

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

ფიზიკა

მე-11 კლასი

მასწავლებლის წიგნი

გრიფინიჭებულია საქართველოს განათლებისა და
მეცნიერების სამინისტროს მიერ 2023 წელს



გამომცემლობა „საქართველოს მაცნე“

ფიზიკა, მე-11 კლასი

მასწავლებლის წიგნი

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

© გამომცემლობა „საქართველოს მაცნე“

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

I გამოცემა, 2023 წელი

ISBN 978-9941-16-850-5

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	6
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	25
• საშუალო საფეხურის საკვანძო შეკითხვები	27
თემატური მატრიცა - გრძელვადიანი მიზნების გზაზე შუალედური მიზნების განხორციელების მნიშვნელოვანი ინსტრუმენტი	28
თემატური ინდიკატორები	29
• თითოეული თემატური ერთეულის ფარგლებში შექმნილი თემატური მატრიცა	31
• კომპლექსური დავალებების ადგილი და როლი თემატურ მატრიცაში	37
• კომპლექსური დავალებები	39
ეროვნული სასწავლო გეგმის შედეგების მიღწევის ტაქსონომია	127
ზესაგნობრივი (მაკრო) ცნებები	128
კომპლექსური დავალებების ბარათები (მოსწავლის/მშობლის)	130
ინკლუზიური განათლება	138
გენდერული თანასწორობა	139
მეტაკოგნიცია და ფუნქციური/კომპონენტური უნარები	139
საკონტროლო კითხვების პასუხები პარაგრაფების მიხედვით	149
პარაგრაფებისა და შემაჯამებელი ამოცანების ამოხსნები	160
სასწავლო რესურსების QR კოდები და მოკლე ბმულები მოსწავლის წიგნის პარაგრაფების მიხედვით	174
საგანმანათლებლო ლექსიკონი	180
მათემატიკა ფიზიკისთვის	183
დანართები	184
ბიბლიოგრაფია	196

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

ჩვენ მიერ შემოთავაზებული სახელმძღვანელოს მიზნები, კონცეფცია, შინაარსი და მეთოდიკა 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 ამოცხსნათ 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 მკვიდრ 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, სოციო-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 ეგრეთ წოდებული კომპლექსური დავალების ბარათი, რომელიც განკუთვნილია მოსწავლისა 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 განთავსებულია მოსწავლის წიგნში პარაგრაფების ბოლოს არსებული საკონტროლო კითხვების და ამოცანების პასუხები. ამასთან ერთად, 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 ერთეულების - ელექტრომაგნიტური მოვლენების, რხევები და ტალღების, გეომეტრიული ოპტიკის შესასწავლ საკითხებზე;
- ❖ სახელმძღვანელოს პარაგრაფებში წარმოდგენილი კვლევითი ექსპერიმენტები შესაბამის მკვიდრ წარმოდგენებსა და სამიზნე ცნებებზე გასვლის მიზნით, ჩაშენებულია მასწავლებლის წიგნში შინაარსობრივად დაკავშირებულ კომპლექსურ დავალებებში.
- ❖ დამატებითი კითხვები, რომლებიც თან ახლავს ყველა კომპლექსურ დავალებას ნაბიჯების მიხედვით, შედგენილია ზედმიწევნით სახელმძღვანელოს პარაგრაფების და მათში ჩაშენებული აქტივობების მიხედვით კონსტრუქტივისტული პრინციპით - მარტივიდან რთულსკენ;
- ❖ 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;
- ❖ კომპლექსური დავალებების მრავალფეროვანი სასწავლო რესურსის: სიმულატორების, კვლევითი ექსპერიმენტების ვიდეო და ტექსტური გზამკვლევების, საინტერესო ვიდეორგოლების **QR კოდები** და მოკლე ბმულები, მოტივაციის ამაღლების მიზნით, ჩაშენებულია მოსწავლის წიგნში შინაარსობრივად დაკავშირებულ პარაგრაფებში;

წლის ბოლოს მისაღწევი შედეგები

თანამედროვე ზოგადსაგანმანათლებლო სტანდარტის მიხედვით, სკოლამ მოსწავლე უნდა აღჭურვოს იმ ცოდნითა და უნარ-ჩვევებით, რომელიც მას ხელს შეუწყობს გახდეს საკუთარი განვითარების წარმმართველი, 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. მეთერთმეტე 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 საგნების, მათ შორის ფიზიკის 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.

საბუნებისმეტყველო გაკვეთილებზე შეძენილი ცოდნა მნიშვნელოვან როლს ასრულებს 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.

საშუალო საფეხურის ფიზიკის 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)

ფიზ.საშ.2.	მეცნიერული მიღწევებისა და კვლევითი უნარ-ჩვევების გამოყენებით ენერჯის სახეებზე და მათი ურთიერთგარდაქმნის მიზეზებზე/შედეგებზე მსჯელობა ბუნებაში მიმდინარე ფიზიკური მოვლენების დასახასიათებლად;	ენერჯია (ფიზ.საშ.1,2,3,4)
ფიზ.საშ.3.	მეცნიერული მიღწევებისა და კვლევითი უნარ-ჩვევების გამოყენებით სხეულთა ურთიერთქმედებებსა და მათ შედეგებზე მსჯელობა ბუნებაში მიმდინარე პროცესების აღსაწერად;	ძალა (ფიზ.საშ.1,2,3,4)
ფიზ.საშ.4	მეცნიერული მიღწევებისა და კვლევითი უნარ-ჩვევების გამოყენებით ბუნებაში არსებული მიზეზ - შედეგობრივი კავშირების დასაბუთება ფიზიკური პროცესების/ მოვლენების აღსაწერად და დასახასიათებლად.	ფიზიკური პროცესი (ფიზ.საშ.1,2,3,4)

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 მოდელების შექმნა, შერეული შეერთების გამოკვლევა, მათი ელექტრული ველის ენერგიის რაოდენობრივი აღწერა და გამოყენების შესახებ მსჯელობა ყოფა-ცხოვრებასა და ტექნიკაში კონდენსატორის როლის შესაფასებლად.

ძალა - მოსწავლემ უნდა შეძლოს:

- სხეულთა წონასწორობის პირობების გამოყენება ელექტრულ ველში უძრავად მოთავსებული (წრფივად და თანაბრად მოძრავი) მუხტის წონასწორობის მდგომარეობის აღსაწერად;
- წერტილოვანი მუხტებს შორის ურთიერთქმედების ძალის რაოდენობრივად დახასიათება (ანალოგია მსოფლიო მიზიდულობის კანონთან) და ელექტროსტატიკური ველის სუპერპოზიციის პრინციპის ახსნა პრობლემაზე ორიენტირებული ამოცანების გადასაჭრელად;
- 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 უბნისათვის; გამტარების მიმდევრობით და პარალელურად შეერთება; დენის მუშაობა და სიმძლავრე; ჯოულ-ლენცის კანონი; დენის წყაროს ემ ძალა და ომის კანონი ჩაკეტილი წრედისათვის; ელექტრული დენი სხვადასხვა გარემოში.

თემის ფარგლებში შედეგების მიღწევის ინდიკატორები სამიზნე ცნებების მიხედვით

მატერია - მოსწავლემ უნდა შეძლოს:

- ნივთიერების აგებულების დახასიათება მისი ელექტრული გამტარებლობის შესასწავლად;
- გამტარის 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.

ენერჯია - 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 მიზეზშედეგობრივი 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.

XI კლასი

<p>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.</p>
<p>თემის ფარგლებში შედეგების მიღწევის ინდიკატორები სამიზნე ცნებების მიხედვით მატერია - მოსწავლემ უნდა შეძლოს:</p> <ul style="list-style-type: none">• 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. <p>ენერგია - მოსწავლემ უნდა შეძლოს:</p> <ul style="list-style-type: none">• ელექტრომაგნიტური ინდუქციის მოვლენის გაანალიზება ელექტრული დენის გენერატორისა და ელექტროძრავას მუშაობის პრინციპის ასახსნელად;• კოჭას მაგნიტური ველის ენერგიის რაოდენობრივი აღწერა პრობლემაზე ორიენტირებული ამოცანების გადასაჭრელად. <p>ძალა - მოსწავლემ უნდა შეძლოს:</p> <ul style="list-style-type: none">• 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. <p>ფიზიკური პროცესი - მოსწავლემ უნდა შეძლოს:</p> <ul style="list-style-type: none">• 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.

<p>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.</p>
<p>თემის ფარგლებში შედეგების მიღწევის ინდიკატორები სამიზნე ცნებების მიხედვით მატერია - მოსწავლემ უნდა შეძლოს:</p> <ul style="list-style-type: none">• მათემატიკური ქანქარას მოდელის შექმნა მისი რხევითი მოძრაობის დახასიათებლად;• 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. <p>ენერგია - მოსწავლემ უნდა შეძლოს:</p> <ul style="list-style-type: none">• ჰარმონიულად მერხვევი სისტემის ენერგიის შესახებ მსჯელობა პრობლემაზე ორიენტირებული ამოცანების გადასაჭრელად;

- ელექტრული ენერჯის 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 ენერჯის შესახებ მსჯელობა რეზონანსის მოვლენის ასახსნელად.

ძალა - მოსწავლემ უნდა შეძლოს:

- ჰარმონიული რხევის გამომწვევი ძალების დახასიათება და რეზონანსის გამომწვევი ძალის მოქმედების სიხშირის დაკავშირება მერხვეი 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 მათემატიკურ ქანქარასა და ზამბარაზე მიმაგრებული ტვირთის რხევითი მოძრაობების დახასიათებლად;
- ჰარმონიულად მერხვეი სისტემის მოძრაობის დახასიათებელი 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 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.

ენერჯია - მოსწავლემ უნდა შეძლოს:

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

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 ყოველდღიურობასა 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 ენერჯია; თერმოდინამიკის პირველი კანონი; სითბური ძრავების მქკ; 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.

ენერჯია - 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 მოვლენებსა და მის გამომწვევ მიზეზებზე მსჯელობა, ყოფა-ცხოვრებასა და მცენარეებში 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 არეალები; სინათლის ორმაგი ბუნება (დუალიზმი); ფოტონის ენერგია და ფოტოეფექტი; რეზერვუორდის 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 ვასრკვლავების და ა.შ.) დახასიათება სამყაროს ობიექტების აღსაწერად;
- სამყაროს ხილული და უხილავი ნაწილის (შავი მატერიისა და ბნელი ენერჯის) შესახებ არსებული თეორიის გაცნობა, სამყაროს შემადგენელ მატერიაზე წარმოდგენების შესაქმნელად.

ენერჯია - 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) დახასიათებლად.

სტანდარტის შედეგების მიღწევისა და შინაარსის ურთიერთკავშირის მატრიცა

შინაარსი	დრო სთ	სტანდარტის შედეგები			
		ფიზ. საშ. 1	ფიზ. საშ. 2	ფიზ. საშ. 3	ფიზ. საშ. 4
თემა 1. ელექტრომაგნიტური მოვლენები	19				
§ 1.1 ბუნებრივი და ხელოვნური მაგნიტები	1	+	+	+	+
§ 1.2. დენის მაგნიტური მოქმედება ერსტედის ცდა	1	+	+	+	+
§ 1.3. მაგნიტური ველი	1	+	+	+	+
§ 1.4. მაგნიტური ინდუქციის ვექტორი	1	+	+	+	+
§ 1.5. მაგნიტური ინდუქციის წირები	1	+	+	+	+
§ 1.6. მაგნიტური ველის მოქმედება დენიან გამტარზე. ამპერის ძალა	1	+	+	+	+
§ 1.7. წრფივი დენიანი გამტარების ურთიერთქმედება	1	+	+	+	+
§ 1.8 მაგნიტური ველის მოქმედება მოძრავ მუხტზე. ლორენცის ძალა	1	+	+	+	+
§ 1.9. დამუხტული ნაწილაკების მოძრაობა ერთგვაროვან მაგნიტურ ველში	1	+	+	+	+
შემაჯამებელი გაკვეთილი	1	+	+	+	+
§ 1.10. ნივთიერების მაგნიტური თვისებები	1	+	+	+	+
§ 1.11 ელექტრომამოძრავებელი ძალის აღძვრა მაგნიტურ ველში მოძრავ გამტარში	1	+	+	+	+
§ 1.12 ელექტრომაგნიტური ინდუქცია	1	+	+	+	+
§ 1.13. მაგნიტური ინდუქციის ნაკადი	1	+	+	+	+
§ 1.14. ინდუქციური დენის მიმართულება. ლენცის წესი	1	+	+	+	+
§ 1.15. ელექტრომაგნიტური ინდუქციის კანონი	1	+	+	+	+
§ 1.16. გრიგალური ელექტრული ველი	1	+	+	+	+
§ 1.17. თვითინდუქცია. ინდუქციურობა	1	+	+	+	+
§ 1.18. დენის მაგნიტური ველის ენერგია	1	+	+	+	+
§ 1.19. მუდმივი დენის ძრავა. მუდმივი დენის გენერატორი	1	+	+	+	+
თემა 2. რხევები და ტალღები	17				
§ 2.1 რხევითი მოძრაობა	1	+	+	+	+
§ 2.2 თავისუფალი და იძულებითი რხევები. ჰარმონიული რხევა	1	+	+	+	+
§ 2.3 ზამზარაზი ქანქარა	1	+	+	+	+
§ 2.4 მათემატიკური ქანქარა	1	+	+	+	+
§ 2.5 ენერგიის გარდაქმნა მექანიკური რხევებისას	1	+	+	+	+
§ 2.6 რეზონანსი	1	+		+	+
§ 2.7 ტალღური პროცესი. ტალღების გავრცელება დრეკად გარემოში	1	+	+	+	+
§ 2.8 პერიოდული ტალღები	1	+	+	+	+

§ 2.9 ტალღური ზედაპირები. ინტერფერენციის და დიფრაქციის მოვლენა	1	+	+	+	+
§ 2.10 ბგერითი ტალღები	1	+	+	+	+
§ 2.11 დოპლერის ეფექტი. აკუსტიკური რეზონანსი. ექო	1	+	+	+	+
შემაჯამებელი გაკვეთილი	1	+	+	+	+
§ 2.12 რხევითი კონტური	1	+	+	+	+
§ 2.13 იძულებითი ელექტრომაგნიტური რხევები. ცვლადი დენი, ცვლადი დენის გენერატორი	1	+	+	+	+
§ 2.14 ცვლადი დენის გარდაქმნა. ტრანსფორმატორი	1	+	+	+	+
§ 2.15 ელექტროენერგიის წარმოება, გადაცემა და განაწილება	1	+	+	+	+
§ 2.16 ელექტრომაგნიტური ტალღები	1	+	+	+	+
ელექტრომაგნიტური გამოსხივების მავნე ზეგავლენა ადამიანის ჯანმრთელობაზე	1	+	+		+
თემა 3. გეომეტრიული ოპტიკა	16				
§ 3.1 სინათლის ორგვარი ბუნება. სინათლის სიჩქარე	1	+	+		+
§ 3.2 სინათლის წრფივი გავრცელება	1	+	+		+
§ 3.3 სინათლის არეკვლა	1	+	+		+
§ 3.4 გამოსახულება ბრტყელ სარკეში	1	+	+		+
§ 3.5 სინათლის გარდატეხა	1	+	+		+
§ 3.6 სრული შინაგანი არეკვლა	1	+	+		+
§ 3.7 სინათლის გარდატეხა ბრტყელპარალელურ ფირფიტაში და სამკუთხა პრიზმაში	1	+	+		+
§ 3.8 სინათლის გარდატეხა ატმოსფეროში. მირაჟი	1	+	+		+
§ 3.9 ლინზები	1	+	+		+
§ 3.10 გამოსახულების აგება ლინზაში	1	+	+		+
§ 3.11 თხელი ლინზის ფორმულა	1	+	+		+
§ 3.12 თვალი. სათვალე	1	+	+		+
§ 3.13 ოპტიკური ხელსაწყოები	1	+	+		+
§ 3.14 ფოტოაპარატი	1	+	+		+
§ 3.15 სინათლის დისპერსია	1	+	+		+
§ 3.16 სინათლე და გრავიტაცია	1	+	+	+	+
სარეზერვო დრო	17				
სულ	69				

**სწავლა-სწავლების მიზნები და საგანმანათლებლო პრინციპები ფიზიკის
სწავლებისას**

ეროვნული სასწავლო გეგმის მიხედვით მეთერთმეტე 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 მიმდებლობა; საკუთარ აქტივობაზე პასუხისმგებლობის გააზრება.

<p>მეწარმეობა, ინიციატივების გამოვლენა და საქმედ ქცევა</p>	<p>სწავლა-სწავლების პროცესში ინტერესისა და ცნობისმოყვარეობის გამოვლენა; ახალი იდეების, მიდგომების, შესაძლებლობების ძიება და მათი განხორციელება სწავლის გაუმჯობესების მიზნით; მზაობა გამოწვევების მისაღებად, გაბედული ნაბიჯების გადასადგმელად.</p>
<p>დროსა და სივრცეში ორიენტირება</p>	<p>თანამედროვე რეალობის სივრცულ-დროით ჭრილში გააზრება და ინტერპრეტირება; მულტიპერსპექტიული ხედვა დროითი და სივრცული ფაქტორების გათვალისწინებით.</p>
<p>კვლევა</p>	<p>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.</p>
<p>სწავლის სწავლა დამოუკიდებლად საქმიანობა</p>	<p>აქტივობის/დავალების ღირებულების 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 გაუადვილებს, რა გაუძნელებს, 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; სოციომოციური 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.</p>
<p>პასუხისმგებლობა</p>	<p>სასკოლო საქმიანობებში (სასკოლო ცხოვრებაში) ნაკისრი ვალდებულების შესრულება; სამუშაოს დადგენილ ვადებში დასრულება და ჩაბარება; საკუთარი ქცევის მართვა, საკუთარ ქცევებზე, სოციალურ აქტივობებზე პასუხისმგებლობის აღება.</p>
<p>ინფორმაციული და საკომუნიკაციო ტექნოლოგიების გამოყენება</p>	<p>ქსელური ძიება; ინფორმაციის გავრცელება; ელექტრონული რესურსის მოძიება და გამოყენება სასწავლო პროცესში.</p>
<p>წიგნიერება</p>	<p>ზეპირი და წერიტი მეტყველების გზით ინფორმაციის მიღების, დამუშავების, გააზრების, სისტემაში მოყვანის, გაანალიზება-ინტერპრეტირებისა და წარდგენა-გაზიარების უნარი.</p>

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 განსახორციელებელ ქმედებათა გააზრებულად, გაცნობიერებულად დაგეგმვა და კოორდინირება ზრდის მოსწავლის ქმედითუნარიანობას, 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.

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

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

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

განმავითარებელი შეფასებისას 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 ორიენტირთან, 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 ნაწილია 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 -		

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.		
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.

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

წარმოგიდგენთ ფიზიკის სამიზნე ცნებებს და მათთან დაკავშირებულ შედეგებს:

- **მატერია** (შედეგი: 1,2,3,4)
- **ენერჯია** (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.

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.

შეფასების ზოგადი კრიტერიუმები კომპლექსურ დავალებაზე მუშაობისას შუალედურ როლს ასრულებს მკვიდრ წარმოდგენებსა და შეფასების კრიტერიუმს შორის. იგი ეხმარება მასწავლებელს მკვიდრი წარმოდგენებიდან ფოკუსირდეს კონკრეტული კომპლექსური დავალების ფარგლებში შესასწავლს საკითხებზე.

წარმოგიდგენთ სამიზნე ცნებებს, მათთან დაკავშირებულ მკვიდრი წარმოდგენებს და შეფასების ზოგად კრიტერიუმებს ფიზიკაში:

სამიზნე ცნებები	მკვიდრი წარმოდგენები მოსწავლემ უნდა გააცნობიეროს რომ:	შეფასების ზოგადი კრიტერიუმები მოსწავლეს შეუძლია:
მატერია	<ol style="list-style-type: none"> ყველაფერი რაც ჩვენ გარშემო არსებობს მატერიაა. იგი ორი სახისაა: ნივთიერება და ველი. ყველა ნივთიერება შედგება ნაწილაკებისაგან - მოლეკულებისა და ატომებისგან; ნივთიერების ფიზიკური თვისებები დამოკიდებულია მის შემადგენელ ნაწილაკებსა და სტრუქტურაზე, ხოლო ველის ფიზიკური თვისებები - ველის შემქმნელი ობიექტების მოძრაობასა და განლაგებაზე; მატერიის ფიზიკური თვისებები შეიძლება შეიცვალოს შიდა/გარე ფაქტორებით. ეს თვისებები და მათი ცვლილება ხასიათდება ფიზიკური სიდიდეებით, რომლებიც იზომება ცდის მეშვეობით. 	<ol style="list-style-type: none"> გააცნობიეროს, მატერიის რომელი სახეები ხვდება მას, განსახილველ საკითხში, რისგან შედგება ნივთიერება, რომელიც მის მიერ განსახილველ საკითხში მონაწილეობს; გაანალიზოს, რა დამოკიდებულებაა განსახილველ საკითხში წარმოდგენილი ნივთიერების თვისებებსა და მის სტრუქტურას შორის, რა დამოკიდებულებაა განსახილველ საკითხში არსებული ველის თვისებებსა და ველის შემქმნელი ობიექტების განლაგებას/მოძრაობას შორის; იმსჯელოს, რომელი გარე/შიდა ფაქტორები განაპირობებს მატერიის ფიზიკური თვისებების ცვლილებებს და რომელი ფიზიკური სიდიდეებით ხასიათდება მატერიის ეს თვისებები და მათი ცვლილება.
ენერგია	<ol style="list-style-type: none"> ენერგია სისტემის მდგომარეობის ერთ - ერთი ძირითადი განმსაზღვრელია და ახასიათებს მის მიერ მუშაობის შესრულების უნარს; სისტემის შემადგენელ სხეულებს/ნაწილაკებს გააჩნიათ სხვადასხვა სახის ენერგია, რომელიც შესაძლებელია გარდაიქმნას ერთი 	<ol style="list-style-type: none"> იმსჯელოს, ენერგიაზე, როგორც სისტემის მდგომარეობის განმსაზღვრელ ძირითად სიდიდესა ან/და ამ სისტემის მუშაობის შესრულების უნარზე; გააცნობიეროს, ენერგიის რომელი სახეებით

	<p>სახიდან მეორეში. ჩაკეტილი სისტემის სრული ენერგია მუდმივია;</p> <p>3. სისტემაში ენერჯის გარდაქმნა განპირობებულია შიდა ფაქტორებით, ხოლო სისტემის სრული ენერჯის ცვლილება - გარე ფაქტორებით.</p>	<p>ხასიათდება განსახილველ მოვლენაში/საკითხში მონაწილე სხეულები და როგორ გარდაიქმნება ენერჯია;</p> <p>3. დაადგინოს, რომელი შიდა ფაქტორები განაპირობებს სისტემაში ენერჯის გარდაქმნებს და რომელი გარე ფაქტორები - სისტემის სრული ენერჯის ცვლილებას;</p>
ძალა	<p>1. სხეულებს შორის ურთიერთქმედება ხასიათდება ფიზიკური სიდიდით - ძალით. ბუნებაში ურთიერთქმედების ოთხი სახე გვხვდება;</p> <p>2. ძალის მოქმედება განსაზღვრავს სხეულის მოძრაობის ცვლილებას ან/და მის დეფორმაციას, შედეგი კი დამოკიდებულია ძალის მოდულზე, მიმართულებასა და მოდების წერტილზე;</p>	<p>1. იმსჯელოს, რა სახის ურთიერთქმედებები ხდება მას, განსახილველ მოვლენაში და როგორ აღიწერება ეს ურთიერთქმედებები;</p> <p>2. გააანალიზოს, რას იწვევს სხეულზე/სისტემაზე მოქმედი ძალები და რაზეა დამოკიდებული ძალის მოქმედებით გამოწვეული შედეგები;</p>
ფიზიკური პროცესი	<p>1. ფიზიკური პროცესი სისტემის/სხეულის მდგომარეობის დროში ცვლილებაა, რომელიც აღიწერება რაოდენობრივი და თვისობრივი მახასიათებლებით;</p> <p>2. ყველა ფიზიკურ მოვლენას/პროცესს აქვს მიზეზი და მოჰყვება შედეგი, რომელთა დაკავშირებაც შესაძლებელია ბუნების კანონების გამოყენებით.</p>	<p>1. იმსჯელოს, რა თვისობრივი ცვლილებები მიმდინარეობს განსახილველ ფიზიკურ პროცესში და როგორ აღიწერება ეს ცვლილებები რაოდენობრივად;</p> <p>2. დააკავშიროს ერთმანეთთან განსახილველი მოვლენის/პროცესის გამომწვევი მიზეზები და შედეგები, ახსნას ეს კავშირი ბუნების კანონების გამოყენებით;</p>

❖ **საშუალო საფეხურის საკვანძო შეკითხვები**

საფეხურის საკვანძო შეკითხვების საშუალებით გამოიკვეთება აქცენტები, რომლებზე ორიენტირებითაც უნდა წარიმართოს სწავლა-სწავლების პროცესი. წარმოგიდგინოთ სარეკომენდაციო ხასიათის საფეხურის საკვანძო შეკითხვებს სამიზნე ცნებების მიხედვით:

თემატური მატრიცა - გრძელვადიანი მიზნების გზაზე შუალედური მიზნების განხორციელების მნიშვნელოვანი ინსტრუმენტი

თემა	საფეხურის საკვანძო შევითხვები:
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?
ენერჯია	რა ზეგავლენას ახდენს ბუნებრივ პროცესებში ენერჯიის მიმდინარე გარდაქმნები ადამიანის ყოველდღიურ ცხოვრებაზე? როგორ აღვწეროთ ბუნებრივ პროცესებში ენერჯიის მიმდინარე გარდაქმნები და ამ გარდაქმნების გამომწვევი მიზეზები?
ძალა	რატომ არის მნიშვნელოვანი ბუნებაში არსებული ურთიერთქმედებებისა და მათ მიერ გამოწვეული შედეგების აღწერა? როგორ დავაკავშიროთ ბუნებაში არსებული ურთიერთქმედებებით მიღებული შედეგები მათ მიზეზებთან?
ფიზიკური პროცესი	რატომ არის მნიშვნელოვანი ბუნებაში არსებული მოვლენებისა და ბუნებრივ მოვლენებში მიმდინარე პროცესების დახასიათება? როგორ დავგეხმარება ბუნებაში არსებული ობიექტების მოძრაობის დახასიათება ყოველდღიური ცხოვრების გასაუმჯობესებლად?

