გამტარში დენის გავრცელების სიჩქარე 300000 კმ/წმ , ანუ $3 \cdot 10^{11} \text{ მმ/წმ}$ -ია, თავისუფალი ელექტრონების მიმართული მოძრაობის სიჩქარე კი რამდენიმე მმ/ წმ-ია. ე.ი.დენის გავრცელების სიჩქარე დაახლოებით 10^{11} -ჯერ მეტია.
3. მოცემული გამტარი ნიშნავს, რომ q_0, n და S სიდიდეები ფიქსირებულია, ამიტომ დენის ძალის მნიშვნელობა მოცემულ გამტარში მიმართული მოძრაობის v სიჩქარით განისაზღვრება.

§ 7

საკონტროლო კითხვების პასუხები:

1. მდინარის დონეთა სხვაობის ანალოგი ელექტრულ წრედში არის პოტენციალთა სხვაობა დენის მომხმარებლის ბოლოებს შორის.
2. დენის მუშაობას უწოდებენ ელექტრული ველის მხრიდან მიმართულად მოძრავი დამუხტული ნაწილაკების გადატანაზე შესრულებულ მუშაობას.
3. დენის მომხმარებლის მომჭერებზე ძაბვის ცოდნა საჭიროა დენის მუშაობის საპოვნელად.

§ 8

საკონტროლო კითხვების პასუხები:

1. რაც უფრო დიდია გამტარის ბოლოებს შორის ძაბვა, მით მეტია ელექტრული ველის მხრიდან თავისუფალ დამუხტულ ნაწილაკებზე მოქმედი ძალა, მით მეტია მათი მოძრაობის საშუალო სიჩქარე და, შესაბამისად, დენის ძალაც.
2. პროპორციულობის კოეფიციენტს, მოცემული გამტარის ბოლოებზე მოდებულ ძაბვასა და მასში გამავალ დენის ძალას შორის, გამტარობას უწოდებენ.
3. იმ გამტარის გამტარობაა ნაკლები, რომლის ვოლტ-ამპერული მახასიათებლის დახრის კუთხე ძაბვის ღერძისადმი უფრო ნაკლებია.
4. ელექტრონები ერთმანეთთან და ლითონის კრისტალური მესრის კვანძებში მყოფ იონებთან ურთიერთქმედებენ, რაც მათ მიმართულ მოძრაობას აფერხებს.
5. გამტარის წინაღობაში მოიაზრება მისი თვისება—შეაფერხოს თავისუფალი დამუხტული ნაწილაკების მოძრაობა, გამტარობაში კი პირიქით—ნაკლებად შეეწინააღმდეგოს ამ მოძრაობას.

§ 9

საკონტროლო კითხვების პასუხები:

1. დენის ძალის გამტარის წინააღმდეგობაზე დამოკიდებულების დასადგენად უცვლელი უნდა დავტოვოთ გამტარის ბოლოებს შორის ძაბვა.
2. არ გამომდინარეობს, რადგან გამტარის ბოლოებს შორის ძაბვის გაზრდისას იმდენჯერვე გაიზრდება მასში დენის ძალა. შედეგად, მათი შეფარდება, ანუ წინააღმდეგობა არ შეიცვლება.

§ 10

საკონტროლო კითხვების პასუხები:

1. ა) რაიმე მასალის კუთრი წინააღმდეგობის როცხვითი მნიშვნელობა ტოლია ამ მასალისაგან დამზადებული ერთეული სიგრძისა და ერთეული განივკვეთის ფართობის მქონე გამტარის წინააღმდეგობის, რომელიც შეიძლება გავზომოთ.
ბ) ამ მასალისაგან დამზადებული ცნობილი სიგრძისა და განივკვეთის ფართობის მქონე გამტარის წინააღმდეგობა გავზომოთ და შემდეგ $\rho = R \frac{S}{l}$ ფორმულით გამოვთვალოთ
2. როგორც წესი, პრაქტიკაში გამოყენებული ლითონის გამტარების განივკვეთის ფართობი მცირეა და მისი მმ²-ში გამოსახვა უფრო მოსახერხებელია, ვიდრე მ²-ში. სწორედ ამიტომ, ხშირად კუთრი წინააღმდეგობასაც $\frac{\text{ომი} \cdot \text{მმ}^2}{\text{მ}}$ -ში გამოსახავენ.
3. ვერცხლის კუთრი წინააღმდეგობა უფრო მცირეა, ვიდრე ოქროსი, ამიტომ ვერცხლი ოქროზე უკეთესი გამტარია.
4. გრაფიტის კუთრი წინააღმდეგობა ბევრად მცირეა, ვიდრე ებონიტის. ე.ი. ებონიტი გრაფიტზე კარგი იზოლატორია.
5. წრედში სასურველი დენის ძალის მისაღებად დამზადებულ წინააღმდეგობას რეზისტორს უწოდებენ.

§ 11

საკონტროლო კითხვების პასუხები:

1. ლითონის გამტარის ტემპერატურის ზრდისას ლითონის კრისტალური მესრის კვანძებში იონების რხევის ამპლიტუდა მატულობს. შესაბამისად, თავისუფალი ელექტრონები უფრო ხშირად ეჯახება იონებს, რაც მათი მიმართული მოძრაობის საშუალო სიჩქარეს ამცირებს.
2. გათბობისას (ტემპერატურის განსაზღვრულ ინტერვალში) ელექტროლიტის ხსნარებში დისოცირებული მოლეკულების რიცხვი მატულობს, ამიტომ მისი წინააღმდეგობა იკლებს.
3. წინააღმდეგობის ტემპერატურულ კოეფიციენტის განზომილებაა K^{-1} .
4. ელექტროლიტებისათვის $\alpha < 0$ ნიშნავს, რომ გათბობისას ელექტროლიტის ხსნარების წინააღმდეგობა იკლებს.

§ 12

საკონტროლო კითხვების პასუხები:

1. ცნობილი იყო, რომ ლითონის გამტარების წინააღმდეგობა ტემპერატურის ზრდისას მატულობდა, ტემპერატურის კლებისას კი – იკლებდა. ბუნებრივად არსებობდა ვარაუდი, რომ ძალიან დაბალ ტემპერატურებზე წინააღმდეგობაც ძალიან უნდა შემცირებულიყო, მაგრამ გასული

საუკუნის დასაწყისში არ იყო ცნობილი ძალიან დაბალი ტემპერატურის მიღების მეთოდი, შესაბამისად ამ ვარაუდის ექსპერიმენტულად შემოწმება ვერ ხერხდებოდა.

2. ძალიან დაბალ ტემპერატურებზე წინაღობის მკვეთრ ვარდნას მინარევებისაგან გასუფთავებულ მეტალებში ჰქონდა ადგილი .
3. ჩვეულებრივი სადენების ნაცვლად ზეგამტარული სადენების გამოყენების შემთხვევაში ენერგეტიკულ დანაკარგები არ გვექნებოდა.
4. ზეგამტარები გამოიყენება ადრონულ კოლაიდერში, ზეგამტარულ ელექტრომაგნიტებში, ელექტროტექნიკასა და ტრანსპორტში.
5. თუ ზეგამტარის ზემოთ მოვათავსებთ მაგნიტს, ის არ ვარდება და ზეგამტარის თავზე ლივლივებს. ამ მოვლენას მაგნიტურ ლევიტაციას უწოდებენ. ამ მოვლენაზეა დაფუძნებული ე.წ. **მაგნიტურ ბალიშზე** მატარებლის მოძრაობა.

§ 13

საკონტროლო კითხვების პასუხები:

1. წინაღობათა მიმდევრობითი შეერთებისას ყველა მათგანი ერთმანეთის შემდეგ, მიმდევრობითაა ჩართული და წრედში არ არის განშტოება.
2. მიმდევრობითი შეერთებისას წრედში განშტოება არ არის, მუხტი არც ერთ განიკვეთში არ გროვდება, შესაბამისად დროის ერთსა და იმავე შუალედში ყველა წინაღობის განიკვეთში გასული მუხტი ერთნაირია, ე.ი. ერთნაირია დენის ძალაც.
3. მიმდევრობით შეერთებული სხვადასხვა წინაღობიდან მეტი ძაბვა დიდი წინაღობის ბოლოებზეა.

§ 14

საკონტროლო კითხვების პასუხები

1. წინაღობათა პარალელური შეერთებისას ყველა მათგანს შეერთების ორი საერთო წერტილი აქვს, რომელთაგან პირველში ხდება დენის განშტოება (გაყოფა), ხოლო მეორეში— შეკრება.
2. წინაღობათა პარალელურ შეერთებას მიმდევრობითთან შედარებით ის უპირატესობა აქვს, რომ ერთ მათგანში დენის შეწყვეტა დანარჩენებში დენის შეწყვეტას არ იწვევს.
3. პარალელურად შეერთებულ ყველა წინაღობას ორი საერთო წერტილი აქვს და მათ შორის 1 კ მუხტის ნებისმიერი გზით გადატანისას, ერთნაირი მუშაობა შესრულდება; ან შეიძლება ასეც ვთქვათ, ყველა წინაღობის საწყისი და ბოლო წერტილების პოტენციალები ერთნაირია, შესაბამისად ერთნაირია მათ ბოლოებს შორის ძაბვაც.
4. პარალელურად შეერთებული წინაღობებიდან იმაში გადის ნაკლები დენის ძალა, რომლის წინაღობაც მეტია.

§ 15

საკონტროლო კითხვების პასუხები:

1. უბნის ბოლოებს შორის ვოლტმეტრის ჩართვა ამ უბნის თავდაპირველ წინაღობას ცვლის. შესაბამისად, იცვლება უბნის ბოლოებს შორის თავდაპირველი ძაბვაც.

2. ვოლტმეტრის გაზომვის ზღვარს ზრდიან მასთან მიმდევრობით დამატებითი წინაღობის შეერთებით.
3. ვოლტმეტრის გაზომვის ზღვრის გაზრდა გაზომვის სიზუსტეს ამცირებს.
4. მომხმარებელთან ამპერმეტრის ჩართვა ამ უზნის თავდაპირველ წინაღობას ცვლის. შესაბამისად, იცვლება მასში თავდაპირველი დენის ძალაც.
5. ამპერმეტრის გაზომვის ზღვარს ზრდიან მასთან პარალელურად გარკვეული წინაღობის (შუნტის) შეერთებით.

§ 16

საკონტროლო კითხვების პასუხები:

1. გამონათქვამში „ელექტრული დენის მუშაობა“ ელექტრული ძალების მიერ შესრულებული მუშაობა იგულისხმება.
2. ამ უზნის ერთი ბოლოდან მეორეში 1 კ მუხტის გადატანისას ელექტრული ველი 5 ჯ მუშაობას ასრულებს.
3. დენის სიმძლავრის საზომ ხელსაწყოს ვატმეტრი ჰქვია.
4. ელექტროჩაიდანზე აწერია მისი სიმძლავრე. ვთქვათ, ის 1000 ვტ-ია. ამ ჩაიდანში გამავალი დენი 900 წმ-ში შეასრულებს $1000\text{ვტ} \cdot 900\text{წმ} = 900000\text{ჯ}$ მუშაობას. ის კვტ-სთ-ბში ასე გამოითვლება: $900000\text{ჯ} = 900000:3600000 = 0,25\text{ კვტ-სთ}$.
5. ელექტრომრიცხველი ზომავს დენის მიერ შესრულებულ მუშაობას კილოვატსაათებში.

§ 17

საკონტროლო კითხვების პასუხები:

1. გამტარის ტემპერატურის მატებასთან ერთად გარემოზე გადაცემული სითბოს რაოდენობაც მატულობს, ამიტომ დადგება მომენტი, როდესაც გამტარის ტემპერატურა ზრდას შეწყვეტს. ამ მომენტიდან დენის მიერ შესრულებული მუშაობის ტოლი სითბოს რაოდენობა მთლიანად გარემოს გადაეცემა.
2. ელექტროგადამცემ ხაზებში ენერგიის დანაკარგს ხაზის დასაწყისში ძაბვის გაზრდის გზით ამცირებენ.

§ 18

საკონტროლო კითხვების პასუხები:

1. თუ წრედში მხოლოდ ელექტროსტატიკური ძალები იარსებებდა, მაშინ წრედში მუხტის ჩაკეტილ ტრაექტორიაზე გადაადგილებისას ამ ძალების შესრულებული მუშაობა ნულის ტოლი იქნებოდა. როგორც ვიცით, წრედში დენის გავლისას ენერგია გამოიყოფა, ამიტომ წრედში უნდა არსებობდეს არაელექტროსტატიკური, გარეშე ძალები, რომელთა მუშაობა ჩაკეტილ ტრაექტორიაზე ნულის ტოლი არ არის.
2. შიგა წრედი არის წრედის ნაწილი დენის წყაროს შიგნით; გარე წრედი არის წრედის ნაწილი დენის წყაროს გარეთ; სრული წრედი შიგა და გარე წრედების ერთობლიობა, ანუ მთლიანი წრედა.
3. დენის წყაროს იმ ელექტროდს, რომელზეც უარყოფითი მუხტი გროვდება, კათოდი ეწოდება, რომელზეც დადებითი მუხტი—ანოდი.

4. „ლიმონიან ელემენტში“ ელექტროლიტის როლს ლიმონის წვენი ასრულებს.
5. არ შეიძლება. ასეთ შემთხვევაში ელექტროდებზე ერთნაირი მუხტი დაგროვდება და ელექტროდებს შორის პოტენციალთა სხვაობა არ აღიმგრება.

§ 19

საკონტროლო კითხვების პასუხები:

1. წრედის შიგა და გარე უბნებზე გამოყოფილი სითბოს რაოდენობათა ჯამი გარე ძალების მიერ შესრულებული მუშაობის ტოლია.
2. მიმდევრობით შეერთებული რამდენიმე ელემენტის შემთხვევაში თითოეულის ემპ-ის ნიშნის დასადგებად ნებისმიერად უნდა ავირჩიოთ შემოვლის მიმართულება. თუ არჩეული მიმართულებით შემოვლისას წყაროს უარყოფითი პოლუსიდან დადებით პოლუსზე გადავდივართ, მაშინ ამ წყაროს ემპ დადებითია, ხოლო თუ დადებითი პოლუსიდან უარყოფითზე—უარყოფითია.
3. თუ წრედის სრული ემპ $\mathcal{E} > 0$, ეს ნიშნავს, რომ წრედში დენის მიმართულება ემთხვევა არჩეულ შემოვლის მიმართულებას. თუ $\mathcal{E} < 0$, დენის მიმართულება არჩეულის საპირისპიროა.
4. მიმდევრობით შეერთებული ელემენტების ბატარეის შიგა წინაღობა მასში შემავალი ელემენტების შიგა წინაღობების ჯამის ტოლია. პარალელურად შეერთებული ელემენტთა ბატარეის შიგა წინაღობა კი პარალელური შეერთების წესით გამოითვლება.

§ 20

საკონტროლო კითხვების პასუხები

1. დენის წყაროს ემპ-ის გასაზომად მის პოლუსებს ძალიან დიდი წინაღობის მქონე ვოლტმეტრი უნდა მიუერთოთ. ასეთ შემთხვევაში ვოლტმეტრის ჩვენება დიდი მიახლოებით ემპ-ის ტოლია.
2. დენის წყაროს მოკლე ჩართვისას გარე წინაღობა ნულის ტოლია.
3. დნობადი მცველების მუშაობის პრინციპი იმაზეა დამყარებული, რომ წრედში დენის ძალის დასაშვებზე მეტი მნიშვნელობების დროს მცველის წვრილი მავთული ისე ცხელდება, რომ დნება და წრედი ითიშება.