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.

- ❖ მათემატიკური
- ❖ თემატური ინდიკატორები

წარმოგიდგენთ მე-11 კლასში შესასწავლი სავალდებულო თემების თემატური ინდიკატორების ნიმუშებს ცნებების მიხედვით:

თემა: ელექტრომაგნიტური მოვლენები	მოსწავლემ უნდა შეძლოს:
მატერია	<p>მაგნიტური ველის წარმოქმნისა და მაგნიტური ურთიერთქმედების შესახებ მსჯელობა ყოფა-ცხოვრებაში მაგნიტებისა და დედამიწის მაგნიტური ველის როლის შესაფასებლად;</p> <p>ნივთიერების მაგნიტური თვისებების შესწავლა მისი პრაქტიკული გამოყენებისთვის არგუმენტების მოსაყვანად.</p>
ენერგია	<p>ელექტრომაგნიტური ინდუქციის მოვლენის გაანალიზება ელექტრული დენის გენერატორისა და ელექტროძრავას მუშაობის პრინციპის ასახსნელად;</p> <p>კოჭას მაგნიტური ველის ენერგიის რაოდენობრივი აღწერა პრობლემაზე ორიენტირებული ამოცანების გადასაჭრელად.</p>
ძალა	<p>ამპერისა და ლორენცის ძალების რაოდენობრივად დახასიათება პრობლემაზე ორიენტირებული ამოცანების გადასაჭრელად;</p> <p>მარტივი ელექტრომაგნიტის დამზადება და მისი მოქმედების პრინციპის ახსნა ელექტრომაგნიტის ყოფა-ცხოვრებასა და ტექნოლოგიებში გამოყენების შესახებ არგუმენტების მოსაყვანად.</p>
ფიზიკური პროცესი	<p>ერთგვაროვან მაგნიტურ ველში მუხტის მოძრაობის დახასიათება (დინამიკის კანონების გამოყენებით), მოძრაობის მახასიათებელ ფიზიკურ სიდიდეებსა და მაგნიტური ველის ინდუქციას შორის დამოკიდებულების დადგენა პრობლემაზე ორიენტირებული ამოცანების გადასაჭრელად;</p> <p>ექსპერიმენტის დაგეგმვა, კვლევისათვის საჭირო პროცედურების უსაფრთხოდ განხორციელება, მონაცემების სხვადასხვა ფორმით ჩაწერა და გაანალიზება ელექტრომაგნიტური ინდუქციის მოვლენის შესასწავლად.</p>

თემა: რხევები და ტალღები	მოსწავლემ უნდა შეძლოს:
მატერია	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	ჰარმონიულად მერხვეი 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	ჰარმონიული რხევის გამომწვევი ძალების დახასიათება და რეზონანსის გამომწვევი ძალის მოქმედების სიხშირის დაკავშირება მერხვეი სისტემის საკუთარი რხევის სიხშირესთან, პრობლემაზე ორიენტირებული ამოცანების გადასაჭრელად; ექსპერიმენტის დაგეგმვა და კვლევისათვის საჭირო პროცედურების უსაფრთხოდ განხორციელება რეზონანსის მოვლენის აღსაწერად.
ფიზიკური პროცესი	ექსპერიმენტის დაგეგმვა და კვლევისათვის საჭირო პროცედურების უსაფრთხოდ განხორციელება მათემატიკურ ქანქარასა და ზამბარაზე მიმაგრებული ტვირთის რხევითი მოძრაობების დასახასიათებლად; ჰარმონიულად მერხვეი 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 ოპტიკა	მოსწავლემ უნდა შეძლოს:
მატერია	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	ელექტრომაგნიტური ინდუქციის მოვლენის გაანალიზება ელექტრული დენის გენერატორისა და ელექტროძრავას მუშაობის პრინციპის ასახსნელად; კოჭას მაგნიტური ველის ენერჯის რაოდენობრივი აღწერა პრობლემაზე ორიენტირებული ამოცანების გადასაჭრელად.
ძალა	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	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.

❖ თითოეული თემატური ერთეულის ფარგლებში შექმნილი თემატური მატრიცა

თითოეული სასწავლო თემის, 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.

გთავაზობთ სავალდებულო თემების მიხედვით შედგენილ თემატურ მატრიცებს:

თემატური მატრიცა	
თემა - ელექტრომაგნიტური მოვლენები	საათების სავარაუდო რაოდენობა (19+6) სთ
<p>თემატური მკვიდრი წარმოდგენები:</p>	<p>თემასთან დაკავშირებული საკვანძო შეკითხვები:</p>
<p>მატერია - მოსწავლემ უნდა გააცნობიეროს, რომ:</p> <ul style="list-style-type: none"> • მოძრავი ელექტრული მუხტი ქმნის მაგნიტურ ველს, რომელიც ხასიათდება მაგნიტური ველის ინდუქციით. მაგნიტური ველის თვალსაჩინოდ გამოსახვისათვის იყენებენ ძალწირებს; ბუნებაში მაგნიტური მუხტი არ არსებობს. • ნივთიერების მაგნიტური თვისებები დამოკიდებულია მისი შემადგენელი მოლეკულების სტრუქტურასა და ურთიერთგანლაგებაზე; <p>ენერგია - მოსწავლემ უნდა გააცნობიეროს, რომ:</p> <ul style="list-style-type: none"> • მაგნიტურ ველს გააჩნია ენერგია, რომელიც შესაძლებელია გარდაიქმნას სხვა სახის ენერგიად; <p>ძალა - მოსწავლემ უნდა გააცნობიეროს, რომ:</p> <ul style="list-style-type: none"> • მაგნიტურ ველში მოძრავ დამუხტულ ნაწილაკზე/მოთავსებულ დენიან გამტარზე მოქმედებს ძალა. ამ ძალის მოდული დამოკიდებულია როგორც დამუხტული ნაწილაკის/დენიანი გამტარის პარამეტრებზე, ასევე - მაგნიტური ველის ინდუქციაზე; <p>ფიზიკური პროცესი - მოსწავლემ უნდა გააცნობიეროს, რომ:</p> <ul style="list-style-type: none"> • ელექტრომაგნიტური პროცესები აღიწერება რაოდენობრივი და თვისობრივი მახასიათებლებით; • ელექტრომაგნიტურ პროცესებში მიზეზშედეგობრივ კავშირებს ბუნების კანონები აღწერს. 	<p>მატერია - მოსწავლემ უნდა უპასუხოს კითხვებს:</p> <ul style="list-style-type: none"> • რა ქმნის მაგნიტურ ველს და რომელი ფიზიკური სიდიდით ხასიათდება იგი? როგორ აღწერენ ძალწირებს? არსებობს თუ არა ბუნებაში მაგნიტური მუხტი? • რაზეა დამოკიდებული ნივთიერების მაგნიტური თვისებები? <p>ენერგია - მოსწავლემ უნდა უპასუხოს კითხვებს:</p> <ul style="list-style-type: none"> • მაგნიტურ ველს გააჩნია თუ არა ენერგია და რა სახის გარდაქმნები ახასიათებს მას? <p>ძალა - მოსწავლემ უნდა უპასუხოს კითხვებს:</p> <ul style="list-style-type: none"> • რა პირობებში მოქმედებს მაგნიტურ ველში დამუხტულ ნაწილაკზე/დენიან გამტარზე ძალა და რაზეა იგი დამოკიდებული? <p>ფიზიკური პროცესი - მოსწავლემ უნდა უპასუხოს კითხვებს:</p> <ul style="list-style-type: none"> • როგორ აღიწერება ელექტრომაგნიტური პროცესები? • როგორ შეიძლება აღწეროთ ელექტრომაგნიტურ პროცესებში მიზეზ - შედეგობრივი კავშირები?

თემატური მატრია	
თემა - რხევები და ტალღები	საათების სავარაუდო რაოდენობა (17+6) სთ
თემატური მკვიდრი წარმოდგენები:	თემასთან დაკავშირებული საკვანძო შეკითხვები:
<p>მატერია - მოსწავლემ უნდა გააცნობიეროს, რომ:</p> <ul style="list-style-type: none"> • გარემოს ფიზიკური თვისებები განსაზღვრავს ამ გარემოში რხევისა და მისი გავრცელების თავისებურებებს; <p>ენერგია - მოსწავლემ უნდა გააცნობიეროს, რომ:</p> <ul style="list-style-type: none"> • მერხვე სხეულს/სისტემას გააჩნია ენერგია, რომელიც შესაძლებელია გარდაიქმნას სხვა სახის ენერგიად. • ტალღას გადააქვს ენერგია ნივთიერების გადატანის გარეშე. • მერხვე სხეულის/სისტემის ენერგია შეიძლება შეიცვალოს მხოლოდ ამ სხეულზე/სისტემაზე გარე ზემოქმედებით; <p>ძალა - მოსწავლემ უნდა გააცნობიეროს, რომ:</p> <ul style="list-style-type: none"> • სხეულის ჰარმონიულ რხევას განაპირობებს წონასწორობის მდებარეობიდან გადახრის პროპორციული და წონასწორობის მდებარეობისკენ მიმართული ძალა; • მერხვე სხეულზე/სისტემაზე გარეშე, პერიოდული ძალის მოქმედებით შესაძლებელია ამ სხეულის/სისტემის რხევის ამპლიტუდის და, შესაბამისად, ენერჯის შეცვლა. <p>ფიზიკური პროცესი - მოსწავლემ უნდა გააცნობიეროს, რომ:</p> <ul style="list-style-type: none"> • რხევითი პროცესები აღიწერება რაოდენობრივი და თვისობრივი მახასიათებლებით; • რხევით პროცესებში მიზეზშედეგობრივ კავშირებს ბუნების კანონები აღწერს. 	<p>მატერია - მოსწავლემ უნდა უპასუხოს კითხვებს:</p> <ul style="list-style-type: none"> • რა განსაზღვრავს გარემოში რხევისა და მისი გავრცელების თავისებურებებს; <p>ენერგია - მოსწავლემ უნდა უპასუხოს კითხვებს:</p> <ul style="list-style-type: none"> • მერხვე სხეულს/სისტემას გააჩნია თუ არა ენერგია და რა სახის გარდაქმნები ახასიათებს მას? • რა გადააქვს ტალღას? • როგორ შეიძლება შეიცვალოს მერხვე სხეულის/სისტემის ენერგია? <p>ძალა - მოსწავლემ უნდა უპასუხოს კითხვებს:</p> <ul style="list-style-type: none"> • რა განაპირობებს სხეულის ჰარმონიულ რხევას? • როგორ შეიძლება სხეულის/სისტემის რხევის ამპლიტუდის და ენერჯის შეცვლა? <p>ფიზიკური პროცესი - მოსწავლემ უნდა უპასუხოს კითხვებს:</p> <ul style="list-style-type: none"> • როგორ აღიწერება რხევითი პროცესები? • როგორ შეიძლება აღვწეროთ რხევით პროცესებში მიზეზ - შედეგობრივი კავშირები?

თემატური მატრიცა	
თემა - გეომეტრიული ოპტიკა	საათების სავარაუდო რაოდენობა (16+5) სთ
<p>თემატური მკვიდრი წარმოდგენები:</p>	<p>თემასთან დაკავშირებული საკვანძო შეკითხვები:</p>
<p>მატერია - მოსწავლემ უნდა გააცნობიეროს, რომ:</p> <ul style="list-style-type: none"> • სინათლე მატერიალურია და, შესაძლებელია, აღიწეროს როგორც ელექტრომაგნიტური ტალღის გავრცელება. გეომეტრიული ოპტიკა აღწერს სინათლის გავრცელების კანონებს მისი სხივად წარმოდგენის საფუძველზე; • სხვადასხვა ნივთიერებაში/გარემოში სინათლის გავრცელების თავისებურებები დამოკიდებულია ამ გარემოს ფიზიკურ თვისებებზე, რომელსაც თავის მხრივ მოცემული გარემოს/ნივთიერების შემადგენელი ნაწილაკების გვარობა და განლაგება განსაზღვრავს. <p>ენერგია - მოსწავლემ უნდა გააცნობიეროს, რომ:</p> <ul style="list-style-type: none"> • სინათლეს გავრცელებისას ენერგია გადააქვს. • ოპტიკური მოწყობილობების საშუალებით შესაძლებელია მზის სინათლის ენერგიის ლოკალიზება და სხვა სახის ენერგიად გარდაქმნა; <p>ძალა - მოსწავლემ უნდა გააცნობიეროს, რომ:</p> <ul style="list-style-type: none"> • გრავიტაცია გავლენას ახდენს სინათლის წრფივად გავრცელებაზე; <p>ფიზიკური პროცესი - მოსწავლემ უნდა გააცნობიეროს, რომ:</p> <ul style="list-style-type: none"> • სხვადასხვა გარემოში სინათლის სიჩქარის/მიმართულების ცვლილება აღიწერება რაოდენობრივი და თვისობრივი მახასიათებლებით; 	<p>მატერია - მოსწავლემ უნდა უპასუხოს კითხვებს:</p> <ul style="list-style-type: none"> • რა არის სინათლე და როგორ აღიწერება იგი? რას აღწერს გეომეტრიული ოპტიკა? • რაზეა დამოკიდებული სხვადასხვა ნივთიერებაში/გარემოში სინათლის გავრცელების თავისებურებები? <p>ენერგია - მოსწავლემ უნდა უპასუხოს კითხვებს:</p> <ul style="list-style-type: none"> • რა გადააქვს სინათლეს? • როგორ შეიძლება მზის სინათლის ენერგიის ლოკალიზება და სხვა სახის ენერგიად გარდაქმნა? <p>ძალა - მოსწავლემ უნდა უპასუხოს კითხვებს:</p> <ul style="list-style-type: none"> • რა ახდენს გავლენას სინათლის წრფივად გავრცელებაზე? <p>ფიზიკური პროცესი - მოსწავლემ უნდა უპასუხოს კითხვებს:</p> <ul style="list-style-type: none"> • როგორ აღიწერება სხვადასხვა გარემოში სინათლის სიჩქარის/მიმართულების ცვლილება?

თემატური მატრიცა გრძელდება კომპლექსური დავალებების სახელწოდებების ჩამონათვალით, რომელსაც თან ახლავს შესაბამისი სამიზნე ცნებები და ქვეცნებები, საკითხები და საკვანძო შეკითხვები. მე-11 კლასში შესასწავლი თემების ფარგლებში გთავაზობთ ჩვენ მიერ შექმნილ შვიდ კომპლექსურ დავალებას.

ჩვენ მიერ შემოთავაზებული კომპლექსური დავალებები ფარავს თითოეული თემატური ერთეულისთვის ოთხივე გრძელვადიან მიზანს - სამიზნე ცნებებს და შედეგებს.

შუალედური სასწავლო მიზნები				
თემა	კომპლექსური დავალებები (დასახელება)	სამიზნე ცნებები და ქვეცნებები (ზოგადი/კერძო)	საკითხები/ ქვესაკითხები	საკვანძო შეკითხვები
ელექტრომაგნიტური მოვლენები	1. CERN – ის კოლაიდერი	<p>მატერია/ძალა</p> <p>ნივთიერება - ნივთიერების სტრუქტურა და თვისებები</p> <p>ველი - ელექტრული ველი, მაგნიტური ველი;</p> <p>ნიუტონის კანონები - ძალის მოქმედების შედეგები - სიჩქარის ცვლილება;</p> <p>ურთიერთქმედების სახეები - ელექტრომაგნიტური ურთიერთქმედება</p>	<p>საკითხები - ელექტრული ველი, მაგნიტური ველი, მაგნიტური ურთიერთქმედება, ლორენცის ძალა</p> <p>ქვესაკითხები - მაგნიტური ველის ინდუქცია და მისი წირები, ლორენცის ძალა, მაგნიტურ ველში მუხტის მოძრაობა წრეწირზე და ხრახნწირზე</p>	<p>როგორ წარმოაჩენთ თქვენს ცოდნას მოკლე რეფერატის საშუალებით, თუ როგორ ხდება CERN-ში დამუხტული ნაწილაკების ურთიერთქმედების მართვა-დეტექტირება ელექტრული და მაგნიტური ველების საშუალებით?</p>
	2. მუდმივი დენის ძრავა	<p>ენერგია/ფიზიკური პროცესი</p> <p>სხეულის ენერგია - მექანიკური ენერგია;</p> <p>ველის ენერგია - ელექტრული ველის ენერგია, მაგნიტური ველის ენერგია;</p> <p>ფიზიკური პროცესის მახასიათებლები - ენერგიის შენახვა და გარდაქმნა, მექანიკური მუშაობა</p>	<p>საკითხები - ელექტრომაგნიტური ინდუქცია, ინდუქციის ემმ, ლენცის წესი, ელექტრომაგნიტური ინდუქციის კანონი, გრიგალური ელექტრული ველი, მუდმივი დენის ძრავა, მუდმივი დენის გენერატორი</p> <p>ქვესაკითხები - მაგნიტური ველის ძალწირები, მარცხენა ხელის წესი, დენის მაგნიტური ველის ენერგია, დინამომანქანა</p>	<p>როგორ ახსნით თქვენ მიერ შექმნილი ელექტროძრავის მოდელის საშუალებით, მექანიკური ენერგიის გამომუშავების პროცესს?</p>
რხევები და ტალღები	3. გრავიმეტრი და მათემატიკური ქანქარა	<p>ძალა/ ფიზიკური პროცესი</p> <p>ნიუტონის კანონები - ძალის მოქმედების შედეგები - წონასწორობა, სიჩქარის ცვლილება, დეფორმაცია</p> <p>ურთიერთქმედების სახეები - გრავიტაციული ურთიერთქმედება</p>	<p>საკითხები - რხევითი მოძრაობა, ზამბარიანი ქანქარა, მათემატიკური ქანქარა, ჰიუგენსის ფორმულა, თავისუფალი ვარდნის აჩქარება (IX კლასი)</p> <p>ქვესაკითხები - თავისუფალი და იძულებითი რხევები, ენერგიის გარდაქმნა რხევითი მოძრაობის დროს</p>	<p>როგორ ახსნით პოსტერის საშუალებით, რა ძალები განაპირობებს მათემატიკური ქანქარის რხევით პროცესს და როგორ იყენებენ ამ მოვლენას გეოლოგები გრავიმეტრიული დაზვერვისას?</p>

		ელექტრომაგნიტური ურთიერთქმედება, ფიზიკური პროცესის მახასიათებლები - ენერჯის შენახვა და გარდაქმნა, მექანიკური მოძრაობა - მექანიკური რხევები და ტალღები		
4. ბგერითი ტალღა	მატერია ნივთიერება - ნივთიერების სტრუქტურა და თვისებები, ნივთიერების აგრეგატული მდგომარეობა	საკითხები - მექანიკური ტალღები, ბგერა ქვესაკითხები - გრძივი და განივი ტალღები, ტალღის სიჩქარე, ულტრაბგერა, ინფრაბგერა, ექო, აკუსტიკური რეზონანსი, დოპლერის ეფექტი	როგორ წარმოვაჩინოთ მოკლე რეფერატის საშუალებით ბგერის წარმოქმნის, გარემოში მისი გავრცელების მექანიზმი და გამოყენების თავისებურებები?	
5. ელექტროენერჯის გენერაცია და გადაცემა	ენერჯია - ველის ენერჯია - ელექტრული ველის ენერჯია, მაგნიტური ველის ენერჯია; შინაგანი ენერჯია - მოლეკულების ქაოსურად მოძრაობის კინეტიკური ენერჯია, მოლეკულების ურთიერთქმედების პოტენციალური ენერჯია	საკითხები - რხევითი კონტური, ცვლადი დენი, ცვლადი დენის დენის გენერატორი, ტრანსფორმატორი, ელექტრული ენერჯის გადაცემა. ქვესაკითხები - იდეალური რხევითი კონტური, თავისუფალი ელექტრომაგნიტური რხევა, ტომსონის ფორმულა, ტრანსფორმაციის კოეფიციენტი, იძულებითი ელექტრომაგნიტური რხევები, ცვლადი დენის ეფექტური მნიშვნელობა, ცვლადი ძაბვის ეფექტური მნიშვნელობა	როგორ ახსნით თქვენ მიერ შექმნილ სტატიაში, ცვლადი დენის გენერატორით ელექტრული ენერჯის გენერირების და გადაცემის პროცესს?	

გეომეტრიული ოპტიკა	6. მირაჟი	<p>მატერია/ფიზიკური პროცესი</p> <p>ნივთიერება - ნივთიერების სტრუქტურა და თვისებები;</p> <p>ელექტრომაგნიტური პროცესები - ელექტრომაგნიტური რხევები და ტალღები</p>	<p>საკითხები - სინათლის წრფივი გავრცელება, არეკვლა, გარდატეხა,</p> <p>ქვესაკითხები - არეკვლის კანონები, გარდატეხის კანონები, გარდატეხის მაჩვენებელი, სრული შინაგანი არეკვლა, ატმოსფერული რეფრაქცია, მირაჟი</p>	<p>საკვანძო შეკითხვა - როგორ ავხსნათ პოსტერის გამოყენებით, რა არის მირაჟი და ატმოსფეროში მიმდინარე რომელი ფიზიკური პროცესები განაპირობებს მის არსებობას?</p>
	7. ოპტიკური და გრავიტაციული ლინზა	<p>ენერგია/ძალა, შინაგანი ენერგია - მოლეკულების ქაოსურად მოძრაობის კინეტიკური ენერგია, მოლეკულების ურთიერთქმედების პოტენციალური ენერგია</p> <p>ელექტრომაგნიტური ტალღის ენერგია - სინათლის ენერგია;</p> <p>ურთიერთქმედების სახეები - გრავიტაციული ურთიერთქმედება</p>	<p>საკითხები - სინათლის წრფივი გავრცელება, არეკვლა, გარდატეხა, ლინზები, გრავიტაციული ლინზირება</p> <p>ქვესაკითხები - სინათლის წერტილოვანი წყარო, ჩრდილი და ნახევარჩრდილი, გარდატეხის მაჩვენებელი, ოპტიკური ძალა, გამადიდებლობა</p>	<p>საკვანძო შეკითხვა - როგორ შევქმნათ სტატია, სადაც წარმოვადგენთ ოპტიკური ლინზით სხეულების აალების მიზეზებს და დავადგენთ კავშირს ოპტიკურ და გრავიტაციულ ლინზას შორის?</p>

❖ 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 (ზოგადი), თემა, საკითხი, ქვესაკითხი. აღნიშნული სვეტი მთავრდება სამიზნე ცნებასთან დაკავშირებული მკვიდრი წარმოდგენების ჩამონათვალით. კომპლექსური დავალება ემსახურება სწორედ ამ დებულებების გააზრებას.