§ 22

საკონტროლო კითხვების პასუხები:

1. რიკკეს ცდაში ცილინდრების მასა არ შეიცვალა. მუხტის გადამტანები იონები რომ ყოფილიყო, ცილინდრების მასა საგრძნობლად შეიცვლებოდა.
2. სტიუარტისა და ტოლმენის ცდის იდეა ეფუძნებოდა ინერციის მოვლენას: თუ ამოძრავებულ გამტარს უცებ დავამუხრუჭებთ, თავისუფალმა ელექტრონებმა ინერციით უნდა გააგრძელონ მოძრაობა, ამიტომ გამტარში ხანმოკლე ელექტრული დენი უნდა დაფიქსირდეს.
3. ლითონებს ელექტრონული გამტარებლობა ახასიათებს.

§ 23

საკონტროლო კითხვების პასუხები:

1. დიპოლი არის გარკვეული მანძილით დაშორებული, მოდულით ტოლი და ნიშნით საპირისპირო ორი მუხტის ერთობლიობა.
2. $NaCl$ -ის დიპოლის ელექტრული ველის ზეგავლენით Na^+ იონისაკენ წყლის დიპოლები უარყოფითი პოლუსით მოტრიალდება, Cl^- იონისაკენ კი—დადებითი პოლუსით. შედეგად, $NaCl$ -ის მოლეკულა გაიწელება, იონებს შორის კავშირი შესუსტდება და სითბური მოძრაობისას მცირე დაჯახებაც კი მის რღვევას იწვევს.
3. ელექტროლიტის იონებად დაშლილი მოლეკულათა რაოდენობის შეფარდებას მოლეკულათა საერთო რიცხვთან, გამოსახულს პროცენტებში, დისოციაციის ხარისხი ეწოდება.
4. სხვადასხვა ნიშნის იონების შეერთებას და ნეიტრალური მოლეკულის აღდგენას რეკომბინაციას უწოდებენ.
5. ანიონებს ანოდისაკენ მოძრავ, ანუ უარყოფით იონებს უწოდებენ, კათიონებს კი—კათოდისაკენ მოძრავს, ანუ დადებით იონებს.

§ 24

საკონტროლო კითხვების პასუხები:

1. ელექტროდზე გამოყოფილი ნივთიერების მასა შეიძლება განვსაზღვროთ ელექტროდის აწონვით ელექტროლიზამდე და მისი დასრულების შემდეგ.
2. ნივთიერების ელექტროქიმიური ეკვივალენტი რიცხობრივად ნივთიერების იმ მასის ტოლია, რომელიც გამოიყოფა ელექტროდზე იონების მიერ 1 კ მუხტის გადატანისას.
3. ფარადეის მუდმივა რიცხობრივად იმ მუხტის ტოლია, რომელმაც უნდა გაიაროს ელექტროლიტში, რათა ელექტროდზე ერთვალენტიანი ნივთიერების ერთი მოლი გამოიყოს.

§ 25

საკონტროლო კითხვების პასუხები:

1. ლითონის ნაკეთობა, რომლის ზედაპირის დაფარვა სურთ, ელექტროლიტურ აბაზანაში კათოდად უნდა მოთავსდეს.
2. ელექტროლიტად იმ ლითონის მარილის ხსნარს იყენებენ, რომლითაც სხეულის დაფარვა უნდათ.
3. გამტარი ნაკეთობის ზედაპირის ლითონის ასლის მისაღებად ნაკეთობის ზედაპირი წინასწარ შეიძლება გრაფიტით დაიფაროს, შემდეგ კი ლითონი დაეფინოს ელექტროლიზით. ამ შემთხვევაში ლითონის თხელი ფენა ნაკეთობას ადვილად მოცილდება.

§ 26

საკონტროლო კითხვების პასუხები:

1. ნორმალურ პირობებში აირი დენს არ ატარებს იმიტომ, რომ მასში თავისუფალი დამუხტული ნაწილაკების არასაკმარისი რაოდენობაა.

2. აირის გაცხელებისას მისი მოლეკულების მოძრაობის საშუალო სიჩქარე მატულობს, ურთიერთშეჯახებისას მოლეკულების ნაწილი დადებით იონებად და ელექტრონებად იშლება, ამიტომ გაცხელებული აირი დენს ატარებს.
3. ელექტრული დენი აირებში და ელექტროლიტებში სამი ნიშნით განსხვავდება: ა) აირების გამტარებლობა ელექტრონულ-იონური სახისაა, ელექტროლიტებისა კი—იონური სახის; ბ) აირებში დენის გავლისას ელექტროდებზე ნივთიერება არ გამოიყოფა, ელექტროლიტებში გავლისას კი—გამოიყოფა; გ) ჩვეულებრივ, აირებში დენის გავლისათვის იონიზატორის მოქმედებაა საჭირო, ელექტროლიტებში კი ის საჭირო არ არის.

§ 27

საკონტროლო კითხვების პასუხები:

1. აიროვანი განმუხტვისას ელექტრული დენი ნაჯერობას მაშინ მიაღწევს, როცა იონიზატორის მიერ ერთ წამში წარმოქმნილ დამუხტული ნაწილაკთა რაოდენობა იმავე დროში ელექტროდებს მიღწეულ ნაწილაკთა რაოდენობას გაუტოლდება.
2. ორ მომდევნო დაჯახებას შორის ელექტრონის მიერ გავლილ მანძილს თავისუფალი განარბენი ეწოდება.
3. დარტყმითი იონიზაციის პროცესი იმაში მდგომარეობს, რომ ელექტრული ველის გავლენით აჩქარებული ელექტრონი თავისუფალი განარბენის ტოლ მანძილზე ასწრებს ისეთი კინეტიკური ენერგიის შეძენას, რომელიც საკმარისია ატომთან დაჯახებისას მისი იონიზაციისათვის. ამ შემთხვევაში ელექტრონებისა და იონების რიცხვი მკვეთრად, ზეგავისებრად გაიზრდება. შესაბამისად, მკვეთრად გაიზრდება დენის ძალაც.
4. სხეულის ზედაპირიდან ელექტრონების ამოტყორცნის მოვლენას ელექტრონული ემისია ეწოდება.

§ 28

საკონტროლო კითხვების პასუხები:

1. პლაზმის იონიზაციის ხარისხი ეწოდება იონიზირებული ატომების ან მოლეკულების კონცენტრაციის შეფარდებას მათ საერთო კონცენტრაციასთან.
2. დაბალტემპერატურული პლაზმა მიიღება აირის ატომებზე სხვადასხვა გამოსხივების ან სწრაფი დამუხტული ნაწილაკების დაჯახების შედეგად.
3. პლაზმას, რომლის ტემპერატურა $10^5 K$ -ს არ აღემატება „ცივ პლაზმას“ უწოდებენ, „ცხელ პლაზმას“ კი უწოდებენ $10^6 \div 10^8 K$ და მეტი ტემპერატურის პლაზმას.

§ 29

საკონტროლო კითხვების პასუხები:

1. ვაკუუმს მილაკში (ჟურჟელში) უწოდებენ აირის იმდენად გაუხშობულ მდგომარეობას, როდესაც ნაწილაკები ჟურჟლის ერთი კედლიდან მეორემდე მანძილს სხვა ნაწილაკებთან დაჯახების გარეშე გადის, ანუ როდესაც ნაწილაკის თავისუფალი განარბენი ჟურჟლის ზომებზე მეტია.
2. ვაკუუმურ მილაკში თერმოელექტრონულ ემისიას იყენებენ.
3. კათოდს ოქსიდებით იმიტომ ფარავენ, რომ ოქსიდირებული კათოდიდან თერმოელექტრონული ემისია უფრო დაბალ ტემპერატურაზე ხორციელდება, ვიდრე სუფთა ლითონიდან.
4. ელექტრონების ამოფრქვევის შედეგად, კათოდი დადებითად იმუხტება, ამიტომ ამოსული ელექტრონები მის მახლობლად რჩება. ამ ელექტრონების ერთობლიობას ელექტრონულ ღრუბელს უწოდებენ.

5. ვაკუუმურ დიოდში ნაჯერობის დენი იმ შემთხვევაში მიიღება, როცა კათოდი ოქსიდური ფენით დაფარული არ არის და კათოდიდან ამოფრქვეული ყველა ელექტრონი ანოდს აღწევს.
6. ძალიან მაღალი ანოდური ძაბვით აჩქარებული ელექტრონები ანოდისაკენ მოძრაობისას დიდ კინეტიკურ ენერგიას იძენს. როცა ელექტრონები მიაღწევს ანოდს, ისინი ანოდთან შეჯახებისას მკვეთრად მუხრუჭდება, რის შედეგადაც ელექტრონების ენერგიის ნაწილი რენტგენის გამოსხივებად გარდაიქმნება.

§ 30

საკონტროლო კითხვების პასუხები:

1. თერმორეზისტორებს ამზადებენ ისეთი ნახევარგამტარული მასალისაგან, რომლის კუთრი წინაღობა მკვეთრად იცვლება ტემპერატურის ცვლილებისას.
2. ფოტორეზისტორს უწოდებენ იმ ნახევარგამტარს, რომლის კუთრი წინაღობა მკვეთრად იცვლება მისი განათებულობის ცვლილებისას.
3. კოვალენტურს უწოდებენ ატომებს შორის ისეთ ბმას, რომელიც ხორციელდება წყვილელექტრონული კავშირით. ამ ბმის შექმნაში თითოეული ატომიდან თითო სავალენტო ელექტრონი მონაწილეობს. კოვალენტური ბმის შექმნისას ელექტრონი დაცილდება ატომს, რომელსაც ის ეკუთვნის და მეზობელ ატომთან საზიარო ხდება. საზიარო ელექტრონების უარყოფითი მუხტი აკავებს ერთმანეთთან დადებით იონებს.
4. ნახევარგამტარში ხვრელს უწოდებენ ვაკანტურ ადგილს, სადაც ელექტრონი აკლია.
5. სუფთა ნახევარგამტარში თავისუფალ ელექტრონებისა და ხვრელების რაოდენობა ტოლია—ერთ თავისუფალ ელექტრონზე ერთი ხვრელი მოდის.

§ 31

საკონტროლო კითხვების პასუხები:

1. n-ტიპის ნახევარგამტარში მუხტის ძირითადი გადამტანები ელექტრონებია, p-ტიპის ნახევარგამტარში კი—ხვრელები.
2. p და n- ტიპის ნახევარგამტარების კონტაქტს, p-n გადასასვლელს უწოდებენ.
3. p-n გადასასვლელს პირდაპირს უწოდებენ, როდესაც დენი გადასასვლელში მუხტის ძირითადი გადამტანებით იქმნება: n-ტიპის უბნიდან p-ტიპის უბანში ელექტრონებით, ხოლო p-ტიპის უბნიდან n-ტიპის უბანში — ხვრელებით.
4. p-n გადასასვლელს არაპირდაპირს უწოდებენ, როდესაც დენი გადასასვლელში მუხტის არაძირითადი გადამტანებით იქმნება: n-ტიპის უბნიდან p-ტიპის უბანში ხვრელებით, ხოლო p-ტიპის უბნიდან n-ტიპის — ხვრელებით. არაპირდაპირი გადასვლის დენი ძალიან მცირეა.

§ 32

საკონტროლო კითხვების პასუხები:

1. დიოდში რომ დენმა გაიაროს ის უნდა ჩავრთოთ პირდაპირი გზით, ანუ p-ტიპის ნახევარგამტარის მხარეს უნდა მოვდოთ დადებითი პოტენციალი, ხოლო n-ტიპის მხარეს—უარყოფითი.
2. შუქდიოდებს უწოდებენ ისეთი ნახევარგამტარული მასალისაგან დამზადებულ დიოდს (p-n გადასასვლელს), რომელშიც ელექტრონებისა და ხვრელების რეკომბინაცია ნათებას იძლევა.
3. ტრანზისტორის ძირითადი ელემენტებია ემიტერი, ბაზა და კოლექტორი.
4. n-p-n ტანზიტორის ემიტერში მუხტის ძირითადი გადამტანები ელექტრონებია.

§4

1. $I = \frac{q}{t} = 0,5 \text{ ა}$
2. $I_1 = \frac{3q}{t} \quad I_2 = \frac{q}{2t} \quad \frac{I_1}{I_2} = 6$
3. $I_1 = \frac{q_1}{t_1} \quad I_2 = \frac{q_2}{t_2} \quad I_2 - I_1 = 1,1 \text{ ა}$
4. $q = I \cdot t \quad N = \frac{q}{e} = 3,75 \cdot 10^{20}$
5. $q = I \cdot t = 3600 \text{ კ}$
6. $t = \frac{q}{I} = 9000 \text{ წმ}$
7. $t = \frac{q_1 - q_2}{I} = 1,28 \text{ სთ}$
8. $q = \frac{I_1 + I_2}{2} \cdot t = 100 \text{ კ}$
9. $q_3 = \frac{q_1 + q_2}{2} = 50 \text{ მკკ} \quad I = \frac{\Delta q}{\Delta t} = 6 \text{ მა}$
10. $q_1 = CU \quad q_2 = 0 \quad I = \frac{\Delta q}{\Delta t} = 4,5 \text{ მა}$

§6

1. დენის გავრცელების სიჩქარე ლითონის გამტარში დაახლოებით $3 \cdot 10^8 \text{ მ/წმ}$ -ია
2. $t_1 = \frac{s}{v_1} \quad t_2 = \frac{s}{v_2} \quad \frac{t_2}{t_1} = 9,1 \cdot 10^5$
3. $t = \frac{s}{v} = 10^{-7} \text{ წმ}$
4. არა რადგან: $t = \frac{s}{v} = 5 \text{ ნწმ}$
5. $I_2 = I_1 = 3,4 \text{ ა}$
6. $q = I \cdot t = 30 \text{ კ}$
7. $I = envs \quad v = \frac{I}{ens} \approx 0,3 \cdot 10^{-2} \text{ სმ/წმ}$
8. $I = envs \quad n = \frac{I}{evs} = 2,5 \cdot 10^{27} \text{ მ}^{-3}$
9. $m_1 = \rho s_1 L \quad m_2 = \rho s_2 L \quad s_2 = 4s_1 \quad I_1 = I_2 \quad v = \frac{I}{qns} \quad v_1 = 4v_2 \quad v_2 = 0,3 \text{ სმ/წმ}$
10. $s = \frac{\pi d^2}{4} \quad s_1 = 9s_2 \quad I_1 = I_2 \quad v = \frac{I}{qns} \quad v_2 = 9v_1$

§7

1. ხელსაწყოს აბსოლუტური ცდომილება დანაყოფის ფასის ნახევარია. რაც უფრო მცირეა დანაყოფის მნიშვნელობა მით უფრო ზუსტია ხელსაწყო.
2. $U = \frac{A}{q} = 100 \text{ ვ}$
3. $A = Uq = 1800 \text{ ჯ}$
4. $U_1 = U_2 \quad A = Uq \quad A_1 = 4A_2$
5. $U = \frac{A}{q} = 220 \text{ ვ}$

6. $U = \frac{q}{C} = 15$ ვ
7. $U_1 = U_2$ $A_1 = A_2$ $A = Uq$ $q = I \cdot t$ $t_2 = 3, t_1 = 84$ ს
8. $I_1 = I_2$ $q_1 = q_2$ $U = \frac{A}{q}$ $U_2 = 5U_1 = 45$ ვ
9. $A = Uq$ $q = I \cdot t$ $I = \frac{A}{U \cdot t} = 0,5$ ა
10. $q = I \cdot t$ $U = \frac{A}{q} = 27$ ვ