წარმოგიდგენთ სქემატურ ფოტოს, სადაც ოპტიკური და გრავიტაციული ლინზის საკითხზე შექმნილი კომპლექსური დავალების თავსართის მაგალითზე ნაჩვენებია ზოგადად, თუ რას ნიშნავს კომპლექსური დავალების იდეა, საკვანძო შეკითხვა, შეფასების კრიტერიუმში, შეფასების ზოგადი კრიტერიუმში, კომპლექსური დავალების პროდუქტი.

საკვანძო შევითხვა გამომდინარეობს საფეხურის შევითხვიდან და მისადაგებულია კონკრეტული კომპლექსური დავალების კონტექსტს. მასზე ფიქრი ლაიტმოტივად გასდევს კომპლექსურ დავალებაზე მუშაობის პროცესს.

სასწავლო პროცესში ყველა საკლასო აქტივობა თუ სამინაო დავალება ემსახურება მხოლოდ ერთ მიზანს - რომ მოსწავლემ შეასრულოს **კომპლექსური დავალება**. კომპლექსურ დავალებაზე მუშაობის პროცესი რამდენიმე გაკვეთილზე გრძელდება. ყველა მოსწავლე საკუთარ ნამუშევარს.

შუალედური მიზნის ნაწილია ასევე ის **პროდუქტი**, რომელსაც მოსწავლე ქმნის კომპლექსურ დავალებაზე მუშაობისას და რომლითაც საკუთარ ცოდნას წარმოაჩენს შესასწავლ საკითხთან მიმართებით.

შეფასების ზოგადი კრიტერიუმები
გამომდინარეობს ცნების მკვიდრი წარმოდგენებიდან. ისინი გამზადებული სახით მიეწოდებათ პედაგოგებს. მისი საშუალებით კონკრეტდება, რა უნდა შეფასდეს კომპლექსურ დავალებაში. მკვიდრი წარმოდგენები იწერება ქუდის ქვეშ: მოსწავლემ უნდა გააცნობიეროს, რომ... ხოლო შეფასების კრიტერიუმები - ქუდის ქვეშ: მოსწავლეს შეუძლია:

გრძელდებიან მინიმი	შუალედური სასწავლო მიზანი N2
<p>საპირველი ეტაპი ქვეყნის (მეფე 1.2.3.4), მალა (მეფე 1.2.3.4)</p> <p>ქვეყნის (სოფლი/კარსი) -</p> <p>მზავიანი ქვეყნის - მოლკულების ქაოსურად მოპოვების კონტრუქტიული ქვეყნის, მოლკულების ურთიერთშეხვევის პოტენციური ქვეყნის</p> <p>კომპლექსური ტაქტიკის ქვეყნის - სინაის ქვეყნის</p> <p>ურთიერთშეხვევის სახეები - გრავიტაციული ურთიერთშეხვევა</p> <p>ოფის - კომპლექსური ობიექტი</p> <p>კონტრუქტიული - სინაისის წრფივი მოძრაობის არეგულირება, გრავიტაციული ლობინების</p>	<p>საკვანძო შევითხვა - როგორ შევქმნათ სტატუსი, სადაც წარმოიშობა ლობინი სხეულების ავლების მოხერხება და დავალებით კონტრუქტიული და გრავიტაციული ლობინის მოძრაობა</p> <p>კომპლექსური დავალების იდეა - ობიექტი და გრავიტაციული ლობინი</p> <p>ფიქრი ვერის რომინს „საიდუმლო კუნძულის“ გზით ცეცხლის მოდებში ფიზიკის ცოდნა დახმარა. ინფორმაცია საათებიდან ამოღებული მონები და გამჭვირვალე სიხით ლობინი დაშვება. მან ლობინის საშუალებით შიხის სივრცის ერთ წერტილში კონცენტრირება და ცეცხლის მოდებში მოხერხება.</p> <p>წინასწარი მასიური კონტრუქტიული ლობინის მართობა და დავალებად გარდაქმნის გამოხატული მახლობლობაში, ამოღების გამოხატვის ტრავმირებას. ამ დროს ფიზიკის მათემატიკა რამდენიმე გამოხატულება კი გამოსახულია ამ მოდელის გრავიტაციული ლობინის პროცესს.</p> <p>შედეგი - სტატუსი, სადაც ფიზიკის კანონების გამოყენებით ახსნით.</p>
<p>საპირველი ეტაპი ქვეყნის (მეფე 1.2.3.4), მალა (მეფე 1.2.3.4)</p> <p>ქვეყნის (სოფლი/კარსი) -</p> <p>მზავიანი ქვეყნის - მოლკულების ქაოსურად მოპოვების კონტრუქტიული ქვეყნის, მოლკულების ურთიერთშეხვევის პოტენციური ქვეყნის</p> <p>კომპლექსური ტაქტიკის ქვეყნის - სინაის ქვეყნის</p> <p>ურთიერთშეხვევის სახეები - გრავიტაციული ურთიერთშეხვევა</p> <p>ოფის - კომპლექსური ობიექტი</p> <p>კონტრუქტიული - სინაისის წრფივი მოძრაობის არეგულირება, გრავიტაციული ლობინების</p>	<p>შედეგის კრიტერიუმები - (სოფლი)</p> <p>შედეგის კრიტერიუმები - (კონტრუქტიული)</p> <p>შედეგის კრიტერიუმები - (კონტრუქტიული)</p> <p>შედეგის კრიტერიუმები - (კონტრუქტიული)</p>
<p>საპირველი ეტაპი ქვეყნის (მეფე 1.2.3.4), მალა (მეფე 1.2.3.4)</p> <p>ქვეყნის (სოფლი/კარსი) -</p> <p>მზავიანი ქვეყნის - მოლკულების ქაოსურად მოპოვების კონტრუქტიული ქვეყნის, მოლკულების ურთიერთშეხვევის პოტენციური ქვეყნის</p> <p>კომპლექსური ტაქტიკის ქვეყნის - სინაის ქვეყნის</p> <p>ურთიერთშეხვევის სახეები - გრავიტაციული ურთიერთშეხვევა</p> <p>ოფის - კომპლექსური ობიექტი</p> <p>კონტრუქტიული - სინაისის წრფივი მოძრაობის არეგულირება, გრავიტაციული ლობინების</p>	<p>შედეგის კრიტერიუმები - (სოფლი)</p> <p>შედეგის კრიტერიუმები - (კონტრუქტიული)</p> <p>შედეგის კრიტერიუმები - (კონტრუქტიული)</p> <p>შედეგის კრიტერიუმები - (კონტრუქტიული)</p>

შეფასების კრიტერიუმები, კომპლექსურ დავალებაზე მუშაობის დროს, შუალედური ნაბიჯის როლს ასრულებს, რომელზეც მასწავლებელმა სპეციალურად უნდა გაანახვილოს ყურადღება.

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 შესწავლის წინ, რაც წარმოდგენილია კომპლექსურ დავალებაში და მოსწავლეს გაიყვანს თემის ფარგლებში დასამუშავებელ მკვიდრ წარმოდგენებზე. მცდარია ის აზრი, რომ სტანდარტით გათვალისწინებული საკითხები მასწავლებელმა უნდა გაიაროს ცალკე და როგორც ცოდნის შემაჯამებელი 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 შექმნილ 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 შეექმნას განსახორციელებელი კომპლექსური დავალების ფარგლებში რისი 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 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 - კრიტერიუმი კი ისეა აგებული, რომ გრძელვადიანი მიზნის - სამიზნე ცნების კონკრეტულ მკვიდრ წარმოდგენასთან არის კორელაციაში. მე-11 კლასში შესასწავლი თემატური ერთეულების ფარგლებში შექმნილი, ჩვენ მიერ წარმოდგენილი შვიდივე კომპლექსური დავალების საკითხები თანმიმდევრობით მიჰყვება მოსწავლის სახელმძღვანელოს და დაკავშირებულია პარაგრაფებით მოწოდებულ რესურსებსა 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;
 - ✓ ფიზიკური მოვლენების შესასწავლ სადემონსტრაციო და კვლევითი დანიშნულების სიმულატორებს. აღნიშნულ რესურსებს თან ახლავს კვლევითი კითხვები. კომპლექსურ დავალებაში სიმულატორებთან ერთად ნახავთ ზოგადი განათლების რეფორმის ფარგლებში შექმნილ სასწავლო რესურსებს: ქართულენოვან ვიდეოინსტრუქციებს სიმულატორებისთვის, ტექსტურ გზამკვლევებს, ასევე ქართულ ენაზე თარგმნილ ვიდეორგოლებს;
 - ✓ ელექტრომაგნიტური ურთიერთქმედების, მექანიკური და ელექტრომაგნიტური რხევების, სინათლის გავრცელებასთან დაკავშირებული მოვლენების აღმწერ ანიმაციებს, მოსასმენ ვიდეორგოლებს;
 - ✓ სტატიებს;
 - ✓ ვირტუალურ ლაბორატორიებს და ა.შ.

ყველა ნაბიჯის ბოლოს წარმოდგენილია დამხმარე კითხვები, რომლებიც 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.

❖ კომპლექსური დავალებები

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

შუალედური სასწავლო მიზანი N1

გრძელვადიანი მიზანი	შუალედური სასწავლო მიზანი N1	
<p>სამიზნე ცნება: მატერია (შედეგი 1.2.3,4) ძალა (შედეგი 1.2.3,4)</p> <p>ქვეცნება (ზოგადი/კერძო) –</p> <p>ნივთიერება - ნივთიერების სტრუქტურა და თვისებები ველი - ელექტრული ველი, მაგნიტური ველი;</p> <p>ნიუტონის კანონები - ძალის მოქმედების შედეგები - სიჩქარის ცვლილება; ურთიერთქმედების სახეები - ელექტრომაგნიტური ურთიერთქმედება</p>	<p>საკვანძო შეკითხვა - როგორ წარმოაჩინოთ თქვენს ცოდნას მოკლე რეფერატის საშუალებით, თუ როგორ ხდება CERN-ში დამუხტული ნაწილაკების ურთიერთქმედების მართვა-დეტექტირება ელექტრული და მაგნიტური ველების საშუალებით?</p> <p>კომპლექსური დავალების იდეა: CERN – ის კოლაიდერი</p>  <p>ალბათ გასმენიათ დიდი ადრონული კოლაიდერის და იმ ექსპერიმენტების შესახებ, რომლებიც დედამიწის ქვეშ 100 მეტრის სიღრმეში განლაგებულ ამაჩქარებელში ტარდება - მაღალი ენერჯის პროტონების ხელოვნურად შეჯახების შედეგად ახალი ნაწილაკები იზადება. შემდეგ კი ამ ნაწილაკების დეტექტირება და კვლევა მიმდინარეობს. მსგავსი პრინციპით მომუშავე ამაჩქარებლები გამოიყენება სხვადასხვა სფეროში, განსხვავებული მიზნებისთვისაც. მაგ., მედიცინაში</p>	
<p>თემა - ელექტრომაგნიტური მოვლენები</p> <p>საკითხები - ელექტრული ველი, მაგნიტური ველი, მაგნიტური ურთიერთქმედება, ლორენცის ძალა</p> <p>ქვესაკითხები - მაგნიტური ველის ინდუქცია და მისი წირები, ლორენცის ძალა, მაგნიტურ ველში მუხტის მოძრაობა წრეწირზე და ხრახნწირზე</p>	 <p>(ადრონული თერაპია, რენტგენის სხივების მიღება) და სხვა.</p> <p>თქვენი დავალებაა, შექმნათ მოკლე რეფერატი და მასში ხაზგასმით წარმოაჩინოთ ამაჩქარებელში დამუხტული ნაწილაკების ურთიერთქმედების ელექტრული და მაგნიტური ველებით მართვა-დეტექტირების მეთოდები.</p>	
<p>სამიზნე ცნების მკვიდრი წარმოდგენები</p> <p>მოსწავლემ უნდა გააცნობიეროს, რომ:</p>	<p>შეფასების კრიტერიუმი - (ზოგადი)</p> <p>მოსწავლეს შეუძლია:</p>	<p>შეფასების კრიტერიუმი - (კონკრეტულ კომპლექსურ დავალებაზე მისადაგებული) ნაშრომის პრეზენტაციისას ხაზგასმით წარმოაჩინეთ:</p>
<p>მატერია</p> <ul style="list-style-type: none"> მატერია ყველაფერი რაც ჩვენ გარშემო არსებობს მატერიაა. იგი ორი სახისაა: ნივთიერება 	<p>მატერია</p> <ul style="list-style-type: none"> გაცნობიეროს, მატერიის რომელი სახეები ხვდება მას, განსახილველ 	<p>კრიტერიუმი #1</p> <p>როგორ იქმნება ამაჩქარებელში ძლიერი ელექტრული და</p>

<p>და ველი. ყველა ნივთიერება შედგება ნაწილაკებისაგან - მოლეკულებისა და ატომებისგან;</p> <ul style="list-style-type: none"> • ნივთიერების ფიზიკური თვისებები დამოკიდებულია მის შემადგენელ ნაწილაკებსა და სტრუქტურაზე, ხოლო ველის ფიზიკური თვისებები - ველის შემქნელი ობიექტების მოძრაობასა და განლაგებაზე; • მატერიის ფიზიკური თვისებები შეიძლება შეიცვალოს შიდა/გარე ფაქტორებით. ეს თვისებები და მათი ცვლილება ხასიათდება ფიზიკური სიდიდეებით, რომლებიც იზომება ცდის მეშვეობით. <p>ძალა</p> <ul style="list-style-type: none"> • სხეულებს შორის ურთიერთქმედება ხასიათდება ფიზიკური სიდიდით - ძალით. ბუნებაში ურთიერთქმედების ოთხი სახე გვხვდება; • ძალის მოქმედება განსაზღვრავს სხეულის მოძრაობის ცვლილებას ან/და მის დეფორმაციას, შედეგი კი დამოკიდებულია ძალის მოდულზე, მიმართულებასა და მოდების წერტილზე; 	<p>საკითხში, რისგან შედგება ნივთიერება, რომელიც მის მიერ განსახილველ საკითხში მონაწილეობს;</p> <ul style="list-style-type: none"> • გააანალიზოს, რა დამოკიდებულებაა განსახილველ საკითხში წარმოდგენილი ნივთიერების თვისებებსა და მის სტრუქტურას შორის, რა დამოკიდებულებაა განსახილველ საკითხში არსებული ველის თვისებებსა და ველის შემქმნელი ობიექტების განლაგებას /მოძრაობას შორის; • იმსჯელოს, რომელი გარე/შიდა ფაქტორები განაპირობებს მატერიის ფიზიკური თვისებების ცვლილებებს და რომელი ფიზიკური სიდიდეებით ხასიათდება მატერიის ეს თვისებები და მათი ცვლილება. <p>ძალა</p> <ul style="list-style-type: none"> • იმსჯელოს, რა სახის ურთიერთქმედებები ხვდება მას, განსახილველ მოვლენაში და როგორ აღიწერება ეს ურთიერთქმედებები; • გააანალიზოს, რას იწვევს სხეულზე/სისტემაზე მოქმედი ძალები და რაზეა დამოკიდებული ძალის მოქმედებით გამოწვეული შედეგები; 	<p>მაგნიტური ველები? რა შედეგებს იწვევს და როგორ აღიწერება მუხტებზე მათი მოქმედება? (მატერია 1.2, ძალა 1,2)</p> <p>კრიტერიუმი #2</p> <p>როგორ ხდება დეტექტორში პროტონების დაჯახების შედეგების გაანალიზება? (მატერია 1.3, ძალა 1,2)</p>
---	--	---

კომპლექსური დავალების განხორციელების ეტაპები (აქტივობები, რესურსები, შეკითხვები)

ეტაპი I – კომპლექსური დავალების პირობის გაცნობა

- რესურსი 1. პირობის გაცნობა:
<https://drive.google.com/file/d/1aXXisJki-f4a7U3Py-O2tMxZrRw3Ppl/view>
- რესურსი 2: რა არის ცერნი?
<https://home.cern/resources/video/cern/what-cern>
- რესურსი 3. კოლაიდერის აღწერა:
<https://www.youtube.com/watch?v=328pw5Taeg0>
- რესურსი 4. კოლაიდერის აღწერილობა (ოფიციალური):
<https://home.cern/resources/video/engineering/lhc-superconducting-magnets>
- რესურსი 5. კოლაიდერის ფოტო და ვიდეოკოლაჟი:
<https://home.cern/resources/image/accelerators/lhc-images-gallery>
- რესურსი 6. ვიდეორგოლი - ადრონული თერაპიის ვიზუალიზაცია:
<https://www.youtube.com/watch?v=IN3pB7IZbIA>
- რესურსი 7. მოკლე რეფერატის ნიმუში:
https://drive.google.com/file/d/1WDrnAxTlpic91E3iO0CUoy1U-Uli_mEp/view?usp=share_link

მასწავლებელი მოსწავლეებს აცნობს კომპლექსური დავალების პირობას. (რესურსი 1), რესურსი 2 - ზე დაყრდნობით ესაუბრება ცერნის მისიაზე, რესურსი 3,4,5 - ზე დაყრდნობით აღწერს დიდ კოლაიდერს. ესაუბრება მის მნიშვნელობაზე და მოკლედ აღწერს კოლაიდერში მიმდინარე პროცესებს. რესურსი 6-ზე დაყრდნობით მოსწავლეები მსჯელობენ ამაჩქარებლის სამედიცინო კუთხით გამოყენების შესაძლებლობებზე. რესურსი 7 - ზე დაფუძნებით მოსწავლეები გაეცნობიან მოკლე რეფერატის ნიმუშს.

კომპლექსური დავალების პირობის გააზრებაზე ორიენტირებული შეკითხვები:

დიდი ადრონული კოლაიდერი:

- გსმიათ თუ არა CERN - ის ამაჩქარებლის შესახებ? რას ნიშნავს CERN?
- იცით თუ არა როგორ არის შესაძლებელი ნაწილაკების აჩქარება?
- რომელი ნაწილაკების აჩქარებაა შესაძლებელი ელექტრული ველით და რომლის - არა?
- თქვენი აზრით, რატომ არის მიწის ქვეშ CERN - ის ამაჩქარებელი?
- გსმენიათ თუ არა მედიცინაში ამაჩქარებლების გამოყენების შესახებ?
- საქართველოში რა პერსპექტივა არსებობს ადრონული თერაპიის განვითარების მხრივ?

მოკლე რეფერატი

- შეგიქმნიათ თუ არა მოკლე რეფერატი?
- რა უნდა ვიცოდეთ რეფერატის შესაქმნელად?
- რა ნაბიჯების გადადგმა მოგიწევთ რეფერატის შექმნისას?
- როგორ ასახავთ მოკლე რეფერატში თქვენ მიერ მოძიებულ ინფორმაციას?
- როგორ შეამოწმებთ ინფორმაციის სანდოობას?

კომპლექსური დავალება:

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

ქვეცნება: ნივთიერება, ველი, ნიუტონის კანონები - ძალის მოქმედების შედეგები, ურთიერთქმედების სახეები

ეტაპი II – კომპლექსურ დავალებაზე მუშაობა

ნაბიჯი 1. როგორ იქმნება ამაჩქარებელში ძლიერი ელექტრული და მაგნიტური ველები? რა შედეგებს იწვევს და როგორ აღიწერება მუხტებზე მათი მოქმედება? (მატერიალ.1.2, ძალა1,2)

რესურსი/აქტივობა/დამხმარე კითხვები:

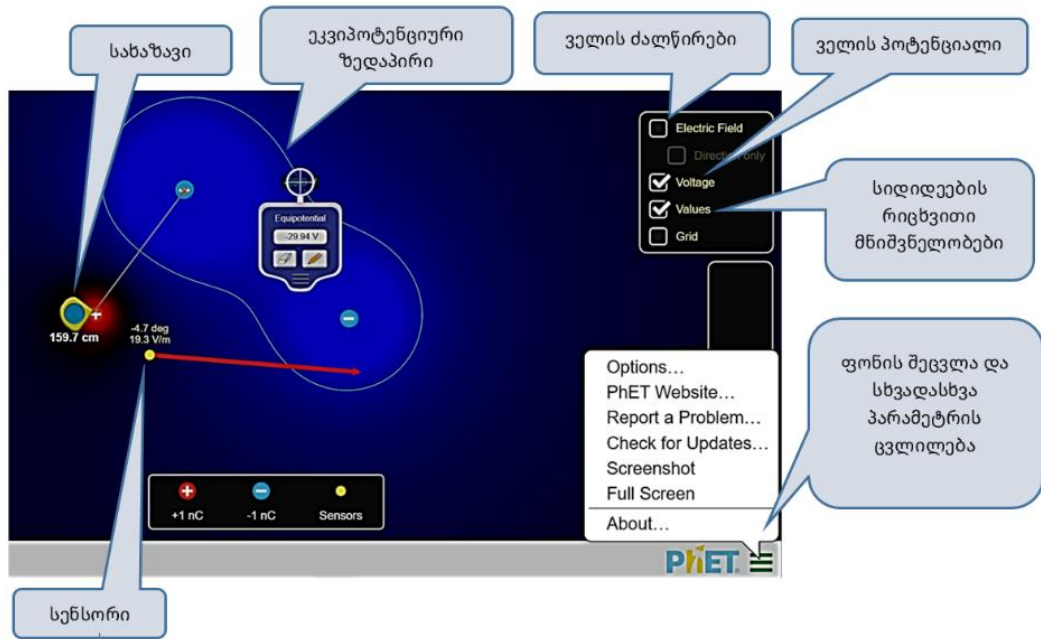
- **რესურსი 1.** სახელმძღვანელო, სადაც წარმოდგენილია: ბუნებრივი და ხელოვნური მაგნიტები, ერსტედის ცდა, მაგნიტური ველი, მაგნიტური ველის ინდუქცია, ინდუქციის წირები, ამპერის ძალა, ლორენცის ძალა;
- **რესურსი 2.** ელექტრული ველი - ვიდეორგოლი ქართულ ენაზე, Dachi's Science Channel: <https://www.youtube.com/watch?v=LH9sAKIHmZs>
- **რესურსი 3.** ელექტრული ველის ძალწირები - ვირტუალური ლაბორატორია: https://phet.colorado.edu/sims/html/charges-and-fields/1.0.2/charges-and-fields_en.html -
- **რესურსი 4.** მაგნიტური მოვლენები Vol.1- ვიდეორგოლი ქართულ ენაზე, Dachi's Science Channel: https://www.youtube.com/watch?v=enf-wqb_jMA&list=LL&index=33 -
- **რესურსი 5 :** ვირტუალური ლაბორატორია. წრფივი დენიანი გამტარის მაგნიტური ველი: https://javalab.org/en/magnetic_field_around_a_wire_en/
- **რესურსი 6:** ვირტუალური ლაბორატორია. დენიანი კოჭას მაგნიტური ველი: https://javalab.org/en/magnetic_field_around_a_coil_en/
- **რესურსი 7.** ვიდეორგოლი ქართულ ენაზე-ლორენცის ძალა, იონების მოძრაობა წრიულ ტრაექტორიაზე: <https://www.youtube.com/watch?v=7nYiwSFUsCQ>
- **რესურსი 8.** - სილქნეტი, ვიდეოგაკვეთილი - ამპერის ძალა: <https://www.youtube.com/watch?v=tyOVgiMBIDk>
- **რესურსი 9.** ტელესკოლა- ლორენცის ძალა: <https://1tv.ge/video/fizikis-dro-meore-gakvetili-13-aprili-2020-teleskola/> -
- **რესურსი 10.** ნებულა, ვიდეორგოლი- ლორენცის ძალა: <https://www.youtube.com/watch?v=MN4NHlq03uY> -
- **რესურსი 11.** CK-1-ის სიმულაცია: რა ენერჯიაა საჭირო პროტონის გასახლეჩად? <https://interactives.ck12.org/simulations/physics/high-energy-particles/app/index.html?screen=sandbox&lang=en&referrer=ck12Launcher&backUrl=https://interactives.ck12.org/simulations/physics.html>
- ვიდეოგამკვლევითი სიმულაციისთვის - *მასწავლებლებისთვის, სასწავლო რესურსი შექმნილია ზოგადი განათლების რეფორმის ფარგლებში:* <https://drive.google.com/file/d/1i4dEuWjDvV0r0dJW0s0bVtvi6sFsybZk/view>
- **რესურსი 12.** ვიდეორგოლი - **როგორ მუშაობს ელექტრომაგნიტი?** <https://www.youtube.com/watch?app=desktop&v=cxEIqN7wjSQ>
- **რესურსი 13.** ვიდეორგოლი (ქართულ ენაზე) - დიდი ადრონული კოლაიდერი: https://www.youtube.com/watch?app=desktop&v=PnFd_44jhYM
- **რესურსი 14.** LHC ანიმაცია: <https://www.youtube.com/watch?v=pOhbhpU9Wrg>

აქტივობა 1. ა) მასწავლებელი მოსწავლეებს ახსენებს ელექტრულ ველს და მის თვისებებს (რესურსი 2), რა წარმოქმნის მას და როგორ მოქმედებს იგი მუხტზე.