§8

1. არა რადგან რამდენჯერაც იზრდება ძაბვა იმდენჯერ იზრდება გამტარში გამავალი დენის ძალაც
2. $I \sim U$ შემცირდება 4,5-ჯერ
3. $I \sim U$ გავზარდოთ 3,14-ჯერ
4. პირველის
5. ერთსა და იმავე ძაბვაზე რომელშიც მეტმა დენმა გაიარა იმისი გამტარობაა მეტი
6. მეორეში, რადგან მასზე მეტი ძაბვაა მოდებული
7. $\frac{R_2}{R_1} = \frac{u_2}{u_1}$ მეორე გამტარის 1,5-ჯერ
8. $\gamma = \frac{I}{U}$ $I_1 = 3I_2$ $\gamma_1 = 3\gamma_2$
9. $\text{ctg}\alpha = \frac{U}{I}$ $\text{ctg}\alpha_4 > \text{ctg}\alpha_2 > \text{ctg}\alpha_3 > \text{ctg}\alpha_1$
10. $\text{ctg}\alpha_2 = \text{ctg}\alpha_3$

§9

1. $I = \frac{u}{R} = 4,8$ ა
2. $U = I \cdot R = 100$ ვ
3. $I \sim U$ I -გაიზრდება 5-ჯერ
4. $I \sim \frac{1}{R}$ I -შემცირდება 4-ჯერ
5. $I \sim U$ $I \sim \frac{1}{R}$ R -გავზარდოთ 8-ჯერ
6. $I \sim U$ $I \sim \frac{1}{R}$ I -შემცირდება 50-ჯერ
7. $I \sim U$ არა რადგან დენიც გაიზრდება 3-ჯერ
8. $I \sim U$ $I_2 = 5I_1$ $U_2 = 5U_1$ $U_2 = 45$ ვ
9. $R_2 = \frac{u_2}{I_2} = 40$ ომი $R_1 = \frac{u_1}{I_1} = 20$ ომი
10. $R_2 = \frac{3}{2}$ $R_3 = \frac{12}{8}$ $R_2 = R_3 = 1,5$ ომი

§10

1. $R = \rho \frac{l}{S} = 0,2$ ომი
2. $\rho = \frac{RS}{l} = 0,055$ ომი·მმ²/მ (ვოლფრამი)

3. არა რადგან ნივთიერება არ იცვლება

$$4. I_1 R_1 = I_2 R_2 \quad I_1 \rho_1 = I_2 \rho_2 \quad I_2 = \frac{I_1 \rho_1}{\rho_2} = 0,11 \text{ ა}$$

$$5. R \sim l \quad R \sim \frac{1}{S} \quad R_1 = R_2$$

$$6. R \sim l \quad R \sim \frac{1}{S} \quad l_1 S_1 = l_2 S_2 \quad l_2 = 5l_1 \quad S_2 = \frac{S_1}{5} \quad 25R_1 = R_2$$

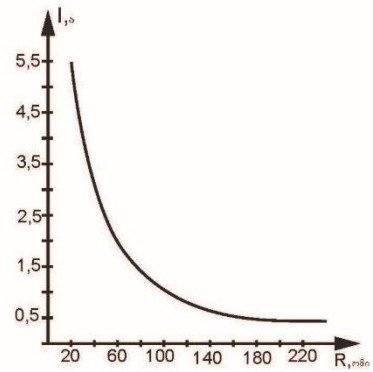
$$7. R \sim l \quad R \sim \frac{1}{S} \quad l_1 S_1 = l_2 S_2 \quad S_2 = 4S_1 \quad l_2 = \frac{l_1}{4} \quad R_1 = 16R_2$$

$$8. U_{\max} = R_{\max} I_{\max} = 480 \text{ ვ}$$

$$9. R = \rho \frac{l}{S} \quad R_1 = R/10 \quad I_1 = U/R_1 \quad I_1 \approx 0,3 \text{ ა}$$

$$10. I \sim \frac{1}{R} \quad I_{\max} = U/R_{\min} \quad I_{\max} = 5,5 \text{ ა} \quad I_{\min} = U/R_{\max} \quad I_{\min} = 0,5 \text{ ა}$$

იხ. გრაფიკი.



§11

$$1. R = R_0(1 + \alpha t) = 128 \text{ ომი}$$

$$2. \alpha = \frac{R - R_0}{t R_0} = 0,5 \cdot 10^{-3} \text{ K}^{-1}$$

$$3. R_0 = \frac{R}{1 + \alpha t} = 100 \text{ ომი}$$

$$4. R_1 I_1 = R_2 I_2 \quad I_2 = \frac{R_1 I_1}{R_2} = \frac{I_0}{1 + \alpha t_2} \approx 0,7 \text{ ა}$$

$$5. \frac{u_1}{R_1} = \frac{u_2}{R_2} \quad u_2 = \frac{u_1 \cdot R_2}{R_1} \quad u_2 = u_1(1 + \alpha t_2) = 115 \text{ ვ}$$

$$6. t = \frac{R - R_0}{\alpha R_0} = 2000^\circ \text{C}$$

$$7. \frac{\rho}{\rho_0} = 1,5 \quad 1 + \alpha \cdot \Delta t = 1,5 \quad \Delta t = 128,2^\circ \text{C}$$

$$8. \frac{R_2}{R_1} = \frac{R_0(1 + \alpha t)}{R_0} \quad R_2 = R_1 \cdot 199\%$$

$$9. R_1 = R_0(1 + \alpha t_1) \quad R_2 = R_0(1 + \alpha t_2) \quad \frac{R_1}{R_2} = \frac{1 + \alpha t_1}{1 + \alpha t_2} \quad \alpha = \frac{R_2 - R_1}{R_1 t_2 - R_2 t_1} = 0,0003 \text{ K}^{-1}$$

$$10. \alpha = \frac{R_2 - R_1}{R_1 t_2 - R_2 t_1} = 1,3 \cdot 10^{-4} \text{ K}^{-1} \text{ (ნიხრომი)}$$

§13

$$1. R = R_1 + R_2 = 70 \text{ ომი}$$

$$2. R = R_1 + R_2(\min) \quad R = R_1 + R_2(\max) \quad R = 50 \div 300 \text{ ომი}$$

$$3. R = 10R_1 \quad I = \frac{U}{R} = 1,6 \text{ ა}$$

$$4. I \sim \frac{1}{R} \quad R_1 + R_2 = 3R_1 \quad R_2 = 150 \text{ ომი}$$

$$5. U_1 = \frac{U}{4} \quad U_2 = \frac{U}{6} \quad U_1 = 1,5U_2$$

$$6. U_1:U_2:U_3 = R_1:R_2:R_3 \quad U_1 = 12 \text{ ვ} \quad U_2 = 18 \text{ ვ} \quad U_3 = 24 \text{ ვ}$$

$$7. U_2 = U - U_1 = 246 \text{ ვ} \quad R_2 = \frac{U_2}{I} = 82 \text{ ომი}$$

$$8. U_2 = U - U_1 = 100 \text{ ვ} \quad U_1:U_2 = R_1:R_2 \quad R_2 = 44 \text{ ომი}$$

9. სრული წინაღობა იზრდება შესაბამისად დენი მცირდება. ასევე მცირდება ძაბვა ნათურაზე ე. ი ამპერმეტრის ჩვენება შემცირდება, ვოლტმეტრის ჩვენება გაიზრდება.

$$10. R_1 2R \quad R_2 = 3R \quad \frac{I_2}{I_1} = \frac{2}{3} \quad \frac{u_2}{u_1} = \frac{2}{3}$$

§14

1. $\frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} = 4$ ომი
2. $R = \frac{R_1}{3} = 7$ ომი
3. $R = \frac{R_1}{10} = 11$ ომი $I = \frac{U}{R} = 8$ ა
4. $R_1 = 12R$ $R_2 = \frac{R}{12}$ $R_1 = 144R_2$
5. $\frac{I_1}{I_2} = \frac{R_2}{R_1}$ $I_2 = 2,7$ ა $I_3 = I_1 + I_2 = 3,6$ ა
6. $I_3 = I$ $I_2 = I_1 = 3I$ $7I = 2,1$ ა $I = 0,3$ ა
7. $R_1 + R_2 = \frac{U}{I_1} = 10$ ომი $\frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} = 2,4$ ომი $R_1 \cdot R_2 = 24$ ომი $R_1 = 6$ ომი $R_2 = 4$ ომი ($R_2 = 6$ ომი $R_1 = 4$ ომი)
8. $U_1 = U_2$ $R_1 = 4R$ $R_2 = \frac{4R}{5}$ $I_2 = 1,25I_1$
9. $R_{AB} = 0,5r$ $R_{BC} = 0,5r$ $R_{ac} = r = 4$ ომი
10. $U_{BC} = 12$ ვ $R_{BC} = 2$ ომი $I = 6$ ა $U_{AB} = 12$ ვ $I_A = 1,5$ ა

§15

1. $\frac{R_1}{R_2} = \frac{U_1}{U_2}$ $U_1 = 4U_2 = 60$ ვ
2. $U_2 = 3U_1$ $4U_1 = 144$ $U_2 = 108$ ვ
3. $\frac{R_3 R_1}{R_3 + R_1} = \frac{1200}{7}$ $R_2 = \frac{1200}{2}$ $\frac{U_3}{U_2} = \frac{2}{7}$ $U_3 = U_2 \frac{2}{7} = 60$ ვ
4. $\frac{I_1}{I_2} = \frac{R_2}{R_1}$ $I_1 = 0,03$ ა
5. $\frac{I_1}{I_2} = \frac{R_2}{R_1}$ $I_2 = 0,4$ ა
6. $R_{\Sigma} = R_3(n-1) = 5000$ ომი
7. $n = \frac{U_2}{U_1}$ $R_{\Sigma} = R_3(n-1) = 2000$ ომი
8. $R = \frac{R_7}{n-1}$ $R = 0,1$ ომი
9. $I_1 = 10$ მა $I_2 = 0,2$ ა $n = \frac{I_2}{I_1} = 20$ $R_{\Sigma} = \frac{R_3}{n-1} = 0,04$ ომი
10. $R_3 = \frac{U_1}{I_1}$ $n = \frac{R_{\Sigma}}{R_3} + 1 = 2,2$ აბსოლუტური ცდომილება გაიზრდება 2,2-ჯერ

§16

1. $A = Uq = 1500$ ჯ
2. $q = It$ $A = Uq = 720$ ჯ
3. $A = UI t$ $t = \frac{A}{UI} = 10$ სთ
4. $P = UI = 100$ ვტ
5. $A = I^2 R t$ $I^2 = \frac{A}{R t}$ $I = 0,6$ ა

6. $P_1 = \frac{u^2}{12R}$ $P_2 = \frac{u^2}{8R}$ $\frac{P_2}{P_1}=1,5$
7. $R_1+R_2=10$ ომი $R_3+R_4=5$ ომი $I_1=I_2 \equiv I$ $I_3=I_4 \equiv 2I$ $A_2 > A_1$ $A_3 > A_4$ $A_2 = I^2 R_2$ $A_3 = 4I^2 R_3$
 $A_3 > A_2$
8. არა რადგან ნომინალურზე მეტი ძაბვა აღმოჩნდება პირველ ნათურაზე
9. $R_1 = \frac{U^2}{P_1}$ $R_2 = \frac{U^2}{P_2}$ $\frac{R_2}{R_1} = \frac{1}{2}$ $U_1 = \frac{2U}{3}$ $U_2 = \frac{U}{3}$ $N_1 = \frac{U_1^2}{R_1}$ $N_2 = \frac{U_2^2}{R_2}$ $N_1 = \frac{4}{9} P_1$ $N_2 = \frac{1}{9} P_2$
10. $N_1 = P_1$ $\frac{P_2}{P_3} = \frac{R_3}{R_2} = \frac{2}{3}$ $u_2 = \frac{3u}{5}$ $u_3 = \frac{2u}{5}$ $N_2 = \frac{9P_2}{25}$ $N_3 = \frac{4P_3}{25}$

§17

1. $Q = \frac{U^2}{R} \cdot t$ $R_{\text{მიმ}} > R_{\text{პარ}}$
2. $Q = I^2 R t$ $R_1 = 3R_2$ $Q_1 = 3Q_2$
3. $Q = \frac{U^2}{R} \cdot t$ $R_1 = 7R$ $R_2 = \frac{R}{7}$ $Q_2 = 49Q_1$
4. $u_2 = u - u_1$ $R_2 = \frac{u_2}{I}$ $Q = I^2 R_2 t = 405$ ჰჯ
5. $R_1 = \frac{u^2}{p_1}$ $R_2 = \frac{u^2}{p_2}$ $R_1 > R_2$ $N = I^2 R$ $N_1 > N_2$
6. $R_1 = \frac{u^2}{p_1}$ $R_2 = \frac{u^2}{p_2}$ $R_1 > R_2$ $N = \frac{u^2}{R}$ $N_2 > N_1$
7. $R = \rho \frac{l}{S}$ $A = \frac{u^2}{R} t = 6776$ კვტსთ
8. $Q = \frac{U^2}{R} \cdot t$ $R_{\text{მიმ}} > R_{\text{პარ}}$ $Q_{\text{პარ}} > Q_{\text{მიმ}}$
9. $R_1 = \frac{u^2}{Q} t_1$ $R_2 = \frac{u^2}{Q} t_2$ $R_1 + R_2 = \frac{u^2}{Q} t_3$ $\frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} = \frac{u^2}{Q} t_4$ $t_3 = t_1 + t_2 = 18$ წთ $t_4 = \frac{t_1 t_2}{t_1 + t_2} = 4$ წთ
10. $\eta = \frac{A_{\text{სახ}}}{A_{\text{ბრ}}}$ $A_{\text{სახ}} = cm \Delta t$ $A_{\text{ბრ}} = UI \tau$ $\tau = \frac{\eta cm \Delta t}{uI} = 10$ წთ

§19

1. $\mathcal{E} = \frac{A_{\text{ფ}}}{q} = 5$ ვ
2. $I = \frac{\mathcal{E}}{R+r} = 0,5$ ა
3. $I = \frac{\mathcal{E}}{R+r}$ $I r = 1,5$ ვ
4. $I = \frac{u}{R}$ $\mathcal{E} = I(R+r) = 16$ ვ
5. $R = 5r$ $u = \frac{\mathcal{E} R}{R+r}$ $u = \frac{5\mathcal{E}}{6}$ $\mathcal{E} = 1,2u$
6. $u_1 = \frac{\mathcal{E} R}{R+r}$ $r = R$ $u_2 = \frac{\mathcal{E} \cdot 2R}{2R+r}$ $u_2 = 6$ ვ
7. $u_1 = \frac{\mathcal{E} R}{R+r}$ $r = 2R$ $u_2 = \frac{\mathcal{E} \cdot 0,5R}{0,5R+r}$ $u_2 = 2,4$ ვ
8. $u = \frac{P}{I}$ $u_1 = 7$ ვ $u_2 = 10$ ვ $\mathcal{E} = u_1 + I_1 r$ $\mathcal{E} = u_2 + I_2 r$ $\mathcal{E} = 12$ ვ $r = 0,25$ ომი
9. $\mathcal{E} = \mathcal{E}_1 + \mathcal{E}_2$ $r = r_1 + r_2$ $I = \frac{\mathcal{E}}{R+r} = 2$ ა $I R = 7$ ვ
10. $\mathcal{E} = \mathcal{E}_1 - \mathcal{E}_2$ $r = r_1 + r_2$ $I = \frac{\mathcal{E}}{R+r} = 2$ ა $I r_1 = 0,8$ ვ $I r_2 = 1,2$ ვ

§20

1. $\mathcal{E}=9$ ვ
2. $\mathcal{E}=15$ ვ $u = \frac{\mathcal{E}R}{R+r}=14,5$ ვ
3. $I_{\text{ფ}}=\frac{\mathcal{E}}{r}$ $\mathcal{E}=I_{\text{ფ}}r=20$ ვ
4. $\mathcal{E}-I_1r=\mathcal{E}-I_2r$ $I_1r=I_2r$ $r=0$
5. $I_1^2R_1 = I_2^2R_2$ $\left(\frac{\mathcal{E}}{R_1+r}\right)^2 R_1 = \left(\frac{\mathcal{E}}{R_2+r}\right)^2 R_2$ $\frac{1}{10+r} = \frac{2}{40+r}$ $r=20$ $I_{\text{ფ}}=\frac{\mathcal{E}}{r}=6$ ა
6. $I = \frac{\mathcal{E}}{r}$ $\mathcal{E}=\mathcal{E}_1+\mathcal{E}_2$ $r=r_1+r_2$ $I=20$ ა
7. $I = \frac{\mathcal{E}}{R+r}=3$ ა $P_{\text{სსს}}=I^2R=22,5$ ვტ $P_{\text{ფ}}=I^2r=4,5$ ვტ
8. $\eta = \frac{I^2R}{I^2(R+r)}$ $\eta = \frac{R}{R+r}=90\%$
9. $\eta_1 = \frac{4r}{5r}=80\%$ $\eta_2 = \frac{r}{2r}=50\%$ $\Delta\eta=30\%$
10. $A_{\text{სრ}}=Uq$ $A_{\text{სსს}}=\mathcal{E}q$ $A_{\text{ფ}}=I^2rt$ $Uq=\mathcal{E}q+I^2rt$ $U=\mathcal{E}+Ir$ $r=0,4$ ომი

§24

1. $m = kIt$ $K_1=K_2$ $I_1=I_2$ $t_1=t_2$ $m_1=m_2$
2. თავისუფლად მოძრავი დამუხტული ნაწილაკების კონცენტრაცია მცირდება
3. $k = \frac{1}{F} \cdot \frac{M}{n}=0,5$ მგ/ვ
4. $t = \frac{m}{kl} \approx 2500$ წმ
5. $k = \frac{m}{It}=0,3$ მგ/ვ
6. $M = \frac{mFn}{It}=71$ გ/მოლი
7. $q = \frac{m}{k}$ $A = Uq=2,4$ მგჯ
8. $m_1 = k_1It$ $m_2 = k_2It$ $\frac{m_1}{m_2} = \frac{k_1}{k_2}$ $m_2 = m_1 \frac{k_2}{k_1}=68$ გ
9. $m = \rho V = \rho s \cdot 2h$ $m=KIt$ $t = \frac{2\rho sh}{KI}=15,2$ წთ
10. $m = kIt$ $m_0 = \frac{M}{N_A}$ $N = \frac{m}{m_0}=2,48 \cdot 10^{17}$

§27

1. ჰაერი, რომ გამტარი იყოს ელექტრომეტრი სწრაფად განიმუხტებოდა.
2. $E_{\text{ფ}}=\frac{mv^2}{2}$ $v^2 = \frac{2E_{\text{ფ}}}{m}$ $v \approx 2,9 \cdot 10^6$ მ/წმ
3. $E_{\text{ფ}}=\frac{mv^2}{2}$ $v^2 = \frac{2E_{\text{ფ}}}{m}$ $v \approx 2,3 \cdot 10^6$ მ/წმ
4. $U=Ed=6250$ ვ
5. $d = \frac{U}{E}=2$ სმ
6. $A_{\text{ფ}}=Ee\lambda$ $E=\frac{A_{\text{ფ}}}{e\lambda}=4,25 \cdot 10^6$ ვ/მ
7. $E_{\text{ფ}}=Ue$ $U=\frac{E_{\text{ფ}}}{e}=15$ ვ

8. $A_{\text{ოფ}} = Ee\lambda \quad \lambda = \frac{A_{\text{ოფ}}}{eE} = 4,7 \cdot 10^{-4} \text{ მ}$
9. $U_{\text{max}} = E_{\text{max}}d \quad q_{\text{max}} = U_{\text{max}}C = 6 \cdot 10^{-2} \text{ კ}$
10. $E = K \frac{q}{R} \quad q_{\text{max}} = \frac{ER}{K} \approx 13,3 \text{ მკკ}$

§29

1. $E = \frac{U}{d} = 45 \text{ კვ/მ}$
2. $E = \frac{U}{d} \quad F = Ee = 8 \cdot 10^{-15} \text{ ნ}$
3. $E = \frac{F}{e} \quad U = Ed = 1 \text{ კვ}$
4. $A = Ue = 1,6 \cdot 10^{-17} \text{ ჯ}$
5. $U = \frac{A}{q} \quad E = \frac{U}{d} = 4 \cdot 10^4 \text{ ვ/მ}$
6. $E_{\text{ვო6}} = Ue = 9,6 \cdot 10^{-17} \text{ ჯ}$
7. $\frac{mv^2}{2} = Ue \quad v^2 = \frac{2Ue}{m} \quad v = 3,2 \cdot 10^7 \text{ მ/წმ}$
8. $\frac{mv^2}{2} = Ue \quad v^2 = \frac{2Ue}{m} \quad v = \sqrt{\frac{2Ue}{m}} \quad P = mv \approx 2,91 \cdot 10^{-23} \text{ კგმ/წმ}$
9. $N = 20 \cdot 3600 \cdot 10^{10} = 7,2 \cdot 10^{14} \quad q = Ne \quad A = Uq = 384 \text{ მკჯ}$
10. $\frac{mv^2}{2} = Ue \quad v^2 = \frac{2Ue}{m} \quad v = \sqrt{\frac{2Ue}{m}} \quad v_{\text{საშ}} = \frac{v}{2} \quad t = \frac{d}{v_{\text{საშ}}} = 0,5 \text{ ნწმ}$

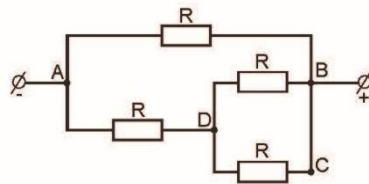
§32

1. აქცეპტორული მინარევის შეტანით, ნახევარგამტარში ხვრელების რაოდენობა იზრდება.
2. ტემპერატურის ცვლილება მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს ნახევარგამტარის გამტარებლობაზე.
3. კომპაქტურია, ენერგოეფექტურია...
4. მეორე ნათურასთან მიერთებული დიოდი წრედში არაპირდაპირაა ჩართული.
5. $R_{\text{სრ}} = \frac{3R \cdot R}{3R + R} + 2R = 2,75R$
6. $I_1 = \frac{U}{R_{\text{ფ}} + R_{\text{დ}}} \quad I_2 = \frac{U}{R_{\text{ფ}}} \quad R_{\text{ფ}} = 8 \text{ ომი} \quad R_{\text{დ}} = 2 \text{ ომი}$
7. $R_1 = 4R \quad R_2 = 2R \quad I_2 = 2I_1 = 3,8 \text{ ა}$
8. B-სთან მიერთებისას დიოდი არ გაატარებს, C-სთან მიერთებისას ნათურა წრედში არაა ჩართული.
9. დონორული მინარევის შეტანით, ნახევარგამტარში ელექტრონების რაოდენობა იზრდება.
10. $I_{\text{ფ}} = I_{\text{კ}} \quad U = RI_{\text{კ}} = 7500 \text{ ვ}$

შემაჯამებელი ამოცანების პასუხები

პირველი თავის შემაჯამებელი ამოცანების პასუხები

1. $I = \frac{q}{t}$ $q = e \cdot N$ $I = 0,5$ ა
2. $q_1 = CU_1$ $q_2 = CU_2$ $|\Delta q| = q_1 - q_2$ $I_{საშ} = \frac{|\Delta q|}{t} = 6,25$ მს
3. $I = envs$ $n = \frac{I}{evs} = 31,25 \cdot 10^{27}$ მ⁻³
4. $R = \rho \frac{l}{s}$ $\frac{R_1}{R_2} = \frac{l_1}{l_2}$ $\frac{l_1}{l_2} = \frac{R_2}{R_1}$ $I = envs$ $v = \frac{I}{ens}$ $\frac{v_1}{v_2} = \frac{l_1}{l_2} = \frac{R_2}{R_1} = \frac{l_2}{l_1} \cdot \frac{1}{2}$ $v_2 = 2v_1$
5. $q = e \cdot N$ $U = \frac{A}{q} = 25$ ვ
6. $U = \frac{A}{q}$ $E = \frac{U}{l} = 200$ ვ/მ
7. $I = \frac{q}{t}$ $y = \frac{I}{U} = 1$ სიმენსი
8. $y = \frac{I}{u} = \tan \alpha$ $\frac{y_1}{y_2} = \frac{\tan 60^\circ}{\tan 30^\circ} = 3$
9. $R_1 = \frac{U_1}{I_1}$ $R_2 = \frac{U_2}{I_2}$ $\frac{R_2}{R_1} = \frac{U_2 I_1}{U_1 I_2} = \frac{2}{3}$ $R_2 = \frac{R_1}{1,5}$
10. $I \sim U$ $q \sim I$ $A = Uq$ $A_2 = 4A_1$
11. $R = \rho \frac{l}{s}$ $U = IR \approx 3,7$ ვ
12. $R = \rho \frac{l}{s}$ $S = \frac{\pi d^2}{4}$ $R_1 = \rho_1 \frac{l}{s}$ $R_2 = \rho_2 \frac{4l}{16s}$ $\frac{R_1}{R_2} = \frac{4\rho_1}{\rho_2} \approx 6,6$
13. $R_1 = R_0(1 + \alpha t_1)$ $R_2 = R_0(1 + \alpha t_2)$ $\frac{R_1}{R_2} = \frac{1 + \alpha t_1}{1 + \alpha t_2}$ $\alpha = \frac{R_2 - R_1}{R_1 t_2 - R_2 t_1} \approx 0,00095$ K⁻¹
14. $R_1 = R_0(1 + \alpha t_1)$ $R_2 = R_0(1 + \alpha t_2)$ $\frac{R_1}{R_2} = \frac{1 + \alpha t_1}{1 + \alpha t_2}$ $\alpha = \frac{R_2 - R_1}{R_1 t_2 - R_2 t_1}$ $R_0 = \frac{R_1}{1 + \alpha t_1} \approx 7,8$ ომი
15. $R_1 = \frac{R}{16}$ $R_2 = \frac{R_1}{16} = \frac{R}{256}$ $R = 256R_2 = 128$ ომი
16. $R_3 = \frac{R_2}{2} + \frac{R_1}{2} + R_1 = 3R$ $R_4 = \frac{R_3 \cdot R_2}{R_3 + R_2} = 1,5R$ $R_4 = \frac{R_3}{2}$
17. მოცემული ნახაზის ეკვივალენტური სქემა
მოცემულია სურათზე. მიმყვანი სადენების
წინაღობა რადგან უმნიშვნელოა DB(DC) უბანზე
რეზისტორი პარალელურადაა შეერთებული.
საბოლოოდ მივირებთ, რომ: $R_{სრ} = \frac{R(0,5R+R)}{R+0,5R+R} = \frac{3R}{5} = 9$ ომი
18. $U = 90$ ვ $U_1 : U_2 : U_3 = R_1 : R_2 : R_3 \equiv R : 2R : 6R$ $R'_3 = \frac{R_3}{2} = 3R$ $U'_1 : U'_2 : U'_3 = R : 2R : 3R$
 $U'_1 = 15$ ვ $U'_2 = 30$ ვ $U'_3 = 45$ ვ
19. $R = R_1 + R_2 = 24$ ომი $\frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} = \frac{9}{2}$ $R_1 R_2 = 108$ ომი $R_1 = 6$ ომი $R_2 = 18$ ომი $R_1 = \frac{R}{4}$
 $\angle AOB = 90^\circ$
20. $R' = R_1 = 7$ ომი $R'' = \frac{R_2}{2} = 14$ ომი $R''' = 0$ ომი $U_v = \frac{U}{3} = 35$ ვ $I_A = I = \frac{U}{R' + R''} = 5$ ა
21. $R + R_A = \frac{U_1}{I_1} = 50$ ომი $R_A = \frac{U_1 - U_2}{I_2} = 5$ ომი $R = 45$ ომი
22. $\frac{R_v \cdot R_1}{R_v + R_1} : R_2 = 8 : 40$ $R_1 : \frac{R_v \cdot R_2}{R_v + R_2} = 12 : 36$ $R_2 = 5 \frac{R_v \cdot R_1}{R_v + R_1}$ $3R_1 = \frac{R_v \cdot R_2}{R_v + R_2}$ $R_v = \frac{R_2 R_1}{5R_1 - R_2}$
 $R_v = \frac{3R_2 R_1}{R_2 - 3R_1}$ $R_2 = 4,5R_1$ $R_1 = 100$ ომი $R_2 = 450$ ომი
23. $\frac{R_1 R_3}{R_1 + R_3} = 2$ ომი $\frac{R_2 R_4}{R_2 + R_4} = 2$ ომი $U_1 = U_2 = U_3 = U_4 = \frac{U}{2} = 24$ ვ $I_1 = I_3 = 6$ ა $I_2 = 8$ ა $I_4 = 4$ ა
 $I_{AB} = 2$ ა
24. $I_1 = \frac{I}{10} = 10^{-5}$ ა $I_2 = 10^{-3}$ ა $n = \frac{I_2}{I_1} = 100$ $R_\theta = \frac{R_A}{n-1} = 0,02$ ომი



25. $n = \frac{I_2}{I_1} = 40$ $R_A = R_B(n - 1) = 3,9$ ომი
26. $R_{\infty} = R_V(n - 1)$ $R_V = \frac{R_{\infty}}{n-1} = 200$ ომი
27. $n = \frac{U_2}{U_1} = 4,4$ $R_{\infty} = R_V(n - 1) = 2,21$ კომი
28. $R_{\partial\partial\delta} = \frac{U}{I_{\partial\partial\delta}} = 20$ ომი $R_{\partial\partial\delta\delta} = 50$ ომი $A_{\partial\partial\delta\delta} = \frac{U^2}{R_{\partial\partial\delta}} t$ $A_{\partial\partial\delta} = \frac{U^2}{R_{\partial\partial\delta\delta}} t$ (16 ლ 80 თ, 6 ლ 72 თ)
29. $R = \rho \frac{l}{S}$ $A = I^2 R t = 64,8$ კჯ
30. $I_1 = \frac{P_1}{U_1} = 0,5$ ა $I = 3I_1 = 1,5$ ა $R = \frac{U - U_1}{I} = 40$ ომი
31. $P_{\delta\delta\delta\delta} = \frac{U^2}{R} = 110$ ვტ $P_{\delta\delta\delta} = 5 \cdot P_{\delta\delta\delta\delta}$ $P_{\delta\delta} = P_{\delta\delta\delta} \cdot 1200 = 660$ ვტ
32. $R_1 = \frac{U^2}{P_1}$ $R_2 = \frac{U^2}{P_2}$ $I = \frac{U}{R_1 + R_2}$ $N_1 = I^2 R_1$ $N_2 = I^2 R_2$ $N_2 = \frac{P_1 \cdot P_2^2}{(P_1 + P_2)^2}$ $N_1 = \frac{P_1^2 P_2}{(P_1 + P_2)^2}$
33. $Q = cm\Delta t = c\rho_0 s l \Delta t$ $Q = \frac{U^2 s}{R} \tau = \frac{U^2 s}{\rho l} \tau$ $c\rho_0 s l \Delta t = \frac{U^2 s}{\rho l} \tau$ $\Delta t = \frac{U^2 \tau}{c\rho_0 l^2} \approx 665^0$ C
34. $P_{\delta\delta\delta} = UI$ $P_{\partial\partial\delta} = (\mathcal{E} - U)I$ $U = 4(45 - U)$ $U = 36$ ვ
35. $I = \frac{\mathcal{E}}{R + r} = \frac{\mathcal{E}}{19r}$ $I_{\partial\partial} = \frac{\mathcal{E}}{r}$ $\frac{I_{\partial\partial}}{I} = 19$
36. $U = \frac{\mathcal{E}R}{R + r}$ $U = \frac{12R}{3R + 2,1} = \frac{4R}{R + 0,7}$ $\mathcal{E} = 4$ ვ $r = 0,7$ ომი
37. $U = \frac{\mathcal{E}R}{R + r}$ $q = CU = 240$ მკვ
38. $p = I^2 R = \left(\frac{\mathcal{E}}{R + r}\right)^2 R$ $\frac{R_1}{(R_1 + r)^2} = \frac{R_2}{(R_2 + r)^2}$ $\frac{1}{15 + r} = \frac{2}{60 + r}$ $r = 30$ ომი $\eta_1 = \frac{R_1}{R_1 + r} \approx 33\%$ $\eta_2 = \frac{R_2}{R_2 + r} \approx 67\%$
39. $U = \frac{\mathcal{E}R}{R + r}$ $q_1 = CU$ $q = 3CU$ $\Delta q = q_2 - q_1 = 8,4 \cdot 10^{-4}$ კ
40. $\mathcal{E} = \mathcal{E}_1 - \mathcal{E}_2$ $r = r_1 + r_2$ $I = \frac{\mathcal{E}}{r} = 5$ ა $\mathcal{E}_1 = U + Ir_1$ $U = \mathcal{E}_1 - Ir_1 = 27$ ვ