დამატებითი კითხვები:

- რა ქმნის ელექტრულ ველს?
- რაზე მოქმედებს ელექტრული ველი?
- რა არის ელექტრული ველის დაძაბულობა და ველის როგორი მახასიათებელია იგი? რითი განისაზღვრება მისი მიმართულება?
- რომელი ფორმულით გამოისახება ელექტრული ველის მხრიდან მუხტზე მოქმედი ძალა?
- რას იწვევს სხეულზე ძალის მოქმედება?
- როგორ შეიცვლება პროტონის სიჩქარე, თუ მასზე მოძრაობის მიმართულებით იმოქმედებს ელექტრული ველი?

ბ)



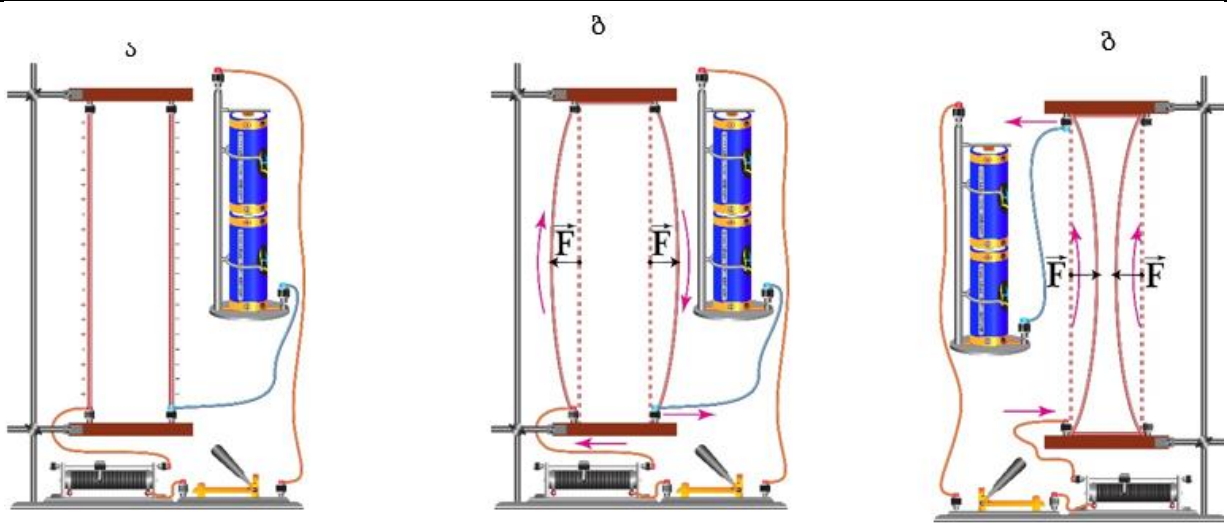
მასწავლებელი ახსენებს მოსწავლეებს ელექტრული ველის აღწერის მეთოდებს (ძაღწირების განლაგება) (რესურსი 3).

ვირტუალური ლაბორატორიის ინსტრუმენტების გამოყენებით მოსწავლეები

პასუხობენ კითხვებს:

- ივარაუდეთ, რა მიმართულება ექნება 2ნკ, 3ნკ და -3ნკ რეზულტატურ ველს სხვადასხვა წერტილში? ვარაუდი შეამოწმეთ სენსორის საშუალებით;
- ივარაუდეთ, ორი ტოლი სიდიდის და საპირისპირო მნიშვნელობის მქონე მუხტების შემაერთებელ წრფეზე ველი სად არის მაქსიმალური და სად - მინიმალური?
- კულონის კანონის გამოყენებით გამოთვალეთ წერილოვანი მუხტის ველის დაძაბულობა, პოტენციალი და შეადარეთ სიმულატორის მონაცემებს.

აქტივობა 2. აქტივობა სახელმძღვანელოდან (§ 1.3 მაგნიტური ველი)



სურ. 1.9

ავიღოთ ორი მოქნილი ლითონის გამტარი და ბოლოებით ერთმანეთის პარალელურად, ვერტიკალურად დავამაგროთ. გამტარები დენის წყაროს პოლუსებს მივუერთოთ, მაგრამ წრედი არ შევკრათ. დენის წყაროს მცირე ემმ-ისა და გამტარების უმნიშვნელო ელექტროტევადობის შემთხვევაში, გამტარების მუხტი მცირე იქნება. შესაბამისად, მათ შორის შესამჩნევი მიზიდვა არ გამოვლინდება, ანუ, კულონური ურთიერთქმედება არ შეინიშნება (სურ 1.9 ა). შევკრათ წრედი და გამტარების ბოლოები ისე შევაერთოთ, რომ მათში საპირისპირო მიმართულების დენი გადიოდეს. (სურ 1.9 ბ). შემდეგ წრედი შევცვალოთ ისე, რომ გამტარებში ერთნაირი მიმართულების დენი გადიოდეს. (სურ 1.9 გ). ახსენით ცდების შედეგები.

დამატებითი კითხვები:

- გამტარებში საპირისპირო მიმართულების დენის გავლისას რა შენიშნეთ? ერთნაირი მიმართულების გავლისას?
- გაიხსენეთ, ახლოქმედების თეორიიდან გამომდინარე, როგორ ურთიერთქმედებენ დამუხტული სხეულები ერთმანეთზე?
- ანალოგიის გათვალისწინებით, რა შეიძლება ითქვას დენიანი გამტარების ურთიერთქმედებაზე?
- რა ანალოგია ელექტრული მუხტებისა და მაგნიტების ურთიერთქმედებებს შორის?
- რა ქმნის მაგნიტურ ველს და როგორ ვლინდება იგი?

აქტივობა 3. მოსწავლეები რესურსი 1,4,5,6 -ზე დაყრდნობით, მსჯელობენ მაგნიტური ველის შესახებ, თუ რა ობიექტებზე მოქმედებს იგი, როგორია მაგნიტური ველის აღწერის მეთოდები (მაღწირები და მათი განლაგება), მასწავლებელი ხსნის მაგნიტური ველის დენიან გამტარსა და დამუხტულ ნაწილაკზე ურთიერთქმედებას (რესურსი 7,8,9,10).

დამატებითი კითხვები:

- როგორ აღწერენ მაგნიტურ ველს?
- რაში მდგომარეობს მარჯვენა ხელის წესი?
- რა განსხვავებაა მაგნიტური ველის მხრიდან დენიან გამტარზე მოქმედ ძალასა და კულონურ ძალას შორის?
- როგორ უნდა მოვთავაზოთ დენიანი გამტარი მაგნიტურ ველში, რომ მასზე მოქმედი ამპერის ძალის მოდული მაქსიმალური იყოს? ნულის ტოლი იყოს?
- რა შემთხვევაში იმოქმედებს ერთგვაროვან მაგნიტურ ველში მოძრავ მუხტზე მაქსიმალური ლორენცის ძალა?
- რა შემთხვევაში არ იმოქმედებს ერთგვაროვან მაგნიტურ ველში მოძრავ მუხტზე ლორენცის ძალა?

- ერთმანეთის მიმართ როგორ უნდა მოძრაობდნენ სხვადასხვანიშნიანი დამუხტული ნაწილაკები, რომ მათზე ერთი და იმავე მიმართულების ლორენცის ძალამ იმოქმედოს?
- შეუძლია თუ არა მაგნიტურ ველს მოძრავი მუხტის სიჩქარის მოდულის ცვლილება? მიმართულების ცვლილება?
- რა არის მაგნიტური ველის ინდუქცია და ველის როგორი მახასიათებელია იგი? რითი განისაზღვრება მისი მიმართულება?
- შეიძლება თუ არა დავადგინოთ მაგნიტური ველის ძალწირების საშუალებით ინდუქციის მიმართულება და მისი მოდული?
- რომელი ფორმულით გამოისახება მაგნიტური ველისგან მოძრავ მუხტზე მოქმედი ძალა?
- როგორ განისაზღვრება მაგნიტური ველის მხრიდან მოძრავ მუხტზე მოქმედი ძალის მიმართულება?
- იმოქმედებს თუ არა მაგნიტური ველი მისი ძალწირის გასწვრივ მოძრავ მუხტზე? ძალწირისადმი კუთხით მოძრავ მუხტზე?
- რა მიმართულებით იმოქმედებს ლორენცის ძალა მაგნიტური ველის ძალწირებისადმი მართობულად შეჭრილ მუხტზე?
- რას იწვევს სხეულზე სიჩქარის მართობულად მუდმივი ძალის მოქმედება?

აქტივობა 4. მასწავლებელი წინასწარ დაამუშავებს სიმულაციის ვიდეოგზამკვლევს. მოსწავლეები მასწავლებლის დახმარებით მუშაობენ CK-12 -ის ვირტუალურ ლაბორატორიაში (**რესურსი 11**), მსჯელობენ, რომელ ველს შეუძლია მუხტის სიჩქარის მოდულის ცვლილება და რომელს - მიმართულების ცვლილება, რა პირობებში ხდება პროტონის ბომბარდირებით ბირთვის დაშლა. მოსწავლეები ახდენენ სიმულატორში წარმოდგენილი მოვლენის გრაფიკულ ანალიზს.

დამატებითი კითხვები:

- სიმულატორის მიხედვით, რა პირობებში ხდება პროტონის ბომბარდირებით ბირთვის დაშლა?
- რას ნიშნავს კრიტიკული ენერჯია?
- სიმულატორის მიხედვით, რა განაპირობებს პროტონზე მოქმედი ელექტრული ძალის მუდმივ მნიშვნელობას?

აქტივობა 5. რესურსი 12-ზე დაყრდნობით მოსწავლეები ამზადებენ მარტივ ელექტრომაგნიტს და ამოწმებენ მის მაგნიტურ თვისებებს.

დამატებითი კითხვები:

- ქმნის თუ არა მოძრავი დამუხტული ნაწილაკი მაგნიტურ ველს?
- რა არის ელექტრული დენი?
- ქმნის თუ არა მაგნიტურ ველს დენიანი გამტარი?
- როგორია წრფივი დენიანი გამტარის მიერ შექმნილი მაგნიტური ველის ძალწირები?
- როგორ შეიცვლება სივრცეში მაგნიტური ველის ინდუქციის მოდული, თუ დენიანი გამტარის გვერდით ისეთივე მიმართულების დენიან გამტარს მოვათავსებთ (სუპერპოზიციის პრინციპი)?
- რატომ წარმოადგენს დენიანი კოჭა ელექტრომაგნიტს?
- გაძლიერდება თუ არა კოჭას მაგნიტური ველი მისი ხვიების რაოდენობის გაზრდით? დენის ძალის გაზრდით?
- როგორ შეიცვლება კოჭას მაგნიტური ველის ინდუქცია მასში ფოლადის გულარის შეტანით?
- როგორ გააძლიერებთ თქვენ მიერ დამზადებული ელექტრომაგნიტის მაგნიტურ ველს?
- რა როლს ასრულებს ელექტრომაგნიტები CERN - ის ამაჩქარებელში?
- როგორ ასახავთ თქვენ მიერ მიღებულ შედეგებს მოკლე რეფერატში?

აქტივობა 6. დეკლარატიული და პროცედურული ცოდნის განმტკიცების მიზნით, მოსწავლეები ხსნიან ამოცანებს სახელმძღვანელოდან.

საკითხები: მაგნიტური ველის ინდუქცია, ამპერის ძალა, ლორენცი ძალა

აქტივობა 7. რესურს 13 და 14-ზე დაყრდნობით მოსწავლეები გაეცნობიან წრფივ ამაჩქარებელში დამუხტული ნაწილაკების ელექტრული და მაგნიტური ველებით აჩქარების და ურთიერთქმედების მართვის თავისებურებებს.

- როგორ ზრდიან წრფივ ამაჩქარებელში მუხტების სიჩქარეს?
- ამაჩქარებელში, მუხტების მოძრაობის რომელ უბანზე ხდება მათი სიჩქარის ზრდა და რომელზე - მიმართულების ცვლილება?
- ამაჩქარებელში, რა იწვევს პროტონის სიჩქარის მიმართულების ცვლილებას?
- ამაჩქარებელში, რომელი ველის მხრიდან მოქმედი ძალა იწვევს მოძრაობის მუხტების ცენტრისკენულ აჩქარებას?
- რა მაქსიმალურ სიჩქარეს აღწევს პროტონების ნაკადი ამაჩქარებელში?
- რა დანიშნულება აქვს ძლავრ ელექტრომაგნიტებს ამაჩქარებელში?
- რას უდრის ელექტრომაგნიტების მიერ მოხმარებული დენის ძალის მნიშვნელობა?
- რა მოვლენა უზრუნველყოფს გამტარებში დიდი დენის გატარებას?
- რამდენია შეჯახებული პროტონების ჯამური ენერჯია?
- ექსპერიმენტის რა ეტაპი მოსდევს პროტონების შეჯახებას?
- როგორ ასახავთ მოკლე რეფერატში გამოტანილ დასკვნებს?

ნაბიჯი 2. როგორ ხდება დეტექტორში პროტონების დაჯახების შედეგების გაანალიზება? (მატერია 1.3, ძალა 1, 2)

რესურსი/აქტივობა/დამხმარე კითხვები:

- **რესურსი 1:** სიმულაცია - მაგნიტურ ველში მუხტის წრეწირზე მოძრაობა:
<https://ophysics.com/em7.html>
- **რესურსი 2:** სიმულაცია - მუხტის მოძრაობა მაგნიტურ ველში (3D):
<https://ophysics.com/em8.html>
- **რესურსი 3:** CK-12 - ს სიმულაცია - ამაჩქარებლის დეტექტორში მუხტის მოძრაობა ხრახნწირზე (ზედხედით):
<https://interactives.ck12.org/simulations/physics/particle-tracks/app/index.html?screen=sandbox&lang=en&referrer=ck12Launcher&backUrl=https://interactives.ck12.org/simulations/physics.html>
- ვიდეოგზამკვლევი სიმულაციისთვის - ამაჩქარებლის დეტექტორში მუხტის მოძრაობა ხრახნწირზე ზედხედით, (მასწავლებლებისთვის - სასწავლო რესურსი შექმნილია ზოგადი განათლების რეფორმის ფარგლებში)
https://drive.google.com/file/d/1wwFTPbtTBIgT7lu_BaHQOLKI2_mZgw9/view

აქტივობა 1. ვირტუალურ ლაბორატორიაზე (რესურსი 1,2) დაყრდნობით, მასწავლებელი მოსწავლეებს უხსნის ერთგვაროვან მაგნიტურ ველში მუხტის მოძრაობის ხასიათს. მოსწავლეები მსჯელობენ ამ მოძრაობის მახასიათებელი პარამეტრების შესახებ (პერიოდი, სიხშირე, რადიუსი, ხრახნწირის ბიჯი).

მოსწავლეები პასუხობენ კითხვებს:

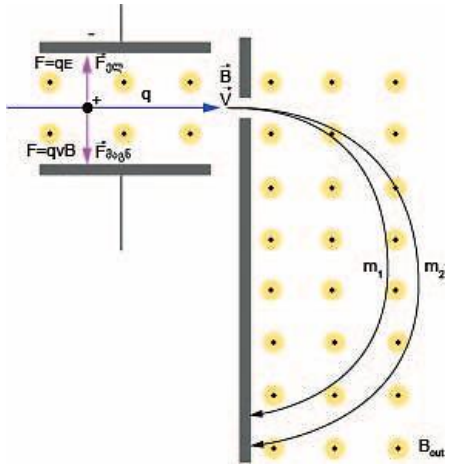
- როგორ ტრაექტორიაზე მოძრაობს მაგნიტური ველის ძალწირებისადმი მართობულად შეჭრილი მუხტი?
- იცვლება თუ არა ამ დროს მისი სიჩქარის მიმართულება? სიჩქარის მოდული?
- რომელი ძალა აიძულებს მას, იმოძრაოს წრიულ ტრაექტორიაზე?
- როგორ ჩაწერ ნიუტონის მეორე კანონს ერთგვაროვან მაგნიტურ ველში ძალწირების მართობულად მოძრაობის მუხტისთვის?
- როგორ ვიპოვოთ ერთგვაროვან მაგნიტურ ველში, ძალწირების მართობულად წრიულ ტრაექტორიაზე მუდმივი სიხშირით მოძრაობის მუხტის ბრუნვის პერიოდი? სიხშირე?

- რაზეა დამოკიდებული ბრუნვის პერიოდი?
- როგორ გამოითვლება ერთგვაროვან მაგნიტურ ველში ძალწირების მართობულად მოძრაობის აჩქარება? ტრაექტორიის სიმრუდის რადიუსი?

აქტივობა 2. დეკლარატიული და პროცედურული ცოდნის განმტკიცების მიზნით, მოსწავლეები ხსნიან ამოცანებს სახელმძღვანელოდან

საკითხები: ლორენცის ძალა, დამუხტული ნაწილაკების მოძრაობა ერთგვაროვან მაგნიტურ ველში.

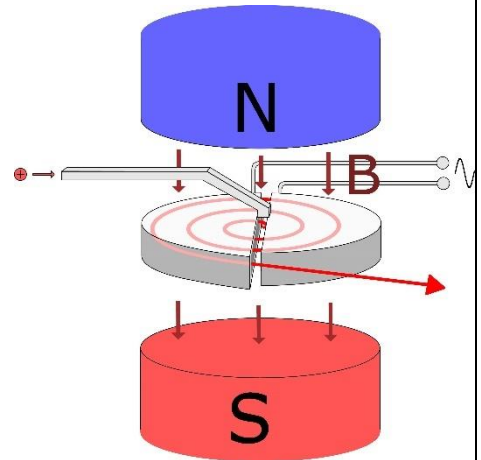
აქტივობა 3. აქტივობა სახელმძღვანელოდან: მოსწავლეები მასწავლებლის დახმარებით აღწერენ ა მას-სპექტროგრაფის და ციკლოტრონის მუშაობის პრინციპს.



დამატებითი კითხვები:

- როგორ მოძრაობს ერთგვაროვან მაგნიტურ ველში დამუხტული ნაწილაკი? რატომ?
- რა სიდიდებზეა დამოკიდებული მაგნიტურ ველში შეჭრილი დამუხტული ნაწილაკის მასა?
- როგორ ხერხდება მას-სპექტროგრაფის საშუალებით ნაწილაკის ამოცნობა?
- ციკლოტრონის რა ნაწილში აჩქარდებიან დამუხტული ნაწილაკები?
- როგორ ტრაექტორიაზე

მოძრაობენ დამუხტული ნაწილაკები ციკლოტრონში?



აქტივობა 4. CK-12 -ის სიმულაციაზე (რესურსი 3)

დაყრდნობით მოსწავლეები მსჯელობენ პროტონების დაჯახებით წარმოშობილი ნაწილაკების დეტექტირების მეთოდებზე. მასწავლებელი წინასწარ დაამუშავებს სიმულაციის ვიდეოგზამკვლევს.

დამატებითი კითხვები:

- დეტექტორში მოხვედრილი ნაწილაკის ტრეკის მიხედვით, რომელი ფიზიკური სიდიდის დადგენით ხდება ნაწილაკის ამოცნობა?
- როგორია შედარებით მასიური ნაწილაკის ტრაექტორიის რადიუსი: დიდი თუ მცირე?
- როგორ არის ნაწილაკის იმპულსი სიჩქარეზე დამოკიდებული?
- როგორია ეს დამოკიდებულება სინათლის სიჩქარესთან მიახლოებული სიჩქარეების შემთხვევაში? რატომ?
- როგორ არის ტრაექტორიის რადიუსი ნაწილაკის იმპულსზე დამოკიდებული?
- სხვადასხვა ნიშნის მუხტის მქონე ნაწილაკები ერთნაირი მიმართულებით ბრუნავენ თუ არა? რატომ?
- ჩამოაყალიბეთ წესი, რომელიც განსაზღვრავს მაგნიტურ ველში ველის მართობულად შეჭრილი დამუხტული ნაწილაკის მოძრაობის მიმართულებას;
- როგორ ასახავთ მოკლე რეფერატში ამ ინფორმაციას?

აქტივობა 5. I ეტაპის რესურსი 7 -ის გამოყენებით მოსწავლე წერს მოკლე რეფერატს შესწავლილ საკითხებზე.

კომპლექსური დავალების შესრულების და პრეზენტაციის პროცესში მასწავლებლის მიერ დასმული შეკითხვები კონკრეტულ მოსწავლესთან ინდივიდუალური მუშაობისთვის:

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 სიმულაციაში პარამეტრების ცვლილებისას?
- 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, ამაჩქარებლების მნიშვნელობის გააზრებაში?

ახსენი, რა საკითხზე გამოხატე შენი ცოდნა კომპლექსური დავალების საშუალებით?

- რატომ შეასრულეთ კომპლექსური დავალება?
- რა გრძელვადიან და მოკლევადიან მიზნებს ისახავდით კომპლექსური 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 დასკვნამდე 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 ბუნდოვან 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) მართებულად 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?

წარმოგიდგენთ კომპლექსური დავალების - **CERN** - ის კოლაიდერი, ეროვნული სასწავლო გეგმის შედეგების მიღწევის დონეთა სოლო ტაქსონომიას, რომელსაც სარეკომენდაციო ხასიათი გააჩნია.