მეორე თავის შემავსებელი ამოცანების პასუხები

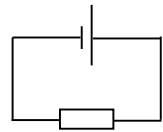
1. $m = \rho V = \rho sh$ $m = KIt$ $h = \frac{KIt}{\rho s} \approx 0,15$ მმ
2. $M = \frac{mFn}{It} = 28$ გ/მოლი
3. $m = \frac{MIt}{Fn} \approx 134$ მგ
4. $\frac{I_1}{I_2} = \frac{R_2}{R_1}$ $\frac{m_1}{m_2} = \frac{k_1 I_1 t}{k_2 I_2 t}$ $\frac{m_1}{m_2} = \frac{k_1 R_2}{k_2 R_1} \approx 8,4$
5. $A_{\partial\partial\delta} = Ee\lambda$ $E = \frac{A_{\partial\partial\delta}}{e\lambda}$ $E_2 = 2E_1 = 2 \cdot 10^6$ ვ/მ
6. $\frac{mv^2}{2} = Ue$ $v^2 = \frac{2Ue}{m}$ $v = \sqrt{\frac{2Ue}{m}}$ $P = mv \approx 20,02 \cdot 10^{-25}$ კგმ/წმ
7. $U = \frac{q}{C}$ $E = \frac{U}{d} = 6 \cdot 10^6$ ვ/მ
8. $I = \frac{q}{t}$ $q = e \cdot N$ $N = N_1 \frac{s}{s_1}$ $I = \frac{eN_1 s}{t \cdot s_1} = 6,4 \cdot 10^{-8}$ ა
9. $U = Ed$ $\frac{mv^2}{2} = Ue$ $v^2 = \frac{2Ue}{m}$ $v = \sqrt{\frac{2Ue}{m}} \approx 1,6 \cdot 10^7$ მ/წმ
10. $\frac{mv^2}{2} = Ue$ $v^2 = \frac{2Ue}{m}$ $v = \sqrt{\frac{2Ue}{m}}$ $P = mv \approx 1,46 \cdot 10^{-23}$ კგმ/წმ
11. $N = N_1 \frac{t}{t_1}$ $q = eN$ $A = Uq \approx 2,304$ მჯ
12. $U = Ed$ $\frac{mv^2}{2} = Ue$ $v^2 = \frac{2Ue}{m}$ $v = \sqrt{\frac{2Ue}{m}}$ $v_{\delta\delta} = \frac{v}{2}$ $t = \frac{d}{v_{\delta\delta}} = 8,3 \cdot 10^{-10}$ წმ

შემაჯამებელი სამუშაოს ნიმუშები პასუხებით

შემაჯამებელი სამუშაო №1

- ჩამოთვლილთაგან რომელია დენის ძალის ერთეული SI სისტემაში?(1 ქულა)
ა) ამპერი ბ) ომი გ) ჯოული დ) ვოლტი
- ჩამოთვლილთაგან რომელია ძაბვის ერთეული SI სისტემაში?(1 ქულა)
ა) ამპერი ბ) ომი გ) ვატი დ) ვოლტი
- ჩამოთვლილთაგან რომელი ფორმულა გამოსახავს ომის კანონს წრედის უბნისთვის?(1 ქულა)
ა) $R = \rho \frac{l}{s}$ ბ) $U = \frac{A}{q}$ გ) $I = \frac{U}{R}$ დ) $P = I^2 R$
- როგორ იცვლება ლითონის გამტარის წინაღობა ტემპერატურის მატებისას?
ა) იზრდება ბ) მცირდება გ) არაა დამოკიდებული ტემპერატურაზე დ) არცერთი პასუხი არაა სწორი

ნახაზზე გამოსახულ წრედში დენის წყაროს ემ ძალა და შიგა წინაღობა შესაბამისად 20 ვ და 0,5 ომია, მასთან მიერთებული რეზისტორის წინაღობა კი – 2 ომი. მოცემული პირობის მიხედვით უპასუხეთ 5-9 კითხვებს.



- რისი ტოლია რეზისტორში გამავალი დენის ძალა?(1 ქულა)
ა) 5ა ბ) 8ა გ) 12ა დ) 24ა ე) 30ა ვ) 55ა
- რისი ტოლი იქნება დენი მოკლე ჩართვისას?(1 ქულა)
ა) 5ა ბ) 10ა გ) 20ა დ) 40ა ე) 50ა ვ) 55ა
- გამოთვალეთ ძაბვის ვარდნა დენის წყაროში.(2 ქულა)
- განსაზღვრეთ გარე წრედში გამოყოფილი სიმძლავრე.(2 ქულა)
- როგორ შეიცვლება დენის წყაროს მქ კოეფიციენტი, თუ რეზისტორს პარალელურად მივუერთებთ მისნაირ კიდევ ერთ რეზისტორს?(3 ქულა)
- მიმდევრობით შეერთებული ორი რეზისტორი ჩართულია მუდმივი 60 ვ ძაბვის წყაროსთან. თუ ვოლტმეტრს რომლის წინააღობაც 450 ომია მივუერთებთ პირველ რეზისტორს მისი ჩვენება 10 ვ იქნება, ხოლო თუ მივუერთებთ მეორე რეზისტორს ვოლტმეტრი 45 ვ-ს აჩვენებს. იპოვეთ იპოვეთ რეზისტორების წინააღობები.(3 ქულა)

განმსაზღვრელი შეფასება გამოიყვანება დაგროვებული ქულის პროცენტული წილით, ტესტის მაქსიმალური 16 ქულიდან.

პასუხები:

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ა	დ	გ	ა	ბ	დ	4 ვ	128 ვტ	$\Delta\eta \approx 13\%$	50 ომი 225 ომი

შემაჯამებელი სამუშაო №2

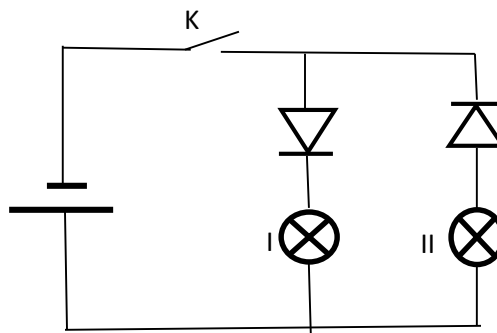
- აირეგში დენის გავლისას მუხტი გადააქვს (1 ქულა)
ა) მხოლოდ ელექტრონებს;
ბ) მხოლოდ დადებით იონებს;

- გ) მხოლოდ უარყოფით იონებს;
 დ) დადებით და უარყოფით იონებსა და ელექტრონებს.

2. თერმოელექტრონული ემისია ეწოდება (1 ქულა)
 ა) დასხივებით ატომიდან ელექტრონის მოცილებას;
 ბ) დასხივებით ლითონის ზედაპირიდან ელექტრონების ამოვარდნას;
 გ) გაცხელებით ლითონის ზედაპირიდან ელექტრონების ამოვარდნას;
 დ) ატომების შეჯახებისას რომელიმე ატომიდან ელექტრონის მოცილებას.
3. ქვემოთმოყვანილთაგან შეარჩიე რომელია **მცდარი დებულება** (1 ქულა)
 ა) ელექტროლიტური დისოციაცია არის გამხსნელის მოქმედებით ნივთიერების მოლეკულის დაშლა შემადგენელ იონებად;
 ბ) ვაკუუმურ დიოდში ელექტრონები კათოდიდან ანოდისაკენ აჩქარებულად მოძრაობენ;
 გ) P ტიპის ნახევარგამტარში მუხტის ძირითადი გადამტანები ელექტრონებია;
 დ) აირში დენის გავლის პროცესს აიროვან განმუხტვას უწოდებენ.
4. P და n ტიპის ნახევარგამტარების კონტაქტი დენს ატარებს (1 ქულა)
 ა) ყოველთვის, როცა ამ კონტაქტის ბოლოებზე მოდებულია ძაბვა;
 ბ) როდესაც n ტიპის ნახევარგამტარის მხარეს დადებითი პოტენციალია, P ტიპის ნახევარგამტარის მხარეს კი—უარყოფითი;
 გ) როდესაც n ტიპის ნახევარგამტარის მხარეს უარყოფითი პოტენციალია, P ტიპის ნახევარგამტარის მხარეს კი—დადებითი;
 დ) მაშინაც, როცა ამ კონტაქტის ბოლოებზე ძაბვა მოდებული არ არის.

5. რომელი ნატურა გაანათებს K ჩამრთველის ჩართვისას? (1 ქულა)

- ა) I ნატურა
 ბ) II ნატურა
 გ) ორივე ნატურა
 დ) არცერთი



6. ვერცხლის ელექტროლიზის დროს 1 წთ-ის განმავლობაში კათოდზე 0,67 გ ვერცხლი გამოიყო. რისი ტოლია ამ დროს ელექტროლიტში გამავალი დენის ძალა, თუ

$$K_{\text{გერგბ.}} = 1,118 \cdot 10^{-6} \text{ კგ/კ.}$$

(1 ქულა)

7. აირის ატომის იონიზაციის ენერგია $1,7 \cdot 10^{-18}$ ჯ-ია. ელექტრული ველის რა დამაბულობაზე მოხდება მასში თავისთავადი განმუხტვა, თუ ელექტრონის თავისუფალი განარბენის სიგრძე 1,8 მმ-ის ტოლია. ელექტრონის მუხტის მოდულია $1,6 \cdot 10^{-19}$ კ.

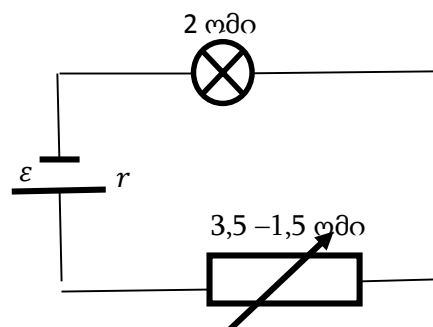
(2 ქულა)

8. ვაკუუმურ დიოდში ძაბვა ანოდსა და კათოდს შორის 180 ვ-ია. რა სიჩქარე ექნება ელექტრონს ანოდთან მისვლის მომენტში, თუ მისი მასა $m = 9,1 \cdot 10^{-31}$ კგ, ხოლო მუხტის მოდული $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ კ-ია. ელექტრონის სიჩქარე კათოდიდან ამოსვლისას ნულის ტოლად მიიჩნიეთ.

(3 ქულა)

9. 12 ვოლტი ე.მ ძ-სა და 0,5 ომი შიგა წინაღობის დენის წყაროსთან მიმდევრობითაა ჩართული 2 ომი წინაღობის ნათურა და თერმისტორი, რომლის წინაღობა ტემპერატურის ზრდისას 3,5 ომიდან 1,5 ომამდე მცირდება. რა ფარგლებში შეიცვლება ნათურაში გამავალი დენი?

(3 ქულა)



10. ელექტროლიტურ აბაზანაში 4 ა დენის გავლისას 20 წთ-ში ელექტროდზე გამოიყო 978 მგ სამვალენტოანი ლითონი. იპოვეთ ამ ლითონის მოლური მასა. (2 ქულა)

განმსაზღვრელი შეფასება გამოიყვანება დაგროვებული ქულის პროცენტული წილით, ტესტის მაქსიმალური 16 ქულიდან.

პასუხები:

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
დ	გ	ზ	ბ	ბ	$I \approx 1$ ა	$E \approx 6 \cdot 10^3$ ვ/მ	$v \approx 8 \cdot 10^6$ წმ	$2 \div 3$ ა	59 გ/მოლი

სასწავლო რესურსების QR კოდები და მოკლე ბმულები მოსწავლის წიგნის პარაგრაფების მიხედვით

იმ შემთხვევაში თუ არ გაიხსნა მოკლე ლინკი, დააკოპირეთ და ჩასვით ბრაუზერში!