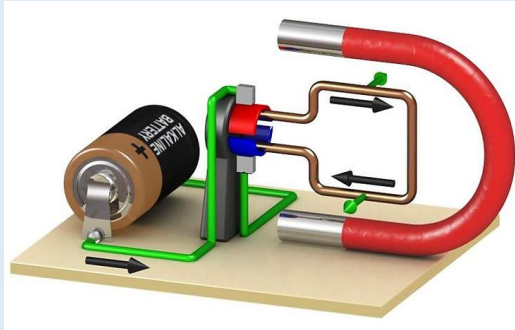
მიღწევის დონე კრიტერიუმი	აღწერილობა რა გააკეთა მოსწავლემ (მაგალითი) და რა დასკვნა გააკეთე ამის საფუძველზე	კომენტარი რა რჩევა მივეცი მოსწავლეს (განმავითარებელი შეფასების მაგალითი)
<p>აბსტრაქტული დონე</p> <p><u>შეუძლია იდეების ინტეგრირება და ცოდნის სინთეზი.</u></p> <p>მოსწავლე კომპლექსური დავალების საშუალებით 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</p>	<p>მოსწავლემ გაიგო დავალების არსი და მიზანი: შექმნა მოკლე რეფერატი, სადაც აღწერა, თუ როგორ ხდება CERN - ის ამაჩქარებელში დამუხტული ნაწილაკების ურთიერთქმედების გამოყენება, როგორ ხდება დაკახებების შედეგად წარმოშობილი ახალი ნაწილაკების დეტექტირება. მოსწავლის ნამუშევრის წარდგენისას ჩანს, რომ მას კარგად აქვს გააზრებული მაგნიტურ ველში მოძრავი დამუხტული ნაწილაკების დინამიკა, რა გავლენას ახდენს მაგნიტური ველი დამუხტული ნაწილაკების მოძრაობის მახასიათებლებზე, ასევე გააზრებული აქვს მოსწავლეს ელექტრული ველის მოქმედება</p>	<p>დიდი მადლობა! თქვენ შესანიშნავად გართვით თავი დავალებას. შესანიშნავად აღწერეთ CERN - ის ამაჩქარებელში თუ რა ფიზიკური მოვლენები ახლავს თან დამუხტული ნაწილაკების მოძრაობის და დაჯახებების პროცესებს. ჩანს ვირტუალურ ლაბორატორიაში მუშაობის გამოცდილებაც შეგიძენიათ, რაც კარგად გამოიყენეთ ციკლოტრონის და მას-სპექტროგრაფის მოქმედების აღწერისას. კარგად დაგიმუშავებით სასწავლო რესურსებიც, სადაც ადრონულ თერაპიაში დამუხტული ნაწილაკების გამოყენებაზეა საუბარი.</p>

<p>ცოდნის განზოგადების და სხვა მსგავს მოვლენებთან შედარების საშუალებას აძლევს.</p>	<p>დამუხტულ ნაწილაკზე. ვირტუალური ლაბორატორიის გამოყენებით მოსწავლე დეტალურად განმარტავს, თუ როგორ ხდება ელექტრული და მაგნიტური ველების საშუალებით დამუხტული ნაწილაკების ურთიერთქმედების მართვა და დაჯახებების შემდეგ, ახალი ნაწილაკების მოძრაობის ანალიზი. მოსწავლე მსჯელობს დამუხტული ნაწილაკების დინამიკის მართვა გამოყენების სხვადასხვა შემთხვევაზე.</p>	<p>კარგი იქნება, თუ მოიპოვებთ ინფორმაციას, იგეგმება თუ არა საქართველოში ამჩქარებლის გამოყენება სამედიცინო მიმართულებით, რა გამოწვევები ახლავს ამ საკითხს დღევანდელი მდგომარეობით.</p>
<p>მიმართებითი დონე <u>ამყარებს კავშირს რამდენიმე ცოდნას შორის</u></p> <p>მოსწავლე მწყობრად და თანმიმდევრულად გადმოსცემს სამიზნე ცნებასთან დაკავშირებულ მკვიდრ წარმოდგენებს.</p> <p>ურთიერთდაკავშირებულად მსჯელობს სამიზნე ცნების არსობრივ მახასიათებლებზე. გამოკვეთს კომპლექსური დავალების შეფასების კრიტერიუმების საშუალებით განსაზღვრულ ნიუანსებს. მოსწავლეს შეუძლია გაიაზროს კავშირი რამდენიმე ასპექტს შორის და მსჯელობს მათ შესახებ, მოვლენის, როგორც ერთიანი პროცესის შემადგენელზე. მოსწავლე ადარებს, აკავშირებს საკითხებს და მიზეზშედეგობრივი ფორმით აანალიზებს მათ.</p>	<p>CERN - ის ამჩქარებელში მიმდინარე პროცესების ნამუშევრის წარდგენისას მოსწავლე დამაჯერებლად გადმოსცემს, თუ როგორ ხდება დამუხტული ნაწილაკების მიღება, მათი აჩქარება, როგორ ხდება მათი დაჯახებების მართვა.</p> <p>მოსწავლე მსჯელობს, რომელი ძალის გამოყენებით ხდება დეტექტირებული ნაწილაკების ტრაექტორიის ანალიზი, რომელი ფორმულის გამოყენებით ხდება ნაწილაკის მასის განსაზღვრა და მისი იდენტიფიცირება.</p> <p>მოსწავლე ასაბუთებს, თუ რა კავშირი აქვს აღწერილ პროცესებში ზეგამტარობის მოვლენას და ძლიერ მაგნიტურ ველს, ამყარებს მიზეზშედეგობრივ კავშირს ნაწილაკის მახასიათებლებსა და მისი დეტექტირებისას შესწავლილი ტრეკის ფორმას შორის, თუმცა წარმოდგენილი მოვლენის გამოყენების განსხვავებულ ასპექტებზე საუბრობს ბუნდოვნად.</p>	<p>გმადლობთ! თქვენ შესანიშნავად გაართვით თავი დავალებას. თქვენ მიერ ჩატარებული ვირტუალური ექსპერიმენტების კვლევისას ჩანს, რომ კარგად გაქვთ გააზრებული ლორენცის ძალის არსი, ელექტრული და მაგნიტური ველების როლი დამუხტული ნაწილაკების ურთიერთქმედების მართვისას, ასევე კარგად გადმოსცემთ დეტექტირებული ნაწილაკების მახასიათებლებისა და მათი ტრაექტორიების ფორმებს შორის მიზეზ - შედეგობრივ კავშირს. მოძრავი დამუხტული ნაწილაკების დინამიკის მართვის გამოყენების სხვა შემთხვევებზე მსჯელობა არ გაგიჭირდებათ, თუ კიდევ ერთხელ ყურადღებით გაეცნობით სახელმძღვანელოში წარმოდგენილ ხელსაწყოებს, ასევე I ეტაპის რესურს 6 - ით მოწოდებულ ინფორმაციას.</p>
<p>მულტიტრუქტურული დონე <u>აქვს ბევრი იდეა, თუმცა ვერ აკავშირებს ერთმანეთთან.</u></p> <p>მოსწავლეს აქვს არაერთი მოსაზრება შესასწავლ საკითხთან მიმართებით, თუმცა, იმავე საკითხთან/მთავარ იდეასთან დაკავშირებით მის მიერ</p>	<p>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</p>	<p>კარგია, რომ იცით მაგნიტურ ველში მოძრავი დამუხტული ნაწილაკზე მოქმედი ძალის ფორმულა და ერთეული, მაგრამ კარგი იქნება თუ შეეცდებით დაინახოთ კავშირი ამ ძალასა და ნაწილაკის ტრაექტორიის ფორმას შორის. იმისთვის, რომ შეძლოთ უფრო სიღრმისეულად გაიაზროთ თქვენ მიერ აღწერილი მოვლენის</p>

<p>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.</p>	<p>დამუხტული ნაწილაკის ტრაექტორია მრუდწირული, თუმცა იცის ლორენცის ძალის ფორმულა და იცის მისი ერთეული. იცის, რომ ელემენტარულ ნაწილაკს გააჩნია მუხტი და მასა, მაგრამ უჭირს ტრაექტორიის მიხედვით იმსჯელოს ამ ნაწილაკის ფუნდამენტურ მახასიათებლებზე, შესასწავლ საკითხთაგან დაკავშირებით შეუძლია წარმოადგინოს რამდენიმე ცოდნა, მაგრამ ვერ აკავშირებს მათ ერთმანეთთან. საბოლოოდ, მოსწავლემ ვერ ახსნა ფაქტები დავალების პირობით მოთხოვნილ კონტექსტში.</p>	<p>მახასიათებელი ფიზიკური სიდიდეები, ამ საქმეში გარდა სახელმძღვანელოსი, კარგ დახმარებას გაგიწევთ პირველ ნაბიჯში წარმოდგენილი რესურსი 9 და 10 - ს, ტელესკოლის და ნებულას ვიდეოგაკვეთილებს. ასევე ყურადღებით გაეცანით ნაბიჯი 2-ის რესურს 1, 2 და 3 - ს, რომლებიც საინტერესო სიმულაციებს წარმოადგენს.</p>
<p>უნისტრუქტურული დონე აქვს ერთი იდეა</p> <p>მოსწავლეს აქვს მხოლოდ ერთი არასტრუქტურირებული ასოციაცია/წარმოდგენა განსახილველ საკითხთან დაკავშირებით, მისი მსჯელობა შესასწავლ საკითხთან დაკავშირებით შემოიფარგლება საკვანძო სიტყვებსა 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/ალგორითმები ს შესრულება, პერიფრაზირება, ამოცნობა, დასახელება ან დათვლა.</p>	<p>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 მიმართებით: მაგ, იცის რა არის დენი, იცის როგორ მოძრაობენ დამუხტული ნაწილაკები, მაგრამ არ იცის, რა ახლავს დენის გავლას გამტარში, ვერ ხვდება რა მიზანი აქვს ამაჩქარებელში დამუხტული ნაწილაკების დაჯახებას. მოსწავლემ ვერ შეასრულა დავალება, ვერ მიხვდა, რა არის ექსპერიმენტის მოდელირება და როგორ შეიძლება სიმულატორში ცდის ჩატარება. მოსწავლის აზრი არ შეესაბამება გაკვეთილის შინაარსს.</p>	<p>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, სიმულაციებს, გაეცნობით დიდ ადრონულ კოლაიდერთან დაკავშირებულ სასწავლო რესურსებს, რომლებიც მოწოდებულია დავალებაში, 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 შეეცადეთ არ გამოტოვოთ არც ერთი კითხვა. გაეცანით დიდი ადრონული კოლაიდერის ქართულ ვიდეორგოლს - ნაბიჯი 1-ს რესურსი 13, ასევე რესურსი 14 -ს - ანიმაციას ამაჩქარებლის შესახებ. შეეცადეთ, გააანალიზოთ ვიდეორგოლებში აღწერილი მოვლენები</p>

<p>პრესტრუქტურული დონე არ აქვს იდეა</p> <p>მოსწავლეს საკითხთან დაკავშირებით არ აქვს რელევანტური ინფორმაცია.</p>	<p>მოსწავლემ არ შეასრულა დავალება, რადგან არ გააჩნია დეკლარატიული ცოდნა, იგი ვერ იაზრებს დავალების პირობას, ვერ იწყებს დავალებაზე მუშაობას, არ აქვს იდეა დავალებასთან მიმართებით, ვერ იგებს კვლევის მიზანს, ვერ ატარებს ექსპერიმენტს, ბუნდოვანია დავალების არსი, არ ფლობს თეორიულ ცოდნას, რომელიც საჭიროა მოცემული დავალების შესასრულებლად.</p>	<p>გაიხსენეთ, რა გსმენიათ ელექტრული დენის შესახებ. მოიძიეთ ინფორმაცია ელექტრული და მაგნიტური ველების შესახებ. გამოიყენეთ სახელმძღვანელო და მოწოდებული რესურსი: ტელესკოლის და სილქნეტის ვიდეოგაკვეთილები. ანიმაცია დიდი ადრონული კოლაიდერის შესახებ, უპასუხეთ ნაბიჯების კითხვებს, შეეცადეთ არ გამოტოვოთ არცერთი მათგანი და უპასუხეთ მათ მოწოდებულ რესურსებზე დაყრდნობით.</p>
---	---	---

შუალედური სასწავლო მიზანი N2

გრძელვადიანი მიზანი	შუალედური სასწავლო მიზანი N2	
<p>სამიზნე ცნება: ენერგია (შედეგი 1.2.3,4) ფიზიკური პროცესი (შედეგი 1.2.3,4).</p> <p>ქვეცნება (ზოგადი/კერძო) –</p> <p>სხეულის ენერგია - მექანიკური ენერგია; ველის ენერგია - ელექტრული ველის ენერგია, მაგნიტური ველის ენერგია;</p> <p>ფიზიკური პროცესის მახასიათებლები -ენერგიის შენახვა და გარდაქმნა, მექანიკური მუშაობა</p>	<p>საკვანძო შევითხვა - როგორ ახსნით თქვენ მიერ შექმნილი ელექტროძრავის მოდელის საშუალებით, მექანიკური ენერგიის გამომუშავების პროცესს?</p> <p>კომპლექსური დავალების იდეა - მუდმივი დენის ძრავა</p> <p>ალბათ ხშირად</p> 	
<p>თემა - ელექტრომაგნიტური მოვლენები</p> <p>საკითხები - ელექტრომაგნიტური ინდუქცია, ინდუქციის ემპ, ლენცის წესი, ელექტრომაგნიტური ინდუქციის კანონი, გრიგალური ელექტრული ველი, მუდმივი დენის ძრავა, მუდმივი დენის გენერატორი</p> <p>ქვესაკითხები - მაგნიტური ველის ძალწირები, მარცხენა ხელის წესი, დენის მაგნიტური ველის ენერგია, დინამომანქანა</p>	<p>დაფიქრებულხარ, როგორი მნიშვნელოვანი ადგილი უჭირავს ადამიანის ცხოვრებაში ისეთ ელექტრულ ხელსაწყოებს, რომელშიც ელექტრული ძრავა მუშაობს: საბავშვო სათამაშოები, ვენტილატორი, თმის ფენი, მიქსერი, სარეცხი მანქანა. ამ მოწყობილობების კვების წყარო ელექტროენერგიაა, თუმცა საინტერესოა, უფრო დეტალურად მათი მუშაობის მექანიზმების გაცნობა.</p> <p>თქვენი დავალებაა, შექმნათ მუდმივი დენის ელექტროძრავას მოდელი და პრეზენტაციის საშუალებით წარმოადგინოთ, რა პროცესები ახლავს თან თქვენი ელექტროძრავით მექანიკური ენერგიის მიღებას.</p>	
<p>სამიზნე ცნების მკვიდრი წარმოდგენები</p> <p>მოსწავლემ უნდა გააცნობიეროს, რომ:</p>	<p>შეფასების კრიტერიუმი - (ზოგადი)</p> <p>მოსწავლეს შეუძლია:</p>	<p>შეფასების კრიტერიუმი - (კონკრეტულ კომპლექსურ დავალებაზე მისადაგებული) ნაშრომში ხაზგასმით წარმოაჩინეთ:</p>

<p>ფიზიკური პროცესი</p> <p>3. ფიზიკური პროცესი სისტემის/სხეულის მდგომარეობის დროში ცვლილებაა, რომელიც აღიწერება რაოდენობრივი და თვისობრივი მახასიათებლებით;</p> <p>4. ყველა ფიზიკურ მოვლენას/ პროცესს აქვს მიზეზი და მოჰყვება შედეგი, რომელთა დაკავშირებაც შესაძლებელია ბუნების კანონების გამოყენებით.</p> <p>ენერგია</p> <p>1. ენერგია სისტემის მდგომარეობის ერთ - ერთი ძირითადი განმსაზღვრელია და ახასიათებს მის მიერ მუშაობის შესრულების უნარს;</p> <p>2. სისტემის შემადგენელ სხეულებს/ ნაწილაკებს გააჩნიათ სხვადასხვა სახის ენერგია, რომელიც შესაძლებელია გარდაიქმნას ერთი სახიდან მეორეში. ჩაკეტილი სისტემის სრული ენერგია მუდმივია;</p> <p>3. სისტემაში ენერგიის გარდაქმნა განპირობებულია შიდა ფაქტორებით, ხოლო სისტემის სრული ენერგიის ცვლილება - გარე ფაქტორებით.</p>	<p>ფიზიკური პროცესი</p> <p>3. იმსჯელოს, რა თვისობრივი ცვლილებები მიმდინარეობს განსახილველ ფიზიკურ პროცესში და როგორ აღიწერება ეს ცვლილებები რაოდენობრივად;</p> <p>4. დააკავშიროს ერთმანეთთან განსახილველი მოვლენის/ პროცესის გამომწვევი მიზეზები და შედეგები, ახსნას ეს კავშირი ბუნების კანონების გამოყენებით;</p> <p>ენერგია</p> <p>4. იმსჯელოს, ენერგიაზე, როგორც სისტემის მდგომარეობის განმსაზღვრელ ძირითად სიდიდეზე ან/და ამ სისტემის მუშაობის შესრულების უნარზე;</p> <p>5. გააცნობიეროს, ენერგიის რომელი სახეებით ხასიათდება განსახილველ მოვლენაში/ საკითხში მონაწილე სხეულები და როგორ გარდაიქმნება ენერგია;</p> <p>6. დაადგინოს, რომელი შიდა ფაქტორები განაპირობებს სისტემაში ენერგიის გარდაქმნებს და რომელი გარე ფაქტორები - სისტემის სრული ენერგიის ცვლილებას.</p>	<p>კრიტერიუმი #1</p> <p>რომელ ფიზიკურ პროცესებს ეფუძნება ელექტრომაგნიტური ინდუქციის მოვლენა? როგორ აღწერთ რაოდენობრივად ინდუქციური დენის აღძვრის პროცესს? (ფიზ.პროც.1.2)</p> <p>კრიტერიუმი #2</p> <p>რა შიდა ფაქტორები განაპირობებს ელექტროძრავას მიერ ელექტრული ენერგიის გარდაქმნას და რა გარე ფაქტორები - მისი სრული ენერგიის ცვლილებას? (ენერგია 1,2,3)</p>
---	---	--

კომპლექსური დავალების განხორციელების ეტაპები (აქტივობები, რესურსები, შეკითხვები)

ეტაპი I – კომპლექსური დავალების პირობის გაცნობა

რესურსები/განსახილველი ქეისები :

- რესურსი1. ვიდეორგოლები: მარტივი ელექტროძრავის შექმნა:

<https://www.youtube.com/watch?v=Wl0pGk0MMhg>

<https://www.youtube.com/watch?v=bH7DFPIayNg>

- რესურსი 2. მოდელირება:
[მოდელირება | CK-12 Foundation \(ck12.org\)](http://ck12.org)
- რესურსი 3. 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 მოსწავლეებს გააცნობს კომპლექსური დავალების პირობას. იგი სთხოვს მოსწავლეებს, გაეცნენ ინტერნეტში მოძიებულ ინფორმაციას - ვიდეორგოლებს (რესურსი 1) უმარტივესი ელექტროძრავას მოდელის შექმნის შესახებ, დააკვირდნენ მოვლენას, აღწერონ ახალი რა აღმოაჩინეს?

აქტივობა 2. მოდელის გაცნობა (ზოგადი) რესურსი 2-ზე და რესურსი 3-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:

კომპლექსური დავალების შინაარსის შესახებ

- რა გსმენიათ ელექტროძრავის შესახებ?
- რა ინფორმაციის მოძიება და რა ცოდნა-უნარების შექმნა მოგიწევთ ელექტროძრავის მოქმედების პრინციპების ასახსნელად?
- გიმუშავიათ თუ არა ვირტუალურ ლაბორატორიაში?

მოდელის შესახებ

- შეგიქმნიათ თუ არა მოდელი?
- როგორი სახის მოდელი გინახავთ?
- რა იყო წარმოდგენილი თქვენ მიერ ნანახ მოდელზე და რამდენად გამოხატავდა იგი სათქმელს?
- რა უნდა ვიცოდეთ მოდელის შესაქმნელად?
- რისთვის არის საჭირო მოდელი?
- რა ნაბიჯების გადადგმა მოგიწევთ წარმოდგენილი დავალების მიხედვით ელექტროძრავის 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 შეგისრულებიათ?

ეტაპი II – კომპლექსურ დავალებაზე მუშაობა

ქვეცნება - სხეულის ენერგია, ველის ენერგია

ნაბიჯი 1 - შეფასების კრიტერიუმი 1

რომელ ფიზიკურ პროცესებს ეფუძნება ელექტრომაგნიტური ინდუქციის მოვლენა? როგორ აღწერთ რაოდენობრივად ინდუქციური დენის აღძვრის პროცესს? (ფიზ.პროც.1.2)

რესურსი/აქტივობა/დამხმარე კითხვები

- **რესურსი 1.** სახელმძღვანელო, პარაგრაფები, სადაც წარმოდგენილია შემდეგი საკითხები: ელექტრომაგნიტური ინდუქციის აღძვრა მაგნიტურ ველში მოძრავ გამტარში, ელექტრომაგნიტური ინდუქცია, მაგნიტური ინდუქციის ნაკადი, ლენცის წესი, ელექტრომაგნიტური ინდუქციის კანონი;
- **რესურსი 2.** ტელესკოლა, ფიზიკის დრო - ელექტრომაგნიტური ინდუქცია:

<https://www.youtube.com/watch?v=zKYbS-BIkl0>

- **რესურსი 3:** ელექტრომაგნიტური ინდუქცია - ქართულ ენაზე დამუშავებული ვიდეორგოლი:

(სასწავლო რესურსი შექმნილია ზოგადი განათლების რეფორმის ფარგლებში)

https://drive.google.com/file/d/1-L77VBYRL2m-IXxbGqHOnCReObUFwys/view?usp=share_link

რესურსი დამუშავებულია ქართულ ენაზე: <https://www.youtube.com/watch?v=t-EhLjdAYOM> - დან

- **რესურსი 4 :** ვირტუალური ლაბორატორია. ელექტრომაგნიტური ინდუქცია:
- <https://phet.colorado.edu/sims/cheerpi/faraday/latest/faraday.html?simulation=generator>
- **რესურსი 5:** ლენცის წესი - ქართულ ენაზე დამუშავებული ვიდეორგოლი

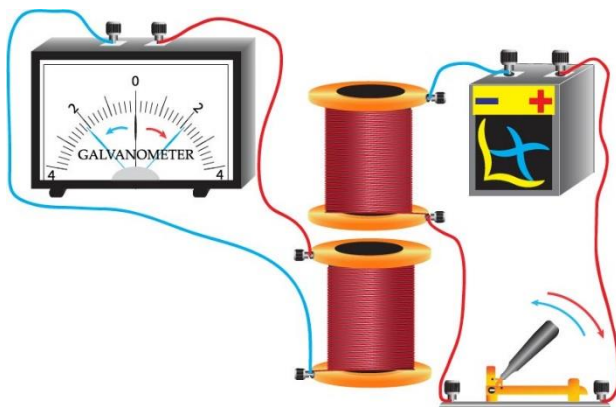
(სასწავლო რესურსი შექმნილია ზოგადი განათლების რეფორმის ფარგლებში)

https://drive.google.com/file/d/1_dkxqNtE8AHaDM7euG9A0rmKeGby_IxG/view?usp=share_link

რესურსი დამუშავებულია <https://www.youtube.com/watch?v=MT4s-pxc9sM> დან

- **რესურსი 6.** ვირტუალური ლაბორატორია. ლენცის წესი:
- https://www.vacak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=mag_lenz&l=en

აქტივობა 1. აქტივობა სახელმძღვანელოდან, დაკვირვება ელექტრომაგნიტური ინდუქციის მოვლენაზე. ექსპერიმენტები:



ცდა 1:

აიღეთ სპილენძის მავთულისაგან დახვეული ორი კოჭა. ერთი მათგანი შეაერთეთ დენის წყაროსთან, მეორე კი — გალვანომეტრთან და განათავსეთ პირველი კოჭას ქვევით ისე, რომ პირველი კოჭას მაგნიტური ველის ძალწირებმა მეორე კოჭას ხვეულები განმსჭვალოს. ამ შემთხვევაში კოჭას გამჭოლი მაგნიტური ინდუქციის წირები მასში დენს არ წარმოქმნის. გალვანომეტრის ისარი არ გადაიხრება.

- გამორთეთ პირველი კოჭა დენის წყაროდან. დააკვირდით გალვანომეტრის ისარს;
- ჩამრთველით ჩართეთ პირველი კოჭა და დააკვირდით გალვანომეტრის ისარს;
- პირველი კოჭა დენის წყაროდან არ გამორთოთ და მეორის მიმართ აამოძრავეთ ვერტიკალურად. დააკვირდით გალვანომეტრის ისარს.

კვლევათი კითხვები:

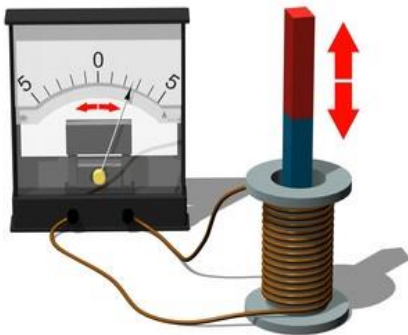
ა) შემთხვევა -

- პირველი კოჭას განრთვისას რა მოუვიდა გალვანომეტრის ისარს?
- რომელი ფერის ისარი გადაიხარა?
- როდის დაბრუნდა ისარი საწყის მდგომარეობაში?
- როგორ ახსნით დამზერილ პროცესს?