1		https://bit.ly/3CdJGVy	§ 13-14_CK12- სიმულატორი- ელექტრული დენი შენს სახლში	
2		https://bit.ly/3CceS7N	§ 30_vascak- სილიციუმის 2D-3D- კრისტალური მესერი	
3		https://bit.ly/3xTWezc	§23_vascak- ელექტროლიზი	
4		https://bit.ly/3RbSyzn	§ 30_vascak- სილიციუმი- საკუთარი გამტარებლობა	
5		https://bit.ly/3r9xpLH	§ 31-vascak- მინარევული გამტარებლობა	

6		https://bit.ly/3dO3HJ9	§1-17- შეჯამება_ვიდეოტეს- ტები - ელექტროდინამიკა	დააკოპი- რეთ და გახსენით ბრაუზერში
7		https://bit.ly/3SEVYfj	§1-ანიმაცია-დენის გავლა წრედში	
8		https://bit.ly/3BM3X3o	§13-14 _ვიდეორგოლი- მიმდევრობითი და პარალელური შეერთება	
9		https://bit.ly/3St39Hu	§17 ელექტრული დენის მუშაობა. Phet-ის სიმულაცია	
10		https://bit.ly/3xR16Vy	§14-ანიმაცია - პარალელური შეერთება	
11		https://bit.ly/3UFtGmu	§16_ვიდეორგოლი- ელექტროჩაიდნის მქკ-ს განსაზღვრა	

12		https://bit.ly/3DZNMCG	§ 30_vascak- სილიციუმის 3D კრისტალური მესერი	
13		https://bit.ly/3RgBPLh	§23_ელექტროლიზის ექსპერიმენტი	
14		https://bit.ly/3fn4QrB	§23_ვიდეორგოლი ელექტროლიზის მარტივი ექსპერიმენტი	
15		https://bit.ly/3RhUK8B	§23-vascak-ტყვია- მჟავა აკუმულატორი	
16		https://bit.ly/3SfffE5	§23-vascak- ელექტროლიტური დისოციაცია	
17		https://bit.ly/3fg066V	§25_მეტალის ნივთების ელექტროლიზი	

18		https://bit.ly/3RI3BGo	§25_პლასტმასის ნივთების ელექტროლიზი	
19		https://bit.ly/3rb4KG6	§30- vascak-დენის გავლა არალეგირებულ კრისტალში	
20		https://bit.ly/3SDkbTh	§30_ვიდეორგოლი- ფოტორეზისტორის მუშაობის პრინციპი	
21		https://bit.ly/3fu1HGB	§32-ვიდეორგოლი- ქართულად-რა არის ნახევარგამტარული დიოდი	
22		https://bit.ly/3SeC4Ij	§32_ვიდეორგოლი- როგორ მუშაობს ტრანზისტორი	
23		https://bit.ly/3dIkflI	§32_ვიდეორგოლი- ტრანზისტორის მექანიკური მოდელი	

24		https://bit.ly/3UH8soh	§32_ვიდეორგოლი- (ქართ)ფოტორეზისტ ორი ტრანზისტორის წრედში	
25		https://bit.ly/3rsKfFb	_tinkercad_ ლაბორატორია	
26		https://bit.ly/3SxxrbU	Falstad -ის სიმულატორის გამოყენების ინსტრუქცია	
27		https://bit.ly/3xVEK5o	Falstad -ის წრედების ასაწყობი_სიმულატო რი-საიტი	
28		https://bit.ly/3UJL2yT	§9-ანიმაცია-ომის კანონი	
29		https://bit.ly/3fpCnS5	§13-ანიმაცია- მიმდევრობითი შეერთება	

30		https://bit.ly/3RkJU1A	§25_სტატია- ელექტროლიზი	
31		https://bit.ly/3UJBvDu	§1_ელექტრული დენი. დენის წყარო ვიდეორგოლი-დენის გავლა გამტარში	
32		https://bit.ly/3CfCXdX	§32_საინტერესო სტატია ტრანზისტორებზე, ქართულად	
33		https://bit.ly/3BQfpuH	§10-კუთრი- წინაღობა.რესტატი	
34		https://bit.ly/3fn0Ebd	§12- 1-ზეგამტარობა	
35		https://bit.ly/3SnwOCe	§12- 2-ზეგამტარობა	

საგანმანათლებლო ლექსიკონი

ანალიზი – ანალიზი არის სააზროვნო უნარ-ჩვევა, რომლის დროსაც ხდება მთლიანი საგნის ცალკე ნაწილების, მხარეებისა და თვისებების გამოყოფა ადამიანის წარმოდგენაში. ცნობიერებაში მთლიანი საგნის ასეთ დაშლას ანალიზი ეწოდება.

ბ. ბლუმის მიხედვით, ანალიზი არის აზროვნების ზედა დონის უნარ-ჩვევა და მასში იგულისხმება:

მასალის (სტრუქტურის) შემადგენელ ნაწილებად დაყოფა: ნაწილების შედარება-შეპირისპირება, ნაწილებს შორის კავშირის ან სტრუქტურის დანახვა;

გაკვეთილის აქტივობა – აქტივობა არის მასწავლებლის მიერ დაგეგმილი მოსწავლეების ის ქმედებები, რომლებიც სასწავლო მიზნის მიღწევას ემსახურება. მიზნიდან გამომდინარე, მასწავლებელმა შეიძლება დაგეგმოს ერთი ან რამდენიმე აქტივობა და, ასევე, მათი ჩატარების თანამიმდევრობა.

გაკვეთილის გეგმა (სცენარი) – მასწავლებელი ადგენს გაკვეთილის გეგმას, რომელიც განსაზღვრავს გაკვეთილის სტრუქტურას. გაკვეთილის გეგმას გაკვეთილის სცენარსაც უწოდებენ. გაკვეთილის გეგმა მოიცავს გაკვეთილის მიზანს, შესაბამის აქტივობებს, მოსწავლეთა ორგანიზების ფორმას, დროის განაწილებას, რესურსების ჩამონათვალს და შეფასებას. გაკვეთილის ყოველი აქტივობის შესრულება (როგორც მასწავლებლის, ისე მოსწავლისა) გაწერილი უნდა იყოს დროში.

გაკვეთილის სასწავლო მიზანი – სასწავლო მიზანი არის იმ ცოდნისა და უნარ-ჩვევების ერთობლიობა, რომელსაც უნდა მივაღწიოთ გაკვეთილის ბოლოს. სასწავლო მიზანი მასწავლებლისთვის სასწავლო პროცესის დაგეგმვის მნიშვნელოვანი ინსტრუმენტი და იგი განსაზღვრავს გაკვეთილის სასწავლო აქტივობის შინაარსს. გაკვეთილის მიზანი წარმოადგენს გაკვეთილის სპეციფიკურ, გაზომვად შედეგს.

გამოყენება – ბ. ბლუმის მიხედვით, გამოყენება განიხილება, როგორც აზროვნების ქვედა დონის უნარ-ჩვევა და, ზოგადად, იგი გულისხმობს ადრე ათვისებული ცოდნის პრაქტიკაში გამოყენებას; კერძოდ: ცოდნის სხვადასხვა სიტუაციაში (კონტექსტში) მოხმარებას; მოდელის მიხედვით (ნასწავლო წესის მიხედვით) დავალების, სამუშაოს შესრულებას; პროცედურის განხორციელებას; კანონზომიერების მოქმედების ფარგლების განსაზღვრას.

განმავითარებელი შეფასება – განმავითარებელი შეფასება ემსახურება მოსწავლეთა სწავლის პროცესისა და წარმატებების გაუმჯობესებას. განმავითარებელი შეფასების დროს მოსწავლე, მასწავლებლის გამოხმაურებისა და კომენტარების დახმარებით, მუდმივად იღებს ისეთ ინფორმაციას, რომელიც საკუთარი სწავლის გათვითცნობიერებაში ეხმარება. მასწავლებლის მიზანია: ასწავლოს მოსწავლეს, როგორ ისწავლოს (სწავლის სწავლება)

განმსაზღვრელი შეფასება – მისი მიზანია მოსწავლეთა მიღწევების დონის შემოწმება სასწავლო მიზნებთან შეფარდებით. მაგ., განმსაზღვრელი შეფასებაა ქულა, რომელსაც მასწავლებელი წერს გაკვეთილის დროს და რომელსაც თან არ ახლავს განმარტება, თუ რა უნდა გაკეთდეს იმისთვის, რომ შედეგი გაუმჯობესდეს. განმსაზღვრელი შეფასება ტარდება სემესტრის ბოლოს, თემის დამთავრების შემდეგ, წლის ბოლოს და ა. შ.

განსაკუთრებული საგანმანათლებლო საჭიროების მქონე მოსწავლეები – მოსწავლეები, ხშირად შეზღუდული შესაძლებლობების მქონე პირები, რომლებიც ინდივიდუალური

სასწავლო გეგმის მიხედვით სწავლობენ, რადგანაც განსაკუთრებული და სპეციფიკური საგანმანათლებლო საჭიროებები აქვთ. განსაკუთრებული საგანმანათლებლო საჭიროების მქონე მოსწავლეების ჩართვა საგანმანათლებლო პროცესში ინკლუზიური განათლების ერთ-ერთი მთავარი ამოცანაა.

დაკვირვების ჩანაწერები – მასწავლებელი აკვირდება მოსწავლეებს (მათი კომენტარები, აზრები, ქცევები) არა მხოლოდ კლასში, არამედ დასვენებაზე, სათამაშო მოედანზე და ა. შ. იგი აკეთებს ჩანაწერებს, გარკვეულ აღნიშვნებს მათ შესახებ. ამგვარი ჩანაწერები განმავითარებელი (მიმდინარე) შეფასების მნიშვნელოვან ნაწილს წარმოადგენს და კარგად აჩვენებს მოსწავლეების დროში განვითარებას.

დიაგნოსტიკური შეფასება – დიაგნოსტიკური შეფასება განმავითარებელი (მიმდინარე) შეფასების კომპონენტად განიხილება. დიაგნოსტიკური შეფასების დროს ხდება მოსწავლის გარკვეული მომენტისათვის არსებული ცოდნის დონის და უნარ-ჩვევების შეფასება, რათა ზუსტად დაიგეგმოს სწავლის პროცესი მოსწავლის სუსტი და ძლიერი მხარეების გათვალისწინებით.

დისკუსია – არის წამყვანსა და მსმენელებს შორის ცოდნის, შეხედულებებისა და იდეების სიტყვიერი გაცვლის პროცესი. დისკუსიას მსჯელობასაც უწოდებენ. საკლასო დისკუსია ეხმარება მოსწავლეებს საკითხის ღრმა და დეტალურ განხილვაში. კერძოდ, საკლასო დისკუსიის დროს იქმნება ისეთი ატმოსფერო, რომელშიც მოსწავლეებს შეუძლიათ აზრების ურთიერთგაზიარება, ახალი იდეების გამოთქმა, სხვისი აზრების მოსმენა და გაგება, კომუნიკაციისა და თვითგამოხატვის უნარ-ჩვევების გაუმჯობესება.

დისკუსიის წარმართვა და დასკვნების შეჯამება – მოსწავლეების წახალისება, რათა მათ გამოთქვან თავიანთი იდეების გამამყარებელი არგუმენტები;

ნაკლებაქტიური მოსწავლისათვის სპეციფიკური დავალების მიცემა, რაც ხელს შეუწყობს მის მონაწილეობას, ჩართვას დისკუსიაში; ისეთი მოსწავლის შეზღუდვა, რომელიც სხვას არ აძლევს აზრის გამოთქმის საშუალებას; განხილული საკითხების შეჯამება და ძირითადი აზრების ჩამოყალიბება; მოსწავლეების იდეების განმარტება და მოსწავლეებისაგან დამატებითი კომენტარების მოთხოვნა.

ინფორმაციული და საკომუნიკაციო ტექნოლოგიების ცოდნა – შეიძლება განისაზღვროს, როგორც ციფრული ტექნოლოგიების, საკომუნიკაციო საშუალებებისა და/ან ქსელების გამოყენების უნარი მათი დანიშნულების შესაბამისად. ინფორმაციული და საკომუნიკაციო ტექნოლოგიები (ისტ) იძლევა სასურველი ინფორმაციის მოპოვების, შენახვის, ერთმანეთთან დაკავშირების, შეფასების, ანალიზის, ახლის შექმნისა და გადაცემის შესაძლებლობას. ისტ-ის სწავლება მოწყვეტილი არ არის სასწავლო დისციპლინების კონტექსტს.

ინფორმაციის მოძიების პროცედურების ცოდნა – კონკრეტულ მონაცემებთან მუშაობის ხერხების და საშუალებების ცოდნა: ა) წესებისა და კანონების ცოდნა; ბ) კლასიფიკაციებისა და კატეგორიების ცოდნა; გ) კრიტერიუმების ცოდნა; დ) მეთოდების ცოდნა; სმენითი, წერილობითი და გრაფიკული ინფორმაციის დამახსოვრება და გახსენება მსგავსი ან ზუსტი ფორმით.

ინდიკატორი - მაჩვენებელი, რომელიც განსაზღვრავს, რამდენად არის მიღწეული მიზანი.

კონსტრუქტივიზმი – სასწავლო თეორია, რომლის თანახმად, მოსწავლე აქტიურად სწავლობს სამყაროში არსებული გამოცდილების საფუძველზე და აშენებს ცოდნას, ანუ ახდენს ცოდნის კონსტრუირებას (პიაჟე), სოციალური კონსტრუქტივიზმის მოდელით

(ვიგოტსკი) მოსწავლე აქტიურად სწავლობს უფროსებთან, მასწავლებელთან ურთიერთობით.

კეთებით სწავლება – კეთებით სწავლების ანუ პრაქტიკის მეთოდის გამოყენების დროს ხდება ზუსტი ინსტრუქციის მიწოდება ექსპერიმენტის ან სიმულაციისთვის და არა ინფორმაციის მიწოდება. იგი მიზნად ისახავს, რომ მოსწავლეებმა შეასრულონ ისეთი ქმედებები, რომლებიც ხელს უწყობს ცოდნის ან ჩვევის ფორმირებას. პრაქტიკის დროს მასწავლებელი აქტიურად იყენებს გამოხმაურებას (უკუკავშირს), რაც ხელს უწყობს იმას, რომ მოსწავლის პრაქტიკა იყოს აზრიანი და მან მართლაც გააცნობიეროს ის, რასაც აკეთებს და არა ავტომატურად (მექანიკურად).

კრიტიკული აზროვნება – კრიტიკული აზროვნება არის რთული სააზროვნო უნარ-ჩვევა, რომელიც მოიცავს ერთდროულად ორ ან მეტ განსხვავებულ მოსაზრებაზე ფიქრს, სხვადასხვა მოსაზრების გაგებას, რაიმე შეხედულების დასაბუთებას სხვადასხვა მიდგომების საფუძველზე და იმის გაცნობიერებას, რომ სხვასაც შეიძლება საკუთარი განსხვავებული მოსაზრება ჰქონდეს. კრიტიკულ აზროვნებას ადამიანი მიმართავს არსებული ან წარმოდგენილი მოსაზრების „ჭეშმარიტი“ ღირებულების დასადგენად. კრიტიკული აზროვნების დროს არსებითია არგუმენტების და კონტრარგუმენტების მოძიება, მთლიანი სიტუაციის გაანალიზება და, შესაბამისად, არსებული მტკიცებულებების საფუძველზე მოსაზრების შეცვლა ან ახალი მოსაზრების მიღება.

სწავლის მოტივაცია – ყველა აქტივობას უდევს საფუძვლად. მოტივაცია არის ქცევის განხორციელების ფსიქოლოგიური საფუძველი. რაც უფრო მეტად მოტივირებულნი არიან მოსწავლეები, მით მეტია სწავლის ხარისხი, რაც ნაკლებად არიან მოტივირებულნი, შესაბამისად, სწავლის ხარისხიც იკლებს. არსებობს შინაგანი და გარეგანი მოტივაცია. მოსწავლის სასწავლო აქტივობები შეიძლება განპირობებული იყოს მისი შინაგანი ან გარეგანი მოტივაციით.

სტრატეგია – მიზნის მისაღწევად გადამწყვეტი ოპერაციების მომზადების, დაგეგმვის, წარმოების, ხელმძღვანელობის ხელოვნება, ოსტატობა.

შემოქმედებითი აზროვნება – შემოქმედებითი აზროვნება არის რთული სააზროვნო უნარ-ჩვევა. იგი არის რაიმეს ახალი გზით კეთება ან დანახვა; შემოქმედებითი აზროვნება ხასიათდება იდეების მრავალრიცხოვნებით, მრავალფეროვნებით (მოქნილობა, საკითხის სხვადასხვა კუთხით დანახვა), მათი სიახლით (ორიგინალობით) და გარდაქმნის უნარით (ძველი იდეების საფუძველზე ახლის შექმნა).

შეფასების გამჭვირვალობა – გამჭვირვალობის პრინციპი ისაა, რომ მასწავლებელი მოსწავლეებს წინასწარ უნდა შეუთანხმდეს, თუ რა კრიტერიუმებით ან ინსტრუმენტებით (მაგ., შეფასების ცხრილებით, რუბრიკებით) შეფასდება მისი ნაშრომი.

შეფასების მიზანთან შესაბამისობა (ვალიდურობა) – შეფასება ზუსტად უნდა ზომავდეს იმას, რის შესაფასებლადაც ის არის განსაზღვრული. შეფასების მიზანს წარმოადგენს შედეგის გაზომვა, ამიტომ შეფასების მეთოდი უნდა შეირჩეს მიზნის შესატყვისად.