ბ) შემთხვევა -

- პირველი კოჭას წრედში ჩართვისას რა შენიშნეთ?
- რომელი ფერის ისარი გადაიხარა და საით?
- როდის დაბრუნდა ისარი საწყის მდგომარეობაში?
- როგორ ახსნით დამზერილ პროცესს?
- ერთმანეთის მიმართ უძრავ მდგომარეობაში მყოფი კოჭების შემთხვევაში, მეორე კოჭაში აღიძვრება თუ არა დენი?
- პირველი დენიანი კოჭას და მეორე კოჭას ერთმანეთის მიმართ ვერტიკალურად მოძრაობის შემთხვევაში, მეორე კოჭაში აღიძვრება თუ არა დენი?
- კოჭების ერთმანეთთან მიახლოებისა და დაშორებისას, რა მიმართულებით გადაიხრება გალვანომეტრის ისარი? გაანალიზეთ თითოეული შემთხვევა;
- როგორ გაანალიზებთ დამზერილ მოვლენას?
- პირველი დენიანი კოჭას და მეორე კოჭას ერთმანეთის მიმართ ჰორიზონტალურად მოძრაობის შემთხვევაში, მეორე კოჭაში აღიძვრება თუ არა დენი?

ცდა 2: მეორე კოჭას მიმართ აამოძრავეთ მუდმივი მაგნიტი. ცვალეთ მაგნიტის პოლუსები მოძრაობისას და დააკვირდით გალვანომეტრის ისარს.



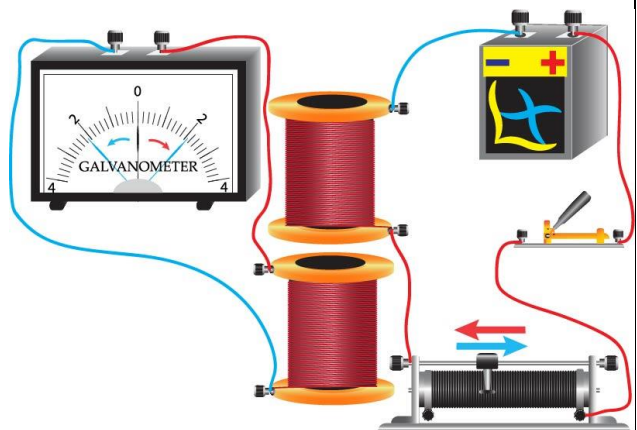
კვლევითი კითხვები:

- როგორ რეაგირებს გალვანომეტრის ისარი მაგნიტის მოძრაობის მიმართულებაზე და სიჩქარეზე?
- როგორ რეაგირებს გალვანომეტრის ისარი, თუ მაგნიტს უძრავს დატოვებთ და კოჭას აამოძრავებთ?
- როგორ რეაგირებს გალვანომეტრის ისარი კოჭას სხვადასხვა მიმართულებით და სხვადასხვა სიჩქარით მოძრაობისას? გაანალიზეთ თითოეული შემთხვევა.

ცდა 3: პირველ კოჭასთან მიმდევრობით ჩართეთ რეოსტატი და ცოციას გადაადგილებით ცვალეთ მასში დენის ძალა. დააკვირდით გალვანომეტრის ისარს.

კვლევითი კითხვები:

- ცოციას მოძრაობისას დააფიქსირა თუ არა გალვანომეტრმა მეორე კოჭაში დენი?
- როგორ ახსნით დამზერილ მოვლენას?



გაანალიზეთ ყველა ცდა და გამოიტანეთ დასკვნა: რა პირობებში აღიძრა დენი მეორე კოჭაში?

რესურსი 1,2-ზე დაყრდნობით მოსწავლეები გაიაზრებენ, რა არის ელექტრომაგნიტური მოვლენა და რა პროცესები განაპირობებს ელექტრომაგნიტური ინდუქციის მოვლენის აღძვრას.

დამხმარე კითხვები:

- რა არის მაგნიტური ველის წყარო?
- მაგნიტური ველის საშუალებით წარმოიქმნება თუ არა ელექტრული დენი?
- ვინ აღმოაჩინა მაგნიტურის ველის გავლენით ელექტრული დენის აღძვრის მოვლენა?
- რა პირობებში აღიძვრება მაგნიტური ველის საშუალებით ელექტრული დენი?
- რა ეწოდება ამ მოვლენას? აღწერეთ პროცესი;
- რა ეწოდება აღნიშნული პროცესის პირობებში აღძრულ დენს?

აქტივობა 2: ელექტრომაგნიტური ინდუქციის მოვლენის ვიზუალიზაციის მიზნით, მოსწავლეები გაეცნობიან ვიდეორგოლს (**რესურსი 3**).

დამატებითი კითხვები:

- როგორ იცვლება კოჭას გამჭოლი მაგნიტური ნაკადი მუდმივი მაგნიტის მიახლოებისას? დაშორებისას?
- აღიძვრება თუ არა ამ დროს ინდუქციის ემპ?
- რა ახლავს ინდუქციის ემპ-ს აღძვრას?
- კოჭაში მაგნიტის უძრავად ყოფნისას აღიძვრება თუ არა ინდუქციური დენი?
- როგორი უნდა იყოს კოჭას განჭოლი მაგნიტური ველი კოჭას წრედში ინდუქციური დენის აღძვრისთვის?
- აღწერეთ ვიდეორგოლში წარმოდგენილი მეორე ექსპერიმენტი, რომელიც აღნიშნულს ასაბუთებს;
- ჩამოაყალიბეთ ინდუქციის კანონი.

აქტივობა 3: ელექტრომაგნიტური ინდუქციის მოვლენის სიღრმისეულად გააზრების მიზნით, მოსწავლეები მუშაობენ ვირტუალურ ლაბორატორიაში (**რესურსი 4**):

დამატებითი კითხვები:

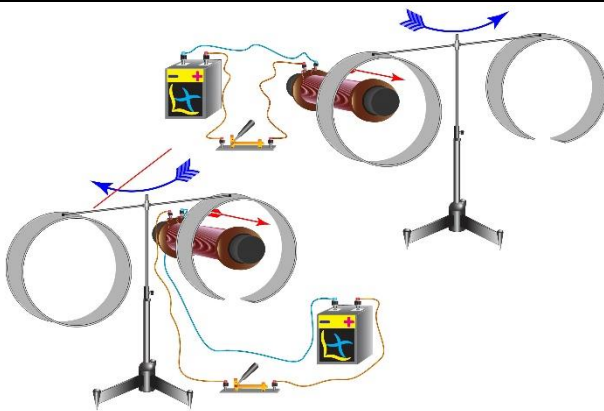
- რამდენი გზით შეიძლება ელექტრომაგნიტური ინდუქციის მოვლენის აღძვრა?
- მაგნიტის N/S პოლუსების, მაგნიტის მოძრაობის მიმართულების ცვლილებით ცვალებით ინდუცირებული დენის მიმართულება. ახსენით დამზერილი მოვლენა;
- გაანალიზეთ, თითოეული შემთხვევისთვის როგორია ინდუცირებული დენის მიმართულება?

ცდები გაიმეორეთ ვირტუალურ ლაბორატორიაში:

https://phet.colorado.edu/sims/html/faradays-law/latest/faradays-law_en.html

- ივარაუდეთ, რა დაემართება ნათურის სიკაშკაშეს, როდესაც ხვიების რაოდენობა შემცირდება და მაგნიტის მოძრაობის სიჩქარე იგივე რჩება. ვარაუდი შეამოწმეთ ცდით;
- როგორ მოქმედებს მაგნიტის მოძრაობის სიჩქარე ნათურის სიკაშკაშეზე?

აქტივობა 4: აქტივობა სახელმძღვანელოდან - ინდუქციური დენის მიმართულების შესასწავლად, მოსწავლეები ატარებენ ექსპერიმენტს:



დეროს ბოლოებზე, რომელსაც ვერტიკალური ღერძის გარშემო თავისუფლად ბრუნვა შეუძლია, დაამაგრეთ ორი გამტარი რგოლი (მაგალითად, ალუმინისაგან დამზადებული). ერთი რგოლი იყოს მთლიანი, მეორე კი — გაჭრილი.

კვლევითი კითხვები:

- რა მოხდება, თუ მაგნიტს ან ელექტრომაგნიტს მთლიან რგოლს მივუახლოებთ? დავაშორებთ?
- როგორ ახსნით დამზერილ მოვლენას?
- რა მოხდება, თუ მაგნიტს ან ელექტრომაგნიტს გაჭრილ რგოლს მივუახლოებთ? დავაშორებთ?
- რატომ არ რეაგირებს გაჭრილი რგოლი მაგნიტის მოძრაობაზე?
- რა შემთხვევაში მიიზიდავს მაგნიტს გამტარი რგოლი?
- რაზე დამოკიდებული ინდუქციური დენის მიმართულება?
- ჩამოაყალიბეთ ლენცის წესი.

აქტივობა 5: ინდუქციური დენის მიმართულების სიღრმისეულად გააზრების მიზნით მოსწავლეები გაეცნობიან ვიდეორგოლს (რესურსი 5) მუშაობენ ვირტუალურ ლაბორატორიაში (რესურსი 6).

დამხმარე კითხვები:

- რა მოვლენა განაპირობებს მთლიანი რგოლის ლევიტაციას?
- როგორ იზრდება ელექტრომაგნიტის მაგნიტური ველი?
- რატომ იზრდება რგოლის სიმაღლე ელექტრომაგნიტის მაგნიტური ველის გაზრდისას?
- რატომ არ რეაგირებს გაჭრილ რგოლზე ელექტრომაგნიტი?

აქტივობა 6: დეკლარატიული და პროცედურული ცოდნის განმტკიცების მიზნით, მოსწავლეები ხსნიან ამოცანებს სახელმძღვანელოდან.

(საკითხები: ელექტრომომძრავებელი ძალის აღძვრა მაგნიტურ ველში მოძრავ გამტარში, მაგნიტური ინდუქციის ნაკადი, ელექტრომაგნიტური ინდუქციის კანონი)

ნაბიჯი 2 - შეფასების კრიტერიუმი 2

რა შიდა ფაქტორები განაპირობებს ელექტროძრავას მიერ ელექტრული ენერჯის გარდაქმნას და რა გარე ფაქტორები - მისი სრული ენერჯის ცვლილებას? (ენერჯია 1,2,3)

რესურსი/აქტივობა/დამხმარე კითხვები:

- **რესურსი 1.** სახელმძღვანელო, პარაგრაფები, სადაც წარმოდგენილია შემდეგი საკითხები: გრიგალური ელექტრული ველი, დენის მაგნიტური ველის ენერჯია, მუდმივი დენის ძრავა.
- **რესურსი 2.** ტელესკოლა, ფიზიკის დრო, ელექტრომაგნიტების გამოყენება, მუდმივი დენის ძრავის მოქმედების პრინციპი (8:32წთ-დან): <https://www.youtube.com/watch?v=wOwqSz2NYKs&t=463s>
- **რესურსი 3:** ვიდეორგოლი ქართულ ენაზე, მაგნიტური მოვლენები Vol. 2 (ელექტრული ძრავა), Dachi's Science Channel: <https://www.youtube.com/watch?v=otv38aHIN-M&t=118s>

- **რესურსი 4.** CK-12- ის ვირტუალური ლაბორატორია, ელექტროძრავა:
<https://interactives.ck12.org/simulations/physics/electric-motor/app/index.html?screen=sandbox&lang=en&referrer=ck12Launcher&backUrl=https://interactives.ck12.org/simulations/physics.html>
- **რესურსი 5.** ფარადეის დისკი, გენერატორი. ქართულ ენაზე დამუშავებული ვიდეორგოლი:
https://drive.google.com/file/d/15-EcZvGNplPqIF41gLUUoVITI3Z7DnQd/view?usp=share_link

(სასწავლო რესურსი შექმნილია ზოგადი განათლების რეფორმის ჯგუფის მიერ)

რესურსი დამუშავებულია <https://www.youtube.com/watch?v=MT4s-pxc9sM> - დან

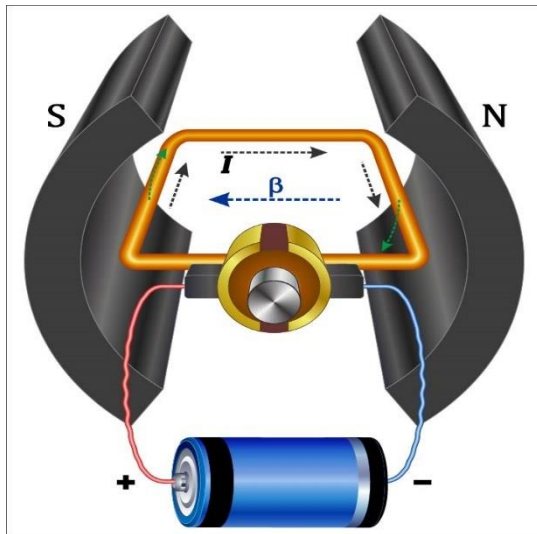
- **რესურსი 6.** ვიდეორგოლი - მუდმივი დენის გენერატორის მოქმედების პრინციპი:
<https://www.youtube.com/watch?v=Jh167TEECBk>
- **რესურსი 7.** ვირტუალური ლაბორატორია:
<https://phet.colorado.edu/sims/cheerpi/faraday/latest/faraday.html?simulation=generator>

აქტივობა 1. რესურსი 1- ის გამოყენებით მოსწავლე გაეცნობა და სიღრმისეულად გაიაზრებს შესასწავლ საკითხებს: გრიგალური ელექტრული ველი, დენის მაგნიტური ველის ენერგია.

დამატებითი კითხვები:

- რა არის ელექტრული დენი და რა განსაზღვრავს მის ენერგიას?
- როგორ ენერგიად შეიძლება გარდაიქმნას ელექტრული ენერგია?
- რა უზრუნველყოფს წრედში ელექტრული ენერგიის წარმოქმნას?
- დენის წყაროს შიგნით რა ძალები ასრულებენ მუშაობას?
- რა მუშაობას ასრულებენ ისინი?
- ენერგიის რა გარდაქმნები მიმდინარეობს გარე წრედში?
- რას ნიშნავს გრიგალური ელექტრული ველი და რა გავლენას ახდენს იგი დენის წყაროს მუშაობაზე?
- როდის ასრულებს გრიგალური ელექტრული ველი უარყოფით მუშაობას? დადებით მუშაობას?
- რატომ ვერ აღძრავს ინდუქციურ დენს უშუალოდ მაგნიტური ველი, მასში მოთავსებულ უძრავ გამტარ კონტურში?
- რატომ არ არის შეკრულ წირზე მუხტის გადატანისას გრიგალური ელექტრული ველის მუშაობა ნულის ტოლი?
- რატომ ამზადებენ ელექტროძრავების, გენერატორების რკინის გულარებს არა ერთიანი, არამედ ცალკეული, ერთმანეთისგან იზოლირებული ფირფიტებისაგან?

აქტივობა 2. აქტივობა სახელმძღვანელოდან - მოსწავლე აღწერს სქემის მიხედვით, მუდმივი დენის ელექტროძრავას აღნაგობას და მის მოქმედების პრინციპებს.



დამატებითი კითხვები:

- რა ძირითადი ნაწილებისგან შედგება მუდმივი დენის ელექტროძრავა?
- რომელი ძალის მოქმედებაზეა დაფუძნებული მუდმივი დენის ძრავის მუშაობა?
- როგორ ქმნის დენიან ჩარჩოზე მოქმედი ამპერის ძალა მამბრუნებელ მომენტს?
- რას ეწოდება როტორი? სტატორი?
- როგორ ხდება ელექტროძრავას ღუზას ბრუნვის სიჩქარის და მიმართულების რეგულირება?
- სად გამოიყენებენ მუდმივი ელექტროძრავას ბრუნვის სიჩქარის და მიმართულების ცვლილებას?

აქტივობა 3. რესურსი 2, 3-ზე დაყრდნობით მოსწავლე სიღრმისეულად გაიაზრებს ენერჯის რა სახის გარდაქმნები მიმდინარეობს მუდმივი დენის ელექტროძრავას მუშაობისას.

დამატებითი კითხვები:

- რაში მდგომარეობს მბრუნავი მაგნიტის კონცეფცია (რესურსი 3), რომელიც საფუძვლად უდევს ელექტროძრავის მოქმედებას?
- რა გავლენას ახდენს ელექტროძრავის მუშაობაზე რამდენიმე ჩარჩოს/მარყუჟის შემოტანა?
- რა ენერჯია გააჩნია ელექტროძრავას დენიან ჩარჩოს/ღუზას და რა განაპირობებს ამ ენერჯიას?
- რომელი ძალა ასრულებს მუშაობას ღუზას მოძრაობისას?
- რა არის ამპერის ძალა და როდის აღიძვრება იგი?
- როგორია ამპერის ძალის მიმართულება (მარცხენა ხელის წესი)?
- როგორ შეიცვლება ამპერის ძალის მიმართულება თუ შევცვლით გამტარში დენის მიმართულებას?
- როდისაა ამპერის ძალის მნიშვნელობა მაქსიმალური? (კუთხეზე დამოკიდებულება)
- რა არის ძალის მხარი?
- რა არის ძალის მომენტი?
- რას ეწოდება მექანიკური ენერჯია?
- რა ენერჯიად გარდაიქმნება ელექტრული ენერჯია ელექტროძრავის მუშაობისას?
- დასახელებთ შიდა ფაქტორები, რომლებიც განაპირობებს ელექტროძრავას მიერ ელექტრული ენერჯის გარდაქმნას;
- რა გარე ფაქტორები ახდენს გავლენას ელექტროძრავას მუშაობაზე?
- გარე ფაქტორების გათვალისწინებით, სრულდება თუ არა ენერჯის მუდმივობის კანონი ელექტროძრავას მოქმედებისას? დასაბუთეთ.

აქტივობა 4. მოსწავლეები მუშაობენ CK-12-ის ვირტუალურ ლაბორატორიაში (რესურსი 4) და იკვლევენ ელექტროძრავის მოქმედების მექანიზმებს;

კვლევითი აქტივობები:

- დაარეგულირეთ სლაიდერები ისე, რომ შექმნათ ძრავა მინიმალური ბრუნთა რიცხვით: მაგნიტური ველი - 0,2 T, ჩარჩოში გამავალი დენის ძალით - 5 A და ხვეიების

რაოდენობა - 100. შემდეგ კი დაარეგულირეთ ძრავის სიგრძე და ძრავის რადიუსის სლაიდერები;

- დაარეგულირეთ სლაიდერები 25 სმ სიგრძის, 10 სმ რადიუსის ძრავის შესაქმნელად. გამოიყენეთ ჩარჩოში გამავალი მინიმალური დენის ძალა და მაქსიმალურად ძლიერი მაგნიტური ველი, ჩარჩოში ხვეების რაოდენობა აიღეთ მინიმალური. დააკვირდით ძრავას ბრუნთა რიცხვს;
- დაარეგულირეთ სლაიდერები, რათა მაქსიმალურად გაზარდოთ ჩარჩოზე მოქმედი ძალა (ამპერის ძალის სიდიდე დამოკიდებულია ჩარჩოში ხვეების რაოდენობაზე, ჩარჩოში გამავალ დენზე, მაგნიტური ველის სიდიდეზე და ძრავის სიგრძეზე). დააკვირდით ძრავას ბრუნთა რიცხვს.

კვლევითი კითხვები:

- რა გავლენას ახდენს ძრავის სიგრძე ჩარჩოზე მოქმედი (ამპერის) ძალის მნიშვნელობაზე?
- რა გავლენას ახდენს მაგნიტური ველის სიდიდე ჩარჩოს ბრუნვის სიჩქარეზე?
- დენიანი ჩარჩოს რომელ მხარეს მოქმედებს ძალა? რომელზე - არა?

აქტივობა 5. მოსწავლეები რესურს 1, 5 და 6 -ზე დაყრდნობით გაეცნობიან მუდმივი დენის გენერატორის მოქმედების პრინციპს და გაიაზრებენ ენერჯის რა გარდაქმნები მიმდინარეობს მისი მოქმედებისას.

დამატებითი კითხვები:

- რისგან შედგება მუდმივი დენის გენერატორი?
- რა მოვლენა უდევს საფუძვლად მუდმივი დენის გენერატორში ელექტრული დენის გენერირებას?
- დაასახელეთ შიდა ფაქტორები, რომელიც განაპირობებს ენერჯის გარდაქმნას გენერატორში;
- რა გარე ფაქტორები ახდენს გავლენას გენერატორის მუშაობაზე?
- გარე ფაქტორების გათვალისწინებით, სრულდება თუ არა ენერჯის მუდმივობის კანონი მუდმივი დენის გენერატორის მუშაობისას? დაასაბუთეთ.
- მუდმივი დენის რომელ გენერატორს უწოდებენ დინამო მანქანას?
- რა მსგავსება და განსხვავებაა მუდმივი დენის ძრავასა და გენერატორს შორის?

აქტივობა 7. გენერატორის მუშაობის უკეთ გაცნობის მიზნით მოსწავლეები მუშაობენ ვირტუალურ ლაბორატორიაში (**რესურსი 7**). წყლის ონკანის ნაკადის ცვლილებით არეგულირებენ მაგნიტის მოძრაობას, ცვლიან კოჭაში ხვეების რაოდენობას, კოჭას დიამეტრს და აკვირდებიან წრეში ნათურის სიკაშკაშეს/გალვანომეტრის ისრის მოძრაობას.

აქტივობა 8. დეკლარატიული და პროცედურული ცოდნის განმტკიცების მიზნით, მოსწავლეები ხსნიან ამოცანებს სახელმძღვანელოდან.

(საკითხები: თვითინდუქცია, ინდუქციურობა, დენის მაგნიტური ველის ენერჯია, მუდმივი დენის ძრავა)

აქტივობა 9. I ეტაპის რესურს 2 და 3 - ის გამოყენებით მოსწავლე ქმნის მუდმივი დენის ძრავას მოდელს და ხსნის მის მოქმედების მექანიზმებს.

კომპლექსური დავალების შესრულების და პრეზენტაციის პროცესში მასწავლებლის მიერ დასმული შეკითხვები კონკრეტულ მოსწავლესთან ინდივიდუალური მუშაობისთვის:

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 ძრავის მოდელის დამზადებისას?
- 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, სხვადასხვა კონსტრუქციის ძრავების ეფექტურობის გამოკვლევაში?

ახსენი, რატომ შექმენი მუდმივი დენის ძრავის მოდელი?

რა საკითხზე გამოხატე შენი ცოდნა კომპლექსური დავალების საშუალებით?

- რატომ შეასრულეთ 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 დასკვნამდე 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 ბუნდოვან საკითხებში?
- შეხვედით თუ არა განსხვავებულ მოსაზრებებს კომპლექსურ დავალებაზე მუშაობის პროცესში? რამდენად შეძელით თანამშრომლობა განსხვავებული შეხედულებების ადამიანებთან? რა დაგეხმარება, რომ უკეთ გაიგო თანაკლასელების, მასწავლებლის სათქმელი?

- გაანალიზეთ 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) მართებულიად 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?

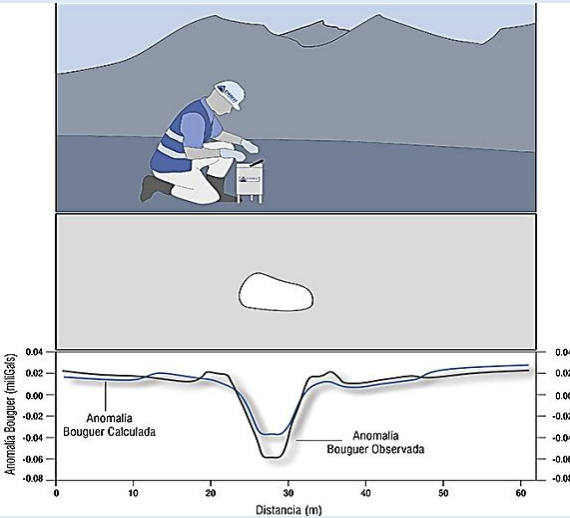
წარმოგიდგინთ კომპლექსური დავალების - **მუდმივი დენის ძრავა**, ეროვნული სასწავლო გეგმის შედეგების მიღწევის დონეთა სოლო ტაქსონომიას, რომელსაც **სარეკომენდაციო** ხასიათი გააჩნია.

მიღწევის დონე კრიტერიუმი	აღწერილობა რა გააკეთა მოსწავლემ (მაგალითი) და რა დასკვნა გააკეთე ამის საფუძველზე	კომენტარი რა რჩევა მიეცევი მოსწავლეს (განმავითარებელი შეფასების მაგალითი)
<p>აბსტრაქტული დონე</p> <p><u>შეუძლია იდეების ინტეგრირება და ცოდნის სინთეზი.</u></p> <p>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.</p>	<p>მოსწავლემ გაიგო დავალების არსი და მიზანი: შექმნა მუდმივი დენის ძრავა და პრეზენტაცია, რომლის საშუალებითაც ახსნა ძრავის მოქმედების პრინციპი. მოსწავლის ნამუშევრის წარდგენისას ჩანს, რომ მას კარგად აქვს გააზრებული მექანიკური ენერჯის მიღების ფიზიკური პროცესი, დამაჯერებლად საუბრობს ელექტრომაგნიტური ინდუქციის მოვლენაზე, რომელსაც ეფუძნება ელექტროძრავის მუშაობა. ვირტუალური ლაბორატორიის გამოყენებით მოსწავლე დეტალურად განმარტავს ინდუქციური დენის მიმართულებას, რაც ასაბუთებს, რომ მას გააზრებული აქვს ლენცის წესი. მოსწავლე მსჯელობს გენერატორის მოქმედების პრინციპებზეც. იგი აკავშირებს ელექტრომაგნიტური ინდუქციის მოვლენას ცხოვრებისეულ მაგალითებთან და ასახელებს მოწყობილობებს, რომლებიც ელექტრული ენერჯის მექანიკურ</p>	<p>დიდი მადლობა!</p> <p>თქვენ შესანიშნავად გაართვით თავი დავალებას. დამაჯერებლად აღწერეთ თქვენ მიერ შექმნილი მუდმივი დენის ელექტროძრავის მოქმედების მექანიზმები. გააზრებული გაქვთ ელექტრომაგნიტური ინდუქციის მოვლენა, რომელსაც ეფუძნება მექანიკური ენერჯის მიღება. კარგად მსჯელობთ ვიდეორგოლებსა და სხვა სასწავლო რესურსებში წარმოდგენილი ენერჯის ურთიერთგარდაქმნის პროცესთან დაკავშირებით. კარგი იქნება, თუ მოიპოვებთ ინფორმაციას, როგორ შეიძლება მუდმივი დენის გენერატორის მუშაობის ეფექტურობის გაზრდა.</p>

	ენერგიად და, პირიქით, მექანიკური ენერგიის ელექტრულ ენერგიად გარდაქმნის.	
<p>მიმართებითი დონე <u>ამყარებს კავშირს რამდენიმე ცოდნას შორის</u></p> <p>მოსწავლე მწყობრად და თანმიმდევრულად გადმოსცემს სამიზნე ცნებასთან დაკავშირებულ მკვიდრ წარმოდგენებს.</p> <p>ურთიერთდაკავშირებულად მსჯელობს სამიზნე ცნების არსობრივ მახასიათებლებზე. გამოკვეთს კომპლექსური დავალების შეფასების კრიტერიუმების საშუალებით განსაზღვრულ ნიუანსებს.</p> <p>მოსწავლეს შეუძლია გაიაზროს კავშირი რამდენიმე ასპექტს შორის და მსჯელობს მათ შესახებ, მოვლენის, როგორც ერთიანი პროცესის შემადგენელზე.</p> <p>მოსწავლეს ადარებს, აკავშირებს საკითხებს და მიზეზშედეგობრივი ფორმით აანალიზებს მათ.</p>	<p>მოსწავლეს გააზრებული აქვს კომპლექსური დავალების არსი. იგი დამაჯერებლად აკავშირებს სხვადასხვა ცოდნას ერთმანეთთან: საფუძვლიანად აღწერს, რა განაპირობებს დენიანი ჩარჩოს ამოძრავებას მაგნიტურ ველში და რატომ გააჩნია ამ მოვლენას პერიოდული ხასიათი. ასაბუთებს საკუთარი მოდელის შექმნისას რა პრობლემები შეექმნა და როგორ გადაჭრა ის. ელექტრომაგნიტური ინდუქციის მოვლენის რაოდენობრივი აღწერისას მოსწავლემ გამოკვეთა, რაზე დამოკიდებული დენიანი ჩარჩოს მოძრაობის სიჩქარის სიდიდე და ზოგადად, სიღრმისეულად აღწერა მექანიკური ენერგიის გამომუშავების პროცესისმიზეზშედეგობრივი კავშირები. ნამუშევრის წარდგენისას გამოჩნდა, რომ ელექტროძრავის და გენერატორის მოქმედების მექანიზმები მოსწავლეს კარგად აქვს გააზრებული, როგორც ერთიანი პროცესის სხვადასხვა მხარე, თუმცა ელექტრომაგნიტური ინდუქციის მოვლენის გამოყენების განსხვავებულ ასპექტებზე ისაუბრა ბუნდოვნად.</p>	<p>გმაღლობთ! თქვენ შესანიშნავად გაართვით თავი დავალებას. თქვენ მიერ ჩატარებული ვირტუალური სადემონსტრაციო ექსპერიმენტების კვლევისას ჩანს, რომ კარგად გაქვთ გააზრებული რა მოვლენა განაპირობებს დენიანი ჩარჩოს ბრუნვას მაგნიტურ ველში, ასევე გააზრებულად იყენებთ ლენცის წესს და ადგენთ ინდუქციური დენის მიმართულებას.</p> <p>დეტექტირებული ნაწილაკების მახასიათებლებისა და მათი ტრაექტორიების ფორმებს შორის მიზეზ - შედეგობრივ კავშირს. ელექტრომაგნიტური ინდუქციის მოვლენის გამოყენების განსხვავებულ შემთხვევებზე არ გაგიჭირდებათ მსჯელობა, თუ კიდევ ერთხელ ყურადღებით გაეცნობით კომპლექსურ დავალებაში წარმოდგენილ ნაბიჯი 2-ის რესურს 3 -ით მოწოდებულ ინფორმაციას.</p>
<p>მულტიტრუქტურული დონე <u>აქვს ბევრი იდეა, თუმცა ვერ აკავშირებს ერთმანეთთან.</u></p> <p>მოსწავლეს აქვს არაერთი მოსაზრება შესასწავლ საკითხთან მიმართებით, თუმცა, იმავე საკითხთან/მთავარ იდეასთან დაკავშირებით მის მიერ შექმნილ 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.</p>	<p>მოსწავლემ ზუსტად გაიგო დავალების არსი და დაუკავშირა მას პარაგრაფებში წარმოდგენილი მასალა. თუმცა, ის ყურადღებას არ ამახვილებს დავალების მთავარ იდეაზე: კერძოდ, საკუთარი მოდელის მაგალითზე ვერ მსჯელობს ინდუქციური დენის მიმართულებაზე და შესაბამისად, ვერ ასაბუთებს დენიანი ჩარჩოს მოძრაობის მიმართულებას. მოსწავლემ იცის ელექტრომაგნიტური ინდუქციის კანონი, მაგრამ საკუთარი მოდელის მუშაობის მექანიზმის ახსნა უჭირს. ვირტუალურ ლაბორატორიაში ასრულებს პროცედურებს, ხედავს მოვლენას, თუმცა ნასწავლი თეორიის გამოყენებით მისი ახსნა უჭირს. შესასწავლ საკითხთან დაკავშირებით შეუძლია წარმოადგინოს რამდენიმე ცოდნა, მაგრამ ვერ აკავშირებს მათ ერთმანეთთან. საბოლოოდ, მოსწავლემ ვერ ახსნა ფაქტები დავალების პირობით მოთხოვნილ კონტექსტში.</p>	<p>იცით ელექტრომაგნიტური ინდუქციის მოვლენის აღწერა, ეს ძალიან კარგია, მაგრამ კარგი იქნება თუ შეეცდებით, დაინახოთ კავშირი ამ მოვლენასა და თქვენ მიერ შექმნილი ძრავის მოქმედების მექანიზმს შორის. იმისთვის, რომ შეძლოთ უფრო სიღრმისეულად გაიაზროთ თქვენ მიერ აღწერილი მოვლენის მახასიათებელი ფიზიკური სიდიდეები, ამ საქმეში გარდა სახელმძღვანელოსი, დაგეხმარებათ პირველ ნაბიჯში რესურსი 3, 4 და 5.</p>

<p>უნისტრუქტურული დონე <u>აქვს ერთი იდეა</u></p> <p>მოსწავლეს აქვს მხოლოდ ერთი არასტრუქტურირებული ასოციაცია/წარმოდგენა განსახილველ საკითხთან დაკავშირებით, მისი მსჯელობა შესასწავლ საკითხთან დაკავშირებით შემოიფარგლება საკვანძო სიტყვებსა 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/ ალგორითმების შესრულება, პერიფრაზირება, ამოცნობა, დასახელება ან დათვლა.</p>	<p>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 მიმართებით: მაგ, იცის, მაგნიტურ ველში დენიანი ჩარჩო შეიძლება ამოძრავდეს, მაგრამ გამოყენებით რა მოვლენა უდევს საფუძვლად, ვერ ხსნის. იცის, რომ ელექტრული ენერგიის საშუალებით შეიძლება მექანიკური ენერგიის მიღება, მაგრამ რა პროცესი უდევს საფუძვლად ამ მოვლენას, ვერ ხსნის. მოსწავლემ ვერ შეასრულა დავალება, ვერ მიხვდა, რა არის ექსპერიმენტის მოდელირება და როგორ შეიძლება სიმულატორში ცდის ჩატარება. მოსწავლის აზრი არ შეესაბამება გაკვეთილის შინაარსს.</p>	<p>კარგია, რომ გაიგეთ, რა არის დავალების არსი. ენერგიების გარდაქმნის ცოდნაც ძალიან მნიშვნელოვანია, მაგრამ თუ სახელმძღვანელოს გარდა, გამოიყენებთ ნაბიჯი 1-ის და ნაბიჯი 2-ის რესურსებს, ვიდეო გაკვეთილებს, სიმულაციებს, გაცნობით ვიდეორგოლებს ელექტრომაგნიტური ინდუქციის მოვლენის შესახებ რომელიც მოწოდებულია დავალებაში, არ გაგიჭირდებათ კიდევ უფრო წინ წასვლა. შეეცადეთ ყურადღებით გაცნოთ ამ რესურსებს და ნაბიჯის შესაბამის კითხვებს ნაბიჯ-ნაბიჯ უპასუხოთ. კითხვები ისეა ფორმირებული, რომ მარტივიდან რთულისკენ აყალიბებს ცოდნის კონსტრუირებას. მიაქციეთ ყურადღება კითხვების სტრუქტურას და შეეცადეთ არ გამოტოვოთ არც ერთი კითხვა. გაცნაით ვიდეოგაკვეთილებს და ქართულ ენაზე დამუშავებულ ვიდეორგოლს - ნაბიჯი 1-ს რესურს 3-ს, ასევე გააანალიზოთ ვიდეორგოლსა და ვიდეოგაკვეთილებში აღწერილი მოვლენები.</p>
<p>პრესტრუქტურული დონე <u>არ აქვს იდეა</u></p> <p>მოსწავლეს საკითხთან დაკავშირებით არ აქვს რელევანტური ინფორმაცია.</p>	<p>მოსწავლემ არ შეასრულა დავალება, რადგან არ გააჩნია დეკლარატიული ცოდნა, იგი ვერ იაზრებს დავალების პირობას, ვერ იწყებს დავალებაზე მუშაობას, არ აქვს იდეა დავალებასთან მიმართებით, ვერ იგებს კვლევის მიზანს, ვერ ატარებს ექსპერიმენტს, ბუნდოვანია დავალების არსი, არ ფლობს თეორიულ ცოდნას, რომელიც საჭიროა მოცემული დავალების შესასრულებლად.</p>	<p>გაიხსენეთ, რა გსმენიათ დენიანი გამტარის მაგნიტური ველის შესახებ, მოიძიეთ ინფორმაცია ელექტრული და მაგნიტური ველების შესახებ. გამოიყენეთ სახელმძღვანელო და მოწოდებული რესურსი: ტელესკოლის ვიდეოგაკვეთილები, ვირტუალური ლაბორატორია, უპასუხეთ ნაბიჯების კითხვებს, შეეცადეთ არ გამოტოვოთ არც ერთი მათგანი და უპასუხეთ მათ მოწოდებულ რესურსებზე დაყრდნობით.</p>

შუალედური სასწავლო მიზანი N3

გრძელვადიანი მიზანი	შუალედური სასწავლო მიზანი N3	
<p>სამიზნე ცნება: ძალა (შედეგი 1.2.3,4) ფიზიკური პროცესი (შედეგი 1.2.3,4).</p> <p>ქვეცნება (ზოგადი/კერძო) –</p> <p>ნიუტონის კანონები - ძალის მოქმედების შედეგები - წონასწორობა, სიჩქარის ცვლილება, დეფორმაცია</p> <p>ურთიერთქმედების სახეები - გრავიტაციული ურთიერთქმედება ელექტრომაგნიტური ურთიერთქმედება,</p> <p>ფიზიკური პროცესის მახასიათებლები - ენერგიის შენახვა და გარდაქმნა, მექანიკური მოძრაობა - მექანიკური რხევები და ტალღები</p>	<p>საკვანძო შევითხვა - როგორ ახსნით პოსტერის საშუალებით, რა ძალები განაპირობებს მათემატიკური ქანქარის რხევით პროცესს და როგორ იყენებენ ამ მოვლენას გეოლოგები გრავიმეტრიული დაზვერვისას?</p> <p>კომპლექსური დავალების იდეა - გრავიმეტრია და მათემატიკური ქანქარა</p> <p>დედამიწის ზედაპირს არათანაბარი სიმკვრივე გააჩნია - ზოგ ადგილებში მიწის წიაღში განლაგებული ქანების სიმკვრივე განსხვავდება დედამიწის საშუალო სიმკვრივისგან.</p> <p>იქ, სადაც ქანების სიმკვრივე მეტია დედამიწის საშუალო სიმკვრივეზე, გ-ს მნიშვნელობა აღემატება მოცემული განედის შესაბამის მნიშვნელობას. გ-ს მნიშვნელობის კლება კი შეიძლება გამოწვეული იყოს წიაღში ნავთობის, ან ბუნებრივი აირის არსებობით. მეთოდს, რომლის საშუალებით სასარგებლო წიაღისეულის აღმოსაჩენად თავისუფალი ვარდნის აჩქარებას იყენებენ, გრავიმეტრიული დაზვერვა ეწოდება.</p>	 <p>The diagram illustrates the process of gravity measurement. At the top, a person in a blue uniform and white cap is kneeling on a field, operating a gravimeter. Below this, a cross-section of the Earth shows a subsurface density anomaly (a white oval). At the bottom, a graph plots 'Anomalia Bouguer (mGal)' on the y-axis (ranging from -0.08 to 0.04) against 'Distancia (m)' on the x-axis (ranging from 0 to 60). The graph shows two curves: 'Anomalia Bouguer Calculada' (calculated) and 'Anomalia Bouguer Observada' (observed), both showing a negative anomaly corresponding to the subsurface density anomaly.</p>
<p>თემა - რხევები და ტალღები</p> <p>საკითხები - რხევითი მოძრაობა, ზამბარიანი ქანქარა, მათემატიკური ქანქარა, ჰიუგენსის ფორმულა, თავისუფალი ვარდნის აჩქარება (IX კლასი) ქვესაკითხები - თავისუფალი და იძულებითი რხევები, ენერგიის გარდაქმნა რხევითი მოძრაობის დროს</p>	<p>თქვენი დავალებაა, შექმნათ პოსტერი და მისი საშუალებით წარმოადგინოთ, რა ძალები განაპირობებს მათემატიკური ქანქარის რხევას და როგორ იყენებენ რხევით მოძრაობას გრავიმეტრიული დაზვერვისას.</p>	
<p>სამიზნე ცნების მკვიდრი წარმოდგენები</p> <p>მოსწავლემ უნდა გააცნობიეროს, რომ:</p>	<p>შეფასების კრიტერიუმი - (ზოგადი)</p> <p>მოსწავლეს შეუძლია:</p>	<p>შეფასების კრიტერიუმი - (კონკრეტულ კომპლექსურ დავალებაზე მისადაგებული)</p>

		ნაშრომში ხაზგასმით წარმოაჩინეთ:
<p>ძალა</p> <p>3. სხეულებს შორის ურთიერთქმედება ხასიათდება ფიზიკური სიდიდით - ძალით. ბუნებაში ურთიერთქმედების ოთხი სახე გვხვდება;</p> <p>4. ძალის მოქმედება განსაზღვრავს სხეულის მოძრაობის ცვლილებას ან/და მის დეფორმაციას, შედეგი კი დამოკიდებულია ძალის მოდულზე, მიმართულებასა და მოდების წერტილზე;</p> <p>ფიზიკური პროცესი</p> <p>5. ფიზიკური პროცესი სისტემის/სხეულის მდგომარეობის დროში ცვლილებაა, რომელიც აღიწერება რაოდენობრივი და თვისობრივი მახასიათებლებით;</p> <p>6. ყველა ფიზიკურ მოვლენას/ პროცესს აქვს მიზეზი და მოჰყვება შედეგი, რომელთა დაკავშირებაც შესაძლებელია ბუნების კანონების გამოყენებით.</p>	<p>ძალა</p> <p>1. იმსჯელოს, რა სახის ურთიერთქმედებები ხვდება მას, განსახილველ მოვლენაში და როგორ აღიწერება ეს ურთიერთქმედებები;</p> <p>2. გააანალიზოს, რას იწვევს სხეულზე/სისტემაზე მოქმედი ძალები და რაზეა დამოკიდებული ძალის მოქმედებით გამოწვეული შედეგები;</p> <p>ფიზიკური პროცესი</p> <p>5. იმსჯელოს, რა თვისობრივი ცვლილებები მიმდინარეობს განსახილველ ფიზიკურ პროცესში და როგორ აღიწერება ეს ცვლილებები რაოდენობრივად;</p> <p>6. დააკავშიროს ერთმანეთთან განსახილველი მოვლენის/ პროცესის გამომწვევი მიზეზები და შედეგები, ახსნას ეს კავშირი ბუნების კანონების გამოყენებით;</p>	<p>კრიტერიუმი #1</p> <p>რომელი ძალები განაპირობებს მათემატიკური ქანქარის და ზამბარიანი სხეულის რხევითი მოძრაობის განმეორებადობას და როგორ აღიწერება ისინი? (ძალა.1.2)</p> <p>კრიტერიუმი #1</p> <p>როგორ იცვლება თავისუფალი ვარდნის აჩქარება დედამიწის ზედაპირის სხვადასხვა უბანზე და როგორ იყენებენ გრავიმეტრიაში რხევით პროცესებს? (ფიზიკ. პროც.1.2)</p>

კომპლექსური დავალების განხორციელების ეტაპები (აქტივობები, რესურსები, შეკითხვები)

ეტაპი I – კომპლექსური დავალების პირობის გაცნობა

რესურსები/განსახილველი ქეისები :

- რესურსი 1. დედამიწის გრავიტაციული ველის ანიმაცია: <https://grace.jpl.nasa.gov/resources/6/grace-global-gravity-animation/>
- რესურსი 2. დედამიწის გრავიტაციული ველის მოდელი სიმძიმის ძალის აჩქარების სკალასთან ერთად (მილიგალებში): <https://grace.jpl.nasa.gov/resources/28/static-gravity-field-anomalies-1/>

- **რესურსი 3.** სტატია - გრავიტაციის გამოყენება გრავიმეტრული სურათის შესაქმნელად: <https://everestgeophysics.com/methods/gravity/>

რჩევები პოსტერის შესაქმნელად:

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

კომპლექსური დავალების პირობის გაცნობა

სარეკომენდაციო აქტივობა: **რესურს 1, 2 - ზე** დაყრდნობით მასწავლებელი სთხოვს მოსწავლეებს დააკვირდნენ: დედამიწის გრავიტაციული ველის ანიმაციას, ასევე მის მოდელს, რომელსაც თან ახლავს მილიგალებში გაზომილი სიმძიმის ძალის აჩქარების სკალა. მასწავლებელი უხსნის მოსწავლეებს, რას ნიშნავს 1 გალი. მოსწავლეები აკავშირებენ ფერად სკალას დედამიწის მოდელის სხვადასხვა უბანთან. მასწავლებელი სთხოვს მოსწავლეებს, გაიხსენონ მე-9 კლასში ნასწავლი მასალა თავისუფალი ვარდნის შესახებ, გამოთქვან მოსაზრება წარმოდგენილი გრავიტაციული ანომალიების სავარაუდო მიზეზებზე. **რესურსის 3-ის** გამოყენებით, მოსწავლეები მასწავლებლის დახმარებით მსჯელობენ გრავიმეტრიული დაზვერვის მეთოდზე და ვარაუდობენ, რა ცოდნის შექმნა მოუწევთ, რხევითი მოძრაობის გრავიმეტრიასთან დასაკავშირებლად.

მასწავლებელი მოსწავლეებს აცნობს პოსტერის მაგალითებს (**რესურსი 4, 5 და 6**), რჩევებს პოსტერის შექმნის შესახებ. მოსწავლეები მსჯელობენ პოსტერზე ინფორმაციის სავარაუდო განლაგების შესახებ.

კომპლექსური დავალების პირობის გააზრებაზე ორიენტირებული შეკითხვები:

სამოტივაციო ვიდეოები (რესურსი 1)

- რას ნიშნავს გრავიტაციული ანომალია?
- როგორ ფიქრობთ, რას ნიშნავს 1 გალი?
- **რესურსი 3-ის** გამოყენებით, დააკვირდით სიმძიმის ძალის აჩქარების სკალას და დაახასიათეთ დედამიწის გრავიტაციული ველის მოდელი ფერების მიხედვით;
- ივარაუდეთ, რა განაპირობებს გრავიტაციული ანომალიის წარმოდგენილ სურათს?
- მაღალმთიან ზონებს რატომ შეესაბამება ძლიერი გრავიტაცია?

პოსტერი (რესურსი 4, 5 და 6)

- შეგიქმნიათ თუ არა პოსტერი?
- რა უნდა ვიცოდეთ პოსტერის შესაქმნელად?
- რა ნაბიჯების გადადგმა მოგიწევთ პოსტერის შესაქმნელად?
- როგორ ავსახავთ პოსტერში თქვენი ამოცანის ამოხსნის შესაბამის სქემატურ ნახაზებს?

კომპლექსური დავალება

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

ქვეცნება (ზოგადი) - ნიუტონის კანონები - ძალის მოქმედების შედეგები, ურთიერთქმედების სახეები, ფიზიკური პროცესის მახასიათებლები, მექანიკური მოძრაობა

ეტაპი II – კომპლექსურ დავალებაზე მუშაობა

ნაბიჯი 1 - შეფასების კრიტერიუმი 1

რომელი ძალები განაპირობებს მათემატიკური ქანქარის და ზამზარანი სხეულის რხევითი მოძრაობის განმეორებადობას და როგორ აღიწერება ისინი? (ძალა.1.2)

რესურსი/აქტივობა/დამხმარე კითხვები:

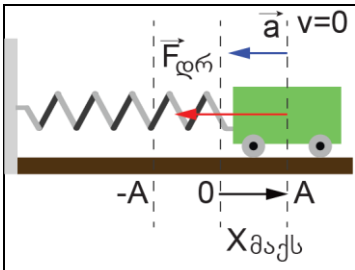
- **რესურსი 1.** სახელმძღვანელო, პარაგრაფები, სადაც წარმოდგენილია შემდეგი საკითხები: რხევითი მოძრაობა, თავისუფალი და იძულებითი რხევები, ზამზარანი ქანქარა, მათემატიკური ქანქარა, ენერჯის გარდაქმნა რხევითი მოძრაობის დროს, ენერჯის გარდაქმნა რხევითი მოძრაობის დროს.
- **რესურსი 2.** ტელესკოლა, ფიზიკის დრო - რხევები და ტალღები, მექანიკური რხევები, რეზონანსული მოვლენა
<https://www.youtube.com/watch?v=3EwuD0vASVg>
- **რესურსი 3:** ვიდეოგაკვეთილი, ნებულა, მათემატიკური ქანქარა, ზამზარა 1:
<https://www.youtube.com/watch?v=IEogipgLDjU>
- **რესურსი 4:** ვიდეოგაკვეთილი, ნებულა, მათემატიკური ქანქარა, ზამზარა 2:
<https://www.youtube.com/watch?v=ROKqsddtrcQ>
- **რესურსი 5.** ვირტუალური ლაბორატორია:
<https://www.geogebra.org/m/mRceWEDx>
- **რესურსი 6.** ვიდეოგზამკვლევი სიმულაციისთვის - *მასწავლებლებისთვის, სასწავლო რესურსი შექმნილია ზოგადი განათლების რეფორმის ფარგლებში:*

https://drive.google.com/file/d/1cumzmcDtawDrKinFOezvWWP3MELJWas8/view?usp=share_link

აქტივობა 1. აქტივობა სახელმძღვანელოდან: რხევითი მოძრაობის შესასწავლად მოსწავლეები აკვირდებიან ზამზარაზე მიმაგრებული სხეულის მოძრაობას: ზამზარის ერთი ბოლო უძრავად მიამაგრეთ კედელს, მეორე კი — ურიკას, რომელიც გლუვ ჰორიზონტალურ ზედაპირზეა მოთავსებული. თუ ურიკას წონასწორობის მდებარეობიდან ოდნავ მარჯვნივ გადავწევთ, ზამზარის სიგრძე x_{max} -ით მოიმატებს.