შეფასების ობიექტურობა – შეფასება არის ობიექტური, როდესაც შეფასების შედეგი არ არის დამოკიდებული შემფასებლის პიროვნულ თვისებებსა და დამოკიდებულებებზე. იგი დამოკიდებულია შეფასების სქემასა და ინსტრუმენტებზე და ნაკლებად იმ ადამიანებზე, რომლებიც შეფასებაში მონაწილეობენ. თუ შეფასების რუბრიკა იმდენად ზოგადია, რომ შესაძლებელია ერთი და იგივე ნაშრომი სხვადასხვაგვარად შეფასდეს, მაშინ ობიექტურობა

ნაკლებად არის დაცული და შესაძლებელია შეფასება სუბიექტური მოსაზრებებიდან გამომდინარე ხორციელდებოდეს.

შეფასების სანდოობა – შეფასების კიდევ ერთი პრინციპია; შეფასება შეიძლება იყოს ობიექტური, მაგრამ არ იყოს სანდო. სანდოობა ნიშნავს, რომ შეფასების შედეგები არის განმეორებადი. ამ უკანასკნელს კი უზრუნველყოფს მკაფიო შეკითხვები, ინსტრუქციები, ერთგვაროვანი გარემო და ზუსტად შერჩეული გასაზომი კრიტერიუმები.

შეფასების ცხრილი (რუბრიკა)– რუბრიკა არის მკაცრად განსაზღვრული კრიტერიუმებისა და მათი გამოყენების წესების ერთობლიობა, რომლის მიხედვითაც მასწავლებელი აფასებს მოსწავლის აკადემიურ მოსწრებას ამა თუ იმ დისციპლინაში. როგორც წესი, შეფასების სქემებს, რუბრიკებს ცხრილის ფორმა აქვს. ცხრილის პირველ სვეტში მოცემულია სხვადასხვა კომპონენტი, რომელთა მიხედვითაც ხდება მოსწავლის მოსწრების შეფასება.

შეფასების ძირითადი პრინციპები – შეფასება სასწავლო პროცესის განუყოფელ ნაწილს შეადგენს. ის მიზანმიმართული, სისტემური და თანამიმდევრული პროცესია. მისი მთავარი დანიშნულებაა, ერთი მხრივ, სწავლების ეფექტიანი გაუმჯობესება და, მეორე მხრივ, სწავლა/სწავლების შედეგების შემოწმება-შეფასება.

ცოდნა – ცოდნა ნიშნავს რაიმეს შესახებ ინფორმაციის ქონას და რაიმე საქმის ან მოქმედების შესასრულებლად საჭირო ხერხების ფლობას. ბ. ბლუმის მიხედვით, ცოდნა განიხილება, როგორც აზროვნების ქვედა დონის უნარ-ჩვევა და მასში იგულისხმება: ფაქტების, წესების, პრინციპების, თეორიების, თარიღების, პროცესების, ობიექტების, სტილის, მოვლენების ცნობა და დასახელება, კონკრეტული მონაცემების, ტერმინოლოგიის, პროცედურების ცოდნა.

მათემატიკა ფიზიკისათვის

ძირითადი მათემატიკური საკითხები, რომელთა ცოდნა აუცილებელია მოცემული სახელმძღვანელოს მიხედვით ფიზიკის მე-10 კლასის კურსის შესასწავლად და ამოცანების ამოსახსნელად,

მრავალნიშნა რიცხვების შეკრება, გამოკლება, გამრავლება, გაყოფა;

მოქმედებები წილადებზე და ათწილადებზე;

რიცხვის პროცენტის პოვნა და პროცენტის მიხედვით რიცხვის მოძებნა;

შეფარდების ცნება და მისი გამოყენება;

შებრუნებული რიცხვის მოძებნა;

დიაგრამების დახაზვა და წაკითხვა;

პირდაპირპროპორციული და უკუპროპორციული დამოკიდებულებები;

ხარისხის ცნება;

რიცხვის სტანდარტული სახით ჩაწერა;

ათწილადების დამრგვალება;

გამოსახულების გარდაქმნა და წრფივი და კვადრატული განტოლების ამოხსნა;

წრფივი და კვადრატული ფუნქცია, მათი გრაფიკები

ტრიგონომეტრია (მახვილი კუთხის სინუსი, კოსინუსი, ტანგენსი, კოტანგენსი)

მრავალკუთხედი, კუთხე, გვერდი;

პარალელოგრამი, დიაგონალი, სამკუთხედი, პითაგორას თეორემა.

მოქმედებები ვექტორებზე

ხელსაწყოების (სახაზავი, ტრანსპორტირი, ფარგალი) გამოყენება.

დანართები

დანართი 1. შეფასება

რას ითვალისწინებს შეფასების თითოეული კომპონენტი

საშინაო დავალება

დავალების ტიპები: საშინაო ექსპერიმენტი, დაკვირვება ობიექტებსა და პროცესებზე, ინფორმაციის მოძიება, კონცეპტუალური რუკის შედგენა, მოდელირება, რეფერატის მომზადება და სხვა.ფასდება შემდეგი უნარები:

1. სააზროვნო უნარ-ჩვევები;
2. კვლევის უნარ-ჩვევები;
3. პრობლემის გადაჭრის უნარ-ჩვევები;
4. თვითმართვის უნარ-ჩვევები.

საკლასო დავალება

დავალების ტიპები: საკითხის განხილვა/დისკუსია, ექსპერიმენტი, მონაცემების აღრიცხვა/დამუშავება, მოდელირება და სხვა.ფასდება შემდეგი უნარები:

1. სააზროვნო უნარ-ჩვევები;
2. კვლევის უნარ-ჩვევები;
3. პრობლემის გადაჭრის უნარ-ჩვევები;
4. სოციალური უნარ-ჩვევები;
5. კომუნიკაციის უნარ-ჩვევები;
6. თვითმართვის უნარ-ჩვევები.

შემაჯამებელი დავალება

სასწავლო წლის განმავლობაში ჩასატარებელია 5 შემაჯამებელი სამუშაო.

შემაჯამებელი დავალების კომპონენტი უკავშირდება სწავლების შედეგს. ამ კომპონენტში უნდა შეფასდეს ერთი სასწავლო მონაკვეთის (თემა, თავი, პარაგრაფი, საკითხი) შესწავლა-დამუშავების შედეგად მიღწეული შედეგები. კონკრეტული სასწავლო ერთეულის დასრულებისას მოსწავლემ უნდა შეძლოს საგნის სტანდარტით განსაზღვრული ცოდნისა და უნარების წარმოჩენა. შესაბამისად, შემაჯამებელი დავალებები უნდა აფასებდეს სტანდარტით განსაზღვრული შედეგების მიღწევის დონეს.

სტანდარტის მოთხოვნათა შესაფასებლად რეკომენდებულია შემაჯამებელ დავალებათა მრავალფეროვანი ფორმის გამოყენება. საბუნებისმეტყველო საგნების შემაჯამებელ დავალებათა ტიპები შეიძლება იყოს: ტესტი, სხვადასხვა ტიპის სავარჯიშო,

საველე/გასვლითი სამუშაო, მოდელირება, პროექტი, პრეზენტაცია და სხვა.

ფასდება შემდეგი უნარები:

1. სააზროვნო უნარ-ჩვევები;
2. კვლევის უნარ-ჩვევები;
3. პრობლემის გადაჭრის უნარ-ჩვევები;
4. კომუნიკაციის უნარ-ჩვევები;
5. სოციალური უნარ-ჩვევები;
6. თვითმართვის უნარ-ჩვევები.

მოთხოვნები, რომლებსაც უნდა აკმაყოფილებდეს შემაჯამებელი დავალებები

დავალების თითოეულ ტიპს უნდა ახლდეს შეფასების ზოგადი რუბრიკა;

ზოგადი რუბრიკა უნდა დაზუსტდეს კონკრეტული დავალების პირობისა და განვლილი მასალის გათვალისწინებით;

10 ქულა უნდა განაწილდეს რუბრიკაში შემავალ კრიტერიუმებზე;

მითითებული უნდა იყოს სტანდარტის ის შედეგები, რომელთა შეფასებასაც ემსახურება შემაჯამებელი დავალება.

დანართი 2. შეფასების რუბრიკების ნიმუშები

მინდა კიდევ ერთხელ მივაქციო ყურადღება ობიექტურ, გამჭვირვალე, ვალიდური შეფასების დიდ მნიშვნელობას. მასწავლებლის წიგნში მოცემული შეფასების სქემების ნიმუშების გამოყენებისას მასწავლებელს შეუძლია მისი შეცვლა საკუთარი შეხედულებისა და საჭიროების შესაბამისად, ასევე გაითვალისწინოს, რომ შეფასების რუბრიკა მოსწავლეებთან ერთად, მათი უშუალო მონაწილეობით უნდა შეიქმნას.

განიხილეთ მოსწავლის შეცდომა, როგორც მოსწავლის არასტანდარტული აზროვნების შედეგი და აუცილებლად დაინტერესდით, რატომ ფიქრობს ასე და არა სხვაგვარად, მიეცით მას შესაძლებლობა, აგვიხსნას საკუთარი პოზიცია. შეცდომის შეფასებისას ხშირად გამოიყენეთ შეფასება 'ჯერ არა', 'ჯერ' ამ სიტყვებს შეუძლია დაეხმაროს მოსწავლეს ზრდის მენტალიტეტის ჩამოყალიბებაში და შემდგომ წინსვლაში. სასურველია, ხშირად გამოიყენოთ ურთიერთშეფასება და თვითშეფასება, რაც გაცილებით საინტერესოს ხდის საგაკვეთილო პროცესს.

საგაკვეთილო პროცესში ჩართულობა					
კრიტერიუმები	1-2 დაბალი	3-4 საშუალოზე დაბალი	5-6 საშუალო	7-8 საშუალოზე მაღალი	9-10 მაღალი
საგაკვეთილო პროცესში მოსწავლის აქტიურობა, მოსმენის კულტურა, ეთიკური ნორმების დაცვა	პასიურია, არ არის ჩართული საგაკვეთილო პროცესში, არ უსმენს მოსაუბრეს, არ იცავს ეთიკურ ნორმებს	საგაკვეთილო პროცესში ნაწილობრივია ჩართული, უჭირს ყურადღების კონცენტრირება, ვერ იცავს ეთიკურ ნორმებს	საგაკვეთილო პროცესში ნაწილობრივია ჩართული, იშვიათად უსმენს მოსაუბრეს, ვერ იცავს ეთიკურ ნორმებს	გაკვეთილზე უმეტესად აქტიურია, მობილიზებულია და უსმენს მოსაუბრეს, იცავს ეთიკურ ნორმებს	აქტიურია მთელი გაკვეთილის განმავლობაში, მობილიზებულ ია და უსმენს მოსაუბრეს, იცავს ეთიკურ ნორმებს
მომიებული ინფორმაციის შეჯამების უნარი, ჯგუფში მუშაობა	ვერ აჯამებს წაკითხულ ინფორმაციას, ჯგუფში მუშაობისას პასიურია	ნაწილობრივ აჯამებს წაკითხულ ინფორმაციას, არ ან ვერ თანამშრომლობს მეწყვილესთან	ნაწილობრივ აჯამებს წაკითხულ ინფორმაციას, ზოგ შემთხვევაში წვლილი შეაქვს ჯგუფის მუშაობაში	კარგად აჯამებს წაკითხულ ინფორმაციას, შეაქვს წვლილი ჯგუფის მუშაობაში	აჯამებს და აანალიზებს წაკითხულ ინფორმაციას, მნიშვნელოვანი ა მისი წვლილი ჯგუფის მუშაობაში

შეფასების სქემა - ამოცანის ამოხსნა					
კრიტერიუმები	0-2	0-2	0-2	0-2	0-2
ამოცანის ამოხსნა	დაცულია ჩაწერის კულტურის ნორმები	აზრი ჩაწერილია გამართულად	სწორად იყენებს ტერმინოლოგიას	დავალდება ე პასუხი გაცემულია სწორად	მომეზნილი აქვს პრობლემის გადაჭრის მართებული (ორიგინალური) გზა

	საკითხის შესწავლის განმსაზღვრელი შეფასების სქემა			
კრიტერიუმები	1-3	4-6	7-8	9-10
სკალის დახაზვა	ვერ ხაზავს სკალას	ხაზავს სკალას, არ ხაზავს ერთეულოვან მონაკვეთს	ხაზავს სკალას, ერთეულოვანი მონაკვეთის დახაზვისას არ იცავს სიზუსტეს	ხაზავს სკალას, ერთეულოვანი მონაკვეთის დახაზვისას იცავს სიზუსტეს
მოცემული ფიზიკური სიდიდისთვის ხელსაწყოს შერჩევა	ვერ არჩევს ხელსაწყოს	იშვიათად არჩევს ხელსაწყოს სწორად	უმეტესად სწორად არჩევს ხელსაწყოს	ყოველთვის სწორად არჩევს ხელსაწყოს
გაზომვის საზღვრების დადგენა	ვერ ადგენს	იშვიათად ადგენს	უმეტესად სწორად ადგენს	ყოველთვის სწორად ადგენს
ცდომილების შეფასება	არ შეუძლია ცდომილების შეფასება	ზოგჯერ სწორად აფასებს ცდომილებას	უმეტესად სწორად აფასებს ცდომილებას	ყოველთვის სწორად აფასებს ცდომილებას

მოსწავლის კონკრეტული დავალების თვითშეფასების სქემა		
სირთულეები რა უნდა გავაუმჯობესო	სტანდარტით გათვალისწინებული დონე კრიტერიუმები	ძლიერი მხარეები რას ვაკეთებ განსაკუთრებით კარგად
	კრიტერიუმი 1 აქტიურად მონაწილეობს და შეაქვს მნიშვნელოვანი წვლილი ყველა აქტივობაში	
	კრიტერიუმი 2 ყოველთვის თანამშრომლობს წყვილებში/ჯგუფებში მუშაობის დროს	

საშინაო დავალების შეფასება					
ფასდება შემდეგი აქტივობები	1	2	3	4	5
მომიებული ინფორმაციის შესაბამისობა და ორგანიზებულობა	უჭირს ინფორმაციის მოძიება	იყენებს მხოლოდ საკუთარ ინფორმაციას	იყენებს მხოლოდ სახელმძღვანელოს ინფორმაციას, ნაწილობრივ ორგანიზებულია	იყენებს მხოლოდ რამდენიმე საინფორმაციო წყაროს, მასალა ორგანიზებულია	იყენებს მრავალფეროვან საინფორმაციო წყაროს, საშუალებას, მასალა მოსახერხებლად არის ორგანიზებული
მომიებული ინფორმაციის ანალიზი	უჭირს ანალიზის გაკეთება	ცდილობს ანალიზის გაკეთებას	მომიებული ინფორმაციის ნაწილობრივი ანალიზი	მომიებული ინფორმაციის ანალიზი	მომიებული ინფორმაციის სიღრმისეული ანალიზი
ამოცანების სისტემატურად და გააზრებულად შესრულება	არა აქვს გააზრებული, არასისტემატურია	ნაწილობრივ აქვს გააზრებული, არასისტემატურია	ნაწილობრივ აქვს გააზრებული, სისტემატურია	კარგად აქვს გააზრებული, სისტემატურია	კარგად აქვს გააზრებული, სისტემატურად ამდიდრებს დამატებითი ინფორმაციით

ცდის ანალიზის ფურცელი	
მოსწავლის სახელი და გვარი	
გაკვეთილის თემა	
ცდის მიზანი	
მთავარი კითხვა რისი გაგება მაინტერესებს?	
ვარაუდი (ჰიპოთეზა) ჩემი აზრით, რა იქნება შედეგი?	
ცვლადები რომელი სიდიდის ცვლილება გამოიწვევს რომლის ცვლილებას?	
მსვლელობა როგორი თანმიმდევრობით ჩავატარებ ცდას? რას გავაკეთებ რის შემდეგ?	
შედეგები	
დასკვნა რამ გამოიწვია მიღებული შედეგი?	

თარიღი: კვლევითი პროექტი								
მოსწავლე	შეფასების კრიტერიუმები							
	პროექტის მიზანი	კვლევის გეგმის შემუ- შავება	საკითხთან დაკავშირებ ული ინფორმაცი ის მოძიება	კვლევის ჩატარება	მონაცემ- ების აღრიცხვა	ანალიზი და დასკვნის გამოტანა	პრეზენ ტაცია	ქულათა მაქსიმა- ლური რაოდენობა
	0-1	0-1	0-1	0-2	0-1	0-2	0-2	10
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								

თვითშეფასების სქემა	
რა ვისწავლე?	
რა იყო ჩემთვის საინტერესო?	
რა გამიჭირდა?	
რა გავაკეთე კარგად?	
რას შევცვლიდი?	

ერთობლივი მუშაობის დროს ინდივიდუალური დაკვირვების ფურცელი
ვაკვირდები მოსწავლეს
-სახელი-----გვარი--- -----

რას ვაკვირდები ერთობლივი მუშაობის დროს		შენიშვნები
მოსწავლის სამუშაო ჩვევები	მუშაობს თუ არა მოსწავლე თანმიმდევრულად დამოუკიდებლად ან სხვებთან ერთად ცდილობს თუ არა იგი სხვებს დაეხმაროს? რამდენად წარმატებით ცდილობს იგი ითხოვოს და მიიღოს საჭირო დახმარება? ვისგან იღებს დახმარებას? არის თუ არა მოსწავლე დავალებზე კონცენტრირებული თუ ადვილად ეფანტება ყურადღება? აქტიურად ერთვება თუ არა იგი პრობლემის გადაწყვეტაში?	
მოსწავლის მოსაზრებები	ცდილობს თუ არა მოსწავლე ახსნას თავისი მოსაზრებები? სერიოზულად განიხილავს თუ არა იგი სხვების წინადადებებსა და მოსაზრებებს?	
კომუნიკაცია	საუბრობს თუ არა მოსწავლე ინფორმაციის დაზუსტებისა და სხვებთან კომუნიკაციის მიზნით?	

	კომფორტულად გრძნობს თუ არ იგი თავს როგორც „მოსაუბრის“, ისე „მსმენელის“ როლში? შეუძლია თუ არა თავისუფლად წარდგეს მთელი კლასის წინაშე? შეუძლია თუ არა მოსწავლეს მოხერხებულად წარმოადგინოს როგორც ჯგუფის მიერ შეთანხმებული მოსაზრება, ისე საკუთარი ნააზრევია?	
--	---	--

საშინაო ცდის აღწერის ოქმის ნიმუში

კრიტერიუმები	შესრულების დონე		
	დაბალი	საშუალო	მაღალი
ამოიცნობს და ასახელებს თემასთან დაკავშირებულ ცნებებს	მნიშვნელოვანი ხარვეზებით ამოიცნობს და ასახელებს თემასთან დაკავშირებულ ცნებებს	უშვებს შეცდომებს თემასთან დაკავშირებული ცნებების ამოცნობაში	სწორად ამოიცნობს და ასახელებს თემასთან დაკავშირებულ ცნებებს
აკეთებს ამოცანის შესაბამის ჩანაწერებს. ახდენს დაკვირვების ცხრილის შევსებას	ჩანაწერებს და დაკვირვების ცხრილის შევსებას ახდენს მნიშვნელოვანი ხარვეზებით	ჩანაწერებს და დაკვირვების ცხრილის შევსებას ახდენს ხარვეზებით	ყოველთვის სწორად აკეთებს ჩანაწერებს. ახდენს დაკვირვების ცხრილის შევსებას
სწორად ახერხებს თემასთან დაკავშირებული სიდიდეების ერთეულების გადაყვანს და მოქმედებების შესრულებას	ვერ პოულობს სწორად თემასთან დაკავშირებულ სიდიდეებს, ხშირად უშვებს შეცდომებს ერთეულების გადაყვანასა და მოქმედებების შესრულებაში	უმეტესად სწორად ახდენს თემასთან დაკავშირებული სიდიდეების გადაყვანას	ყოველთვის სწორად ახდენს თემასთან დაკავშირებული სიდიდეების ერთეულების გადაყვანას და მრავალკუთხედის პერიმეტრის გამოთვლას

შეფასების რუბრიკების ნიმუშები

მოსწავლის სახელი და გვარი	
გაკვეთილის თემა	
ცდის მიზანი	
მთავარი კითხვა რისი გაგება მაინტერესებს?	
ვარაუდი (ჰიპოთეზა) ჩემი აზრით, რა იქნება შედეგი?	
ცვლადები რომელი სიდიდის ცვლილება გამოიწვევს რომლის ცვლილებას?	
მსვლელობა როგორი თანმიმდევრობით ჩავატარებ ცდას? რას გავაკეთებ რის შემდეგ?	
შედეგები	
დასკვნა რამ გამოიწვია მიღებული შედეგი?	

ერთობლივი მუშაობის დროს ინდივიდუალური დაკვირვების ფურცელი
 ვაკვირდები მოსწავლეს
 - სახელი-----გვარი-----

რას ვაკვირდები ერთობლივი მუშაობის დროს		შენიშვნები
მოსწავლის სამუშაო ჩვევები	მუშაობს თუ არა მოსწავლე თანმიმდევრულად, დამოუკიდებლად ან სხვებთან ერთად? ცდილობს თუ არა იგი სხვებს დაეხმაროს? რამდენად წარმატებით ცდილობს იგი ითხოვოს და მიიღოს საჭირო დახმარება? ვისგან იღებს დახმარებას? არის თუ არა მოსწავლე დავალებზე კონცენტრირებული თუ ადვილად ეფანტება ყურადღება? აქტიურად ერთვება თუ არა იგი პრობლემის გადაწყვეტაში?	
მოსწავლის მოსაზრებები	ცდილობს თუ არა მოსწავლე ახსნას თავისი მოსაზრებები? სერიოზულად განიხილავს თუ არა იგი სხვების წინადადებებსა და მოსაზრებებს?	
კომუნიკაცია	საუბრობს თუ არა მოსწავლე ინფორმაციის დაზუსტებისა და სხვებთან კომუნიკაციის მიზნით? კომფორტულად გრძნობს თუ არ იგი თავს როგორც „მოსაუბრის“, ისე „მსმენელის“ როლში? აქვს თუ არა მას გამბედაობა მოხსენებით წარდგეს მთელი კლასის წინაშე? შეუძლია თუ არა მოსწავლეს მოხერხებულად წარმოადგინოს როგორც ჯგუფის მიერ შეთანხმებული მოსაზრება, ისე საკუთარი ნააზრევი?	

კრიტერიუმები	შესრულების დონე		
	დაბალი	საშუალო	მაღალი
ამოიცნობს და ასახელებს თემასთან დაკავშირებულ ცნებებს	მნიშვნელოვანი ხარვეზებით ამოიცნობს და ასახელებს თემასთან დაკავშირებულ ცნებებს	უშვებს შეცდომებს თემასთან დაკავშირებული ცნებების ამოცნობაში	სწორად ამოიცნობს და ასახელებს თემასთან დაკავშირებულ ცნებებს
აკეთებს ამოცანის შესაბამის ჩანაწერებს. ახდენს დაკვირვების ცხრილის შევსებას	ჩანაწერებს და დაკვირვების ცხრილის შევსებას ახდენს მნიშვნელოვანი ხარვეზებით	ჩანაწერებს და დაკვირვების ცხრილის შევსებას ახდენს ხარვეზებით	ყოველთვის სწორად აკეთებს ჩანაწერებს. ახდენს დაკვირვების ცხრილის შევსებას
სწორად ასრულებს თემასთან დაკავშირებული სიდიდეების ერთეულების გადაყვანას და მოქმედებების შესრულებას	ვერ პოულობს სწორად თემასთან დაკავშირებულ სიდიდეებს, ხშირად უშვებს შეცდომებს ერთეულების გადაყვანასა და მოქმედებების შესრულებაში	უმეტესად სწორად ახდენს თემასთან დაკავშირებული სიდიდეების გადაყვანას	ყოველთვის სწორად ახდენს თემასთან დაკავშირებული სიდიდეების ერთეულების გადაყვანას და მრავალკუთხედის პერიმეტრის გამოთვლას

დანართი 3

დიაგრამა ამოცანის ამოხსნისთვის

ამოხსნა	გამოთვლა
რას გვეკითხება ამოცანა? -----	გამოთვლებისთვის საჭირო ფორმულა -----
რა მონაცემები არის მოცემული? -----	ჩაწერე მონაცემები ფორმულაში -----
რა მონაცემი გჭირდება? -----	დააკვირდი ერთეულებს და გამოთვალე -----

გარემოს დიელექტრიკული შეღწევადობა 20° C-ზე.			
ქაღალდი	5	პარაფინი	2,1
ვაკუუმი	1	ქარვა	2,8
წყალი	81	ქარსი	6
ჰაერი	1	მინა	7
კვარცი	4,3	ფაიფური	7
ნავთი	2,1	ებონიტი	2,8
ზეთი	2,5	ეთილის სპირტი	24

ზოგიერთი ნივთიერების სიმკვრივე

ნივთიერება	ρ , კგ/მ ³	ρ , გ/სმ ³	ნივთიერება	ρ , კგ/მ ³	ρ , გ/სმ ³
მყარი ნივთიერება, 20°C (გარდა ყინულისა)					
ოსმიუმი	22 600	22,6	მარმარილო	2 700	2,7
ირიდიუმი	22 400	22,4	ფანჯრის მინა	2 500	2,5
პლატინა	21 500	21,5	ფაიფური	2 300	2,3
ოქრო	19 300	19,3	ბეტონი	2 300	2,3
ტყვია	11 300	11,3	სუფრის მარილი	2 200	2,2
ვერცხლი	10 500	10,5	აგური	1 800	1,8
სპილენძი	8 900	8,9	პოლიეთილენი	920	0,92
ფოლადი, რკინა	7 800	7,8	პარაფინი	900	0,9
კალა	7 300	7,3	ყინული	900	0,9
თუთია	7 100	7,1	მუხა (მშრალი)	700	0,7
თუჯი	7 000	7	ფიჭვი (მშრალი)	400	0,4
ალუმინი	2 700	2,7	კორპი	240	0,24
თხევადი ნივთიერება, 20°C					
ვერცხლისწყალი	13 600	13,6	ნავთი	800	0,8
გოგირდმჟავა	1 800	1,8	სპირტი	800	0,8
გლიცერინი	1 200	1,2	ნავთობი	800	0,8
ზღვის წყალი	1 030	1,03	აცეტონი	790	0,79
წყალი	1 000	1	ბენზინი	710	0,71
მზესუმზირას ზეთი	930	0,93	თხევადი კალა 400°C	6 800	6,8
მანქანის ზეთი	900	0,9	თხევადი ჟანგბადი - 194°C	860	0,86
აირადი ნივთიერება, 0°C (ნორმალური პირობებისას)					
ქლორი	3,21	0,00321	ბუნებრივი აირი	0,8	0,0008
ჟანგბადი	1,43	0,00143	წყლის ორთქლი 100°C	0,59	0,00059
ჰაერი	1,29	0,00129	ჰელიუმი	0,18	0,00018
აზოტი	1,25	0,00125	წყალბადი	0,09	0,00009

ბიბლიოგრაფია

1. ზოგადი განათლების ეროვნული მიზნები:
<https://bit.ly/3rdGyTG>
2. საშუალო საფეხურის ეროვნული სასწავლო გეგმა:
<https://bit.ly/3fluCMO>
3. საგანი - ფიზიკა, გზამკვლევი მესამე თაობის ეროვნული სასწავლო გეგმის მიხედვით
<https://bit.ly/3SCpXnZ>
4. ფიზიკის სწავლება სკოლაში თანამედროვე ტექნოლოგიების გამოყენებით.
<http://mastsavlebeli.ge/?p=18189> 31 მაისი, 2018, ლალი ნადირაძე.
5. ანიტა ვულფოლკი - განათლების ფსიქოლოგია, ილია ჭავჭავაძის სახელმწიფო უნივერსიტეტის გამომცემლობა, თბილისი, 2009 (Leinhardt, 2001, p. 334).
6. როგორ ვასწავლოთ მოსწავლეებს აზროვნება. მეთოდოლოგიური სახელმძღვანელო, 2007წ., თბილისი.
7. განმარტებითი ლექსიკონი განათლების სპეციალისტებისთვის (I და II ნაწილი), ეროვნული სასწავლო გეგმებისა და შეფასების ცენტრი, 2007-2008 წწ.
8. მ. ინასარიძე, ს. ლობჯანიძე, მ. რატიანი, ი. სამსონია „მასწავლებლის საქმიანობის დაწყების, პროფესიული განვითარების და კარიერული წინსვლის სქემის გზამკვლევი“, ნაწილი II, მასწავლებლის პროფესიული განვითარების ეროვნული ცენტრი, 2016. შეფასების რუბრიკების მნიშვნელობა სწავლა-სწავლების პროცესში და მათი ტიპები, 28 ოქტომბერი, 2016, ნატალია ედიშერაშვილი.
9. დისკუსია, როგორიც საგანმანათლებლო რესურსი, 8 თებერვალი, 2017, ინგა ლომაძე.
<http://mastsavlebeli.ge/?p=13099>
10. თანამედროვე ფიზიკის საკვანძო ექსპერიმენტები, “როგორ დავგეგმოთ და განვახორციელოთ პროექტ გაკვეთილი”, სოფიკო ლობჯანიძე
<http://mastsavlebeli.ge/?p=288>
11. ლაბორატორიული სამუშაოები ფიზიკაში. ზურაბ ჯიბუტი, მაია ტურტულაძე. საქართველოს აგრარული უნივერსიტეტი. 2018
<https://bit.ly/3razZBd>
12. **ზოგადი განათლების რეფორმის ჯგუფის** მიერ შექმნილი ვირტუალური ლაბორატორიების ქართულენოვანი ვიდეოინსტრუქციები, ტექსტური გზამკვლევები, ანიმაციები, ვიდეორგოლების ქართულენოვანი ვიდეოინსტრუქციები
13. L. Nadiradze, M. Kapanadze, B. Kvirkvelia. Use of technologies, as the effective instrument for enhancing of motivation in the process of physics teaching. INTED2020 Proceedings, 14th International Technology, Education and Development Conference, 2nd-4th March, 2020, Valencia, Spain, pp. 2768-2773, **ISBN:** 978-84-09-17939-8, **ISSN:** 2340-1079. doi: 10.21125/inted.2020.0828
<https://bit.ly/3fqCGM8>

- 14 Kapanadze, M., Bolte, C., Schneider, V., Slovinsky, E., (2015) *Enhancing Science Teachers' Continious Professional Development in the Field of IBSE and other Aspects of Inovative Science Lessons*. Journal of Baltic Science Education, 2015, Vol.14, (2), (pp. 254 -266).
15. საბუნებისმეტყველო საგნების მასწავლებელთა კომპეტენციების განვითარება კვლევაზე დაფუძნებული სწავლებისას. დისერტაცია, ნათელა ბალათრიშვილი, 2017
<https://bit.ly/3UVgEBI>