კვლევითი კითხვები:

- რა ძალით იმოქმედებს ზამზარა ურიკაზე?
- ჰუკის კანონის თანახმად, როგორ არის ეს ძალა დამოკიდებული დეფორმაციის სიდიდეზე?
- ურიკის განთავისუფლებისას როგორი იქნება მისი სიჩქარე და მიმართულება?
- როგორ იცვლება ამ პროცესში ურიკაზე მოქმედი დრეკადობის ძალა?
- როგორია ურიკაზე მოდებული დრეკადობის ძალა, სიჩქარე და აჩქარება ზამზარის წონასწორობის მომენტში?
- როგორ იცვლება ურიკაზე მოდებული დრეკადობის ძალა, სიჩქარე და აჩქარება ურიკის მარცხნივ მოძრაობისას?
- როდის შესრულდება პერიოდის ნახევარი? ერთი პერიოდი?

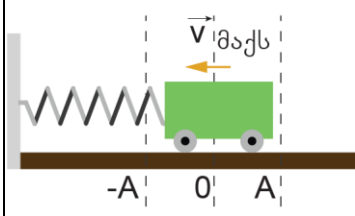
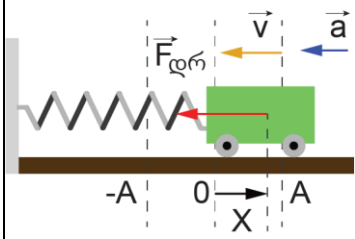


- რომელი ძალა განაპირობებს რხევითი მოძრაობის განმეორებადობას და საით არის მიმართული იგი ყოველთვის ამ პროცესში?
- რას ნიშნავს მერხვევი სისტემის შიდა ძალა?

რესურს 1, 2 და 3-ზე დაყრდნობით, მოსწავლეები გაიაზრებენ სიღრმისეულად რხევითი პროცესის რაოდენობრივი აღწერის მეთოდებს და პასუხობენ მასწავლებლის დახმარებით პასუხობენ კითხვებს.

დამატებითი კითხვები:

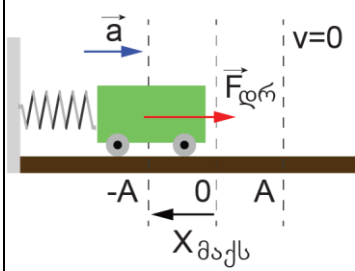
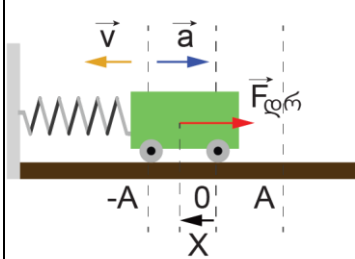
- როგორ გამოითვლიან ზამზარიანი ქანქარის რხევის პერიოდს?
- რა პარამეტრებით ხასიათდება ზამზარიანი ქანქარის რხევითი მოძრაობა?
- როგორ შეიცვლება ზამზარიანი ქანქარას რხევის პერიოდი სხეულის მასის გაზრდით? ზამზარის სიხისტის შემცირებით?
- როგორ განსაზღვრავდით სხეულის მასას კოსმოსურ ხომალდზე უწყონო მდგომარეობაში ყოფნისას?



აქტივობა 2. რესურსი 5, 6 -ზე დაყრდნობით მოსწავლეები ატარებენ ვირტუალურ ექსპერიმენტს და შეისწავლიან რხევითი მოძრაობისას ენერჯის გარდაქმნის პროცესს.

კვლევითი აქტივობები და კითხვები:

- დააფიქსირეთ ზამზარის სიგრძის, სიხისტის, ამპლიტუდის და მასის სიდიდეები.
- თეორიულად გამოთვალეთ კინეტიკური და პოტენციური ენერჯების მაქსიმალური მნიშვნელობები;
- ჩართეთ სიმულაცია და შეადარეთ თქვენ მიერ გამოთვლილ სიდიდეებს სიმულატორის მონაცემებს;
- დააკვირდით ენერჯების დიაგრამებს და დაახასიათეთ თითოეული მათგანი;
- ინახება თუ არა მექანიკური ენერჯია წარმოდგენილი სიმულატორის მიხედვით? რატომ?
- შეცვალეთ სიმულატორის მახასიათებლები, თავიდან დააკვირდით ენერჯის გარდაქმნის პროცესს.

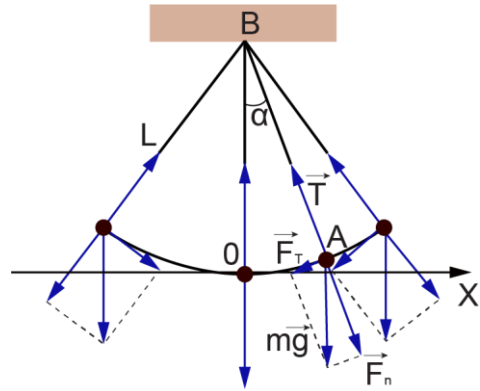


აქტივობა 3. აქტივობა სახელმძღვანელოდან - მათემატიკური ქანქარას რხევის შესწავლა. მათემატიკური ქანქარას რხევის მაგალითზე მოსწავლეები სიღრმისეულად გაიაზრებენ, რა ძალები განაპირობებს ბურთულას რხევას.

დამატებითი კითხვები:

- რა ძალები მოქმედებს ბურთულაზე?
- რა ძალებად დაიშლება სიმძიმის ძალა?

- რომელი ძალები ანიჭებს ბურთულას ცენტრისკენულ აჩქარებას?
- ცვლის თუ არა ისინი ბურთულას სიჩქარეს? რატომ?
- რომელი ძალა ცვლის ბურთულას სიჩქარეს?
- ბურთულას წონასწორობისკენ დაშვებისას რატომ იზრდება მისი სიჩქარე?
- რატომ გადაიხრება ბურთულა მარცხნივ წონასწორობის გავლისას?
- რატომ მცირდება ბურთულას სიჩქარე წონასწორობიდან მარცხნივ გადახრისას?
- რა მიმართულება აქვს სიმძიმის ძალის ტანგენციალურ მდგენელს რხევის პროცესში?
- რომელი ძალები განაპირობებს მათემატიკური ქანქარის რხევითი მოძრაობის განმეორებადობას?
- რა ეწოდება ამ ძალებს?
- როგორ გამოითვლება მათემატიკური ქანქარის რხევის პერიოდი?
- რას ნიშნავს მათემატიკური ქანქარის თავისუფალი და იძულებითი მოძრაობა?
- როგორ გამოითვლიან ზამბარიანი ქანქარის რხევის კოორდინატს?
- როგორ აღწერთ გრაფიკულად რხევითი მოძრაობის კოორდინატის დროზე დამოკიდებულებას?



აქტივობა 4. დეკლარატიული და პროცედურული ცოდნის განმტკიცების მიზნით, მოსწავლეები ხსნიან ამოცანებს სახელმძღვანელოდან
(საკითხები: რხევითი მოძრაობა, თავისუფალი და იძულებითი რხევები, ზამბარიანი ქანქარა, მათემატიკური ქანქარა, ენერჯიის გარდაქმნა რხევითი მოძრაობის დროს).

ნაბიჯი 2 - შეფასების კრიტერიუმი 2

როგორ იცვლება თავისუფალი ვარდნის აჩქარება დედამიწის ზედაპირის სხვადასხვა უბანზე და როგორ იყენებენ გრავიმეტრიაში რხევით პროცესებს? **(ფიზიკ.პროც.1,2)**

რესურსი/აქტივობა/დამხმარე კითხვები:

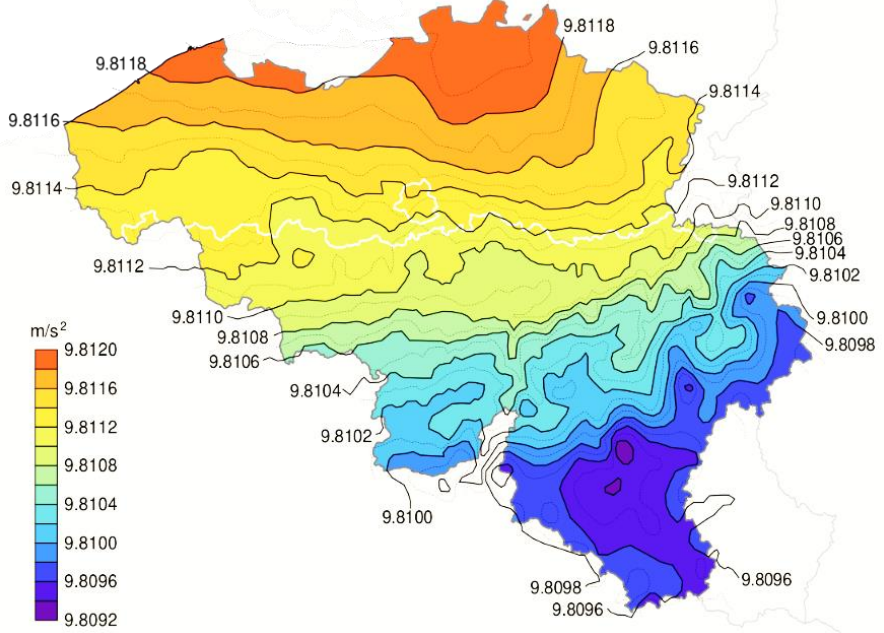
- **რესურსი 1.** ვირტუალური ლაბორატორია და მისი გზამკვლევები-რხევითი მოძრაობის ძალების მდგენელები და მათი ანალიზი:
https://javalab.org/en/pendulum_en/
 სასწავლო რესურსები შექმნილია ზოგადი განათლების რეფორმის ჯგუფის მიერ
- **რესურსი 2.** ვიდეოგზამკვლევი
https://drive.google.com/file/d/1MsWpXbAu6emlpoPnlmwe80yc9Dxl6_Lt/view?usp=sharing
- **რესურსი 3.** ტექსტური გზამკვლევი:
https://drive.google.com/file/d/12RfS99e830qvLTFTKknfd3m7Jd3vSnED/view?usp=share_link
- **რესურსი 4.** კვლევითი დიაგრამა და ტექსტური გზამკვლევი - გრავიმეტრიული გზით თავისუფალი ვარდნის აჩქარების განსაზღვრა:
https://drive.google.com/file/d/1L3NzegPgRfdIzROx_ILwlwI31B65wdjO/view?usp=share_link

აქტივობა 1. მათემატიკური ქანქარის რხევითი პროცესების შესწავლა ვირტუალური ლაბორატორიის გამოყენებით (რესურსი 1,2,3). რესურსს თან ახლავს სიმულატორის გამოყენების ვიდეო და ტექსტური გზამკვლევი კვლევითი კითხვებით. მოსწავლეები იკვლევენ, როგორ იცვლება რხევითი მოძრაობის მახასიათებლები და რა იწვევს ამ ცვლილებებს.

აქტივობა 2. მოსწავლეები მასწავლებლის დახმარებით გაეცნობიან ბელგიის თავისუფალი ვარდნის აჩქარების რუკას. მოიძიებენ ბელგიის ფიზიკურ რუკას. ამ რუკების შედარებით ანალიზის გათვალისწინებით, მოსწავლეები მსჯელობენ ბელგიის სხვადასხვა ზონებისთვის **g-ს** განსხვავებულ მაჩვენებელსა და მის სავარაუდო მიზეზებზე.

Valversnelling in België

Zwaartekrachtsveld aan oppervlak in m/s² of N/kg



დამხმარე კითხვები:

- რა ინტერვალში იცვლება თავისუფალი ვარდნის აჩქარება ბელგიაში?
- რა პროცესებს შეიძლება უკავშირდებოდეს ერთფერი ზონების ჰორიზონტალური ფორმა?

აქტივობა 3. კვლევითი ექსპერიმენტი - **g-ს განსაზღვრა** თბილისისთვის გრავიმეტრიული მეთოდით (რესურსი 4). მოსწავლეები გაიხსენებენ ჰიუგენსის ფორმულას მათემატიკური ქანქარას რხევის პერიოდისთვის და გრავიმეტრიული მეთოდით დაადგენენ **g-ს** ძაფის სხვადასხვა სიგრძისთვის. ექსპერიმენტს მოსწავლეები ატარებენ კვლევითი დიაგრამის ეტაპების გათვალისწინებით. სავარაუდო გრავიტაციული ანომალიის შემთხვევაში მოსწავლეები მასწავლებლის დახმარებით მსჯელობენ მის მიზეზებზე, გრუნტში სავარაუდო წიაღისეულის არსებობისას - მათი სახეობის დადგენის გზებზე.

აქტივობა 4. I ეტაპის რესურს 4,5,6 -ის გამოყენებით მოსწავლე ქმნის პოსტერს და შესწავლილი საკითხი გადააქვს მასზე.

კომპლექსური დავალების შესრულების და პრეზენტაციის პროცესში მასწავლებლის მიერ დასმული შეკითხვები კონკრეტულ მოსწავლესთან ინდივიდუალური მუშაობისთვის:

აღწერე, როგორ მიმდინარეობს/წარიმართა დავალებაზე მუშაობის პროცესი;

- როგორ გეგმა/დაგეგმე კომპლექსურ დავალებაზე მუშაობის პროცესი? რას ითვალისწინებდი სამუშაო პროცესის დაგეგმვისას?
- დაგეხმარა თუ არა პირველადი გეგმა მუშაობის პროცესში?
- რა დეტალებზე აკეთებდი აქცენტს პოსტერის დამზადებისას?
- 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 სხვადასხვა კონსტრუქციის ძრავების ეფექტურობის გამოკვლევაში?

ახსენი, რატომ შექმენი პოსტერი? რა საკითხზე გამოხატე შენი ცოდნა კომპლექსური დავალების საშუალებით?

- რატომ შეასრულეთ 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 დასკვნამდე მიხვედი კომპლექსურ დავალებაზე მუშაობის პროცესში? რითი დასტურდება შენ მიერ გაკეთებული დასკვნების მართებულობა/თანმიმდევრულობა?
- რა ხერხები გამოიყენე სასწავლო მასალის უკეთ გასაზრებლად? / 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 ბუნდოვან 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 პრობლემასა 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?

წარმოგიდგენთ კომპლექსური დავალების - **გრაფიკურია და მათემატიკური ქანქარა**, ეროვნული სასწავლო გეგმის შედეგების მიღწევის დონეთა სოლო ტაქსონომიას, რომელსაც სარეკომენდაციო ხასიათი გააჩნია.

მიღწევის დონე კრიტერიუმი	აღწერილობა რა გააკეთა მოსწავლემ (მაგალითი) და რა დასკვნა გააკეთე ამის საფუძველზე	კომენტარი რა რჩევა მიეცე მოსწავლეს (განმავითარებელი შეფასების მაგალითი)
<p>აბსტრაქტული დონე</p> <p><u>შეუძლია იდეების ინტეგრირება და ცოდნის სინთეზი.</u></p> <p>მოსწავლე კომპლექსური დავალების საშუალებით გამოკვეთილ მაგალითებზე დაყრდნობით ურთიერთ დაკავშირებულად მსჯელობს საგნის ფარგლებში წარმოდგენილ სამიზნე ცნებებზე. უკავშირებს</p>	<p>დავალების არსი და მიზანი გაიგო მოსწავლემ: შექმნა პოსტერი, სადაც წარმოადგინა რხევითი მოძრაობის გამომწვევი მიზეზები, ასევე დაასაბუთა როგორ იყენებენ გეოლოგები რხევით მოძრაობას გრაფიკურიაში.</p> <p>მოსწავლის ნამუშევრის წარდგენისას ჩანს, რომ მას კარგად აქვს გააზრებული მექანიკური რხევის პროცესი, იგი დამაჯერებლად საუბრობს მათემატიკურ ქანქარას და</p>	<p>დიდი მადლობა!</p> <p>თქვენ შესანიშნავად გაართვით თავი დავალებას. დამაჯერებლად წარმოაჩინეთ თქვენი ცოდნა რხევითი მოძრაობის შესახებ და ამ ცოდნაზე დაფუძნებით იმსჯელებთ გრაფიკურიაში რხევითი მოძრაობის გამოყენების შესახებ. თქვენ მიერ შექმნილ პოსტერში სიღრმისეულად აღწერეთ ის ურთიერთქმედებები, რაც</p>

<p>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.</p>	<p>ზამზარაინი ქანქარას მოძრაობის განმეორებადობის მიზეზებზე. სრულყოფილად შეასრულა კვლევითი სამუშაო თბილისისთვის გ-ს გასაზღვრის შესახებ და გააზრებულად განალიზა ბელგიის რუკა, რომელიც გ-ს მიხედვით არის შედგენილი. მოსწავლე დამაჯერებლად მსჯელობს კომპლექსური დავალებაში აღწერილი მოვლენის მიზეზშედეგობრივ კავშირებზე და განზოგადებს საკუთარ ცოდნას ცხოვრებისეული მაგალითების აღწერისას. გამოთქვამს მოსაზრებას თბილისის სხვადასხვა უბნის კვლევის საფუძველზე შექმნას ბელგიის რუკის მსგავსი რუკა გ-ს მიხედვით.</p>	<p>განაპირობებს რხევითი მოძრაობის პროცესს. ასევე საინტერესოა თქვენი მოსაზრება თბილისისთვის გ-ს რუკის შექმნის შესახებ. კარგი იქნება, თუ იფიქრებთ ამ საკითხის ბოლომდე მიყვანაზე და შემდგომ, სურათის გამოკვეთის შემდეგ ვიმსჯელებთ გ-ს მნიშვნელობების შესახებ.</p>
<p>მიმართებითი დონე <u>ამყარებს კავშირს რამდენიმე ცოდნას შორის</u></p> <p>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 შესახებ, როგორც ერთიანი პროცესის შემადგენელზე. მოსწავლეს ადარებს, აკავშირებს საკითხებს და მიზეზშედეგობრივი ფორმით აანალიზებს მათ.</p>	<p>მოსწავლეს გააზრებული აქვს კომპლექსური დავალების არსი. იგი დამაჯერებლად აკავშირებს სხვადასხვა ცოდნას ერთმანეთთან: საფუძვლიანად აღწერს რა განაპირობებს მათემატიკურ ქანქარას და ზამზარაინი ქანქარის რხევას. აკავშირებს ერთმანეთთან როგორც რხევითი მოძრაობის მახასიათებელ პარამეტრებს, ასევე ამ მოძრაობის გამომწვევ მიზეზებს და შედეგებს. სიღრმისეულად აქვს გააზრებული რხევის პერიოდის ფორმული გამოყენებით როგორ ხდება გ-ს განსაზღვრა დედამიწის ზედაპირის სხვადასხვა უბანში, თუმცა ბუნდოვნად საუბრობს, როგორ შეიძლება საკუთარი ცოდნის განზოგადება, მაგალითად, რატომ შეიძლება დედამიწის ზედაპირის მიმდებარე უბნებს განსხვავებული გ ჰქონდეს.</p>	<p>გმადლობთ! თქვენ შესანიშნავად გაართვით თავი დავალებას. თქვენ მიერ ჩატარებული კვლევისას ჩანს, რომ კარგად გაქვთ გააზრებული როგორ ხდება გ-ს განსაზღვრა მათემატიკური ქანქარას საშუალებით. დავალების წარდგენისას გააზრებულად აღწერეთ რხევითი მოძრაობის მიზეზშედეგობრივი კავშირები. დედამიწის ზედაპირის მიმდებარე უბნების განსხვავებული გ არსებობის მიზეზებზე არ გაგიჭირდებათ მსჯელობა, თუ კიდევ ერთხელ ყურადღებით გაეცნობით კომპლექსურ დავალებაში წარმოდგენილ ნაბიჯი 1-ის რესურს 3-ით მოწოდებულ ინფორმაციას.</p>
<p>მულტიტრუქტურული დონე <u>აქვს ბევრი იდეა. თუმცა ვერ აკავშირებს ერთმანეთთან.</u></p> <p>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.</p>	<p>მოსწავლემ ზუსტად გაიგო დავალების არსი და დაუკავშირა მას პარაგრაფებში წარმოდგენილი მასალა. თუმცა, ის ყურადღებას არ ამახვილებს დავალების მთავარ იდეაზე. მოსწავლემ იცის, რომ რხევითი მოძრაობა პერიოდულია და განმეორებადობა ახასიათებს, იცის რომელი პარამეტრები მეორდება პერიოდულად, თუმცა ვერ საუბრობს ამ მოძრაობის გამომწვევ მიზეზებზე. შეუძლია ჩამოთვალოს რხევითი მოძრაობის მახასიათებელი სიდიდეები, თუმცა უჭირს მათ შორის</p>	<p>კარგია, რომ იცით რხევითი მოძრაობის მოვლენის აღწერა, ახასიათებთ ამ მოძრაობას სხვადასხვა მახასიათებლით, მაგრამ კარგი იქნება თუ შეეცდებით დაინახოთ კავშირი აღნიშნულ პარამეტრებს შორის. იმისთვის, რომ შეძლოთ უფრო სიღრმისეულად გაიაზროთ თქვენ მიერ აღწერილი მოვლენის მახასიათებელ ფიზიკურ სიდიდეებს და მოძრაობის გამომწვევ ძალებს შორის კავშირი, ყურადღებით გაეცანით</p>

<p>ასევე შეუძლია ჩამოთვლა, აღწერა, კლასიფიცირება, კომბინირება, მეთოდების, სტრუქტურის გამოყენება, ასევე შეუძლია ექსპერიმენტის მსვლელობისას პროცედურების შესრულება.</p>	<p>კავშირის დამყარება. ვირტუალურ ლაბორატორიაში ასრულებს პროცედურებს, ხედავს მოვლენას, თუმცა ნასწავლი თეორიის გამოყენებით მისი ახსნა უჭირს. შესასწავლ საკითხთაგან დაკავშირებით შეუძლია წარმოადგინოს რამდენიმე ცოდნა, მაგრამ ვერ აკავშირებს მათ ერთმანეთთან. საბოლოოდ, მოსწავლემ ვერ ახსნა ფაქტები დავალების პირობით მოთხოვნილ კონტექსტში.</p>	<p>პირველ ნაბიჯის პირველ აქტივობას, ასევე გაეცანით ნაბიჯი მეორის რესურს 1,2 და 3 - ს.</p>
<p>უნიტრუქტურული დონე <u>აქვს ერთი იდეა</u></p> <p>მოსწავლეს აქვს მხოლოდ ერთი არასტრუქტურირებული ასოციაცია/წარმოდგენა განსახილველ საკითხთან დაკავშირებით, მისი მსჯელობა შესასწავლ საკითხთან დაკავშირებით შემოიფარგლება საკვანძო სიტყვებსა 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/ალგორითმების შესრულება, პერიფრაზირება, ამოცნობა, დასახელება ან დათვლა.</p>	<p>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 მიმართებით: მაგ, იცის, რომ მათემატიკური ქანქარა ირხევა და მასზე მოქმედებს დედამიწის მიზიდულობის ძალა, მაგრამ ვერ აღწერს მათემატიკურ ქანქარაზე მოქმედ სხვა ძალებს და ვერ ასახელებს რხევითი მოძრაობის დამახასიათებელ პარამეტრებს. მოსწავლემ ვერ შეასრულა დავალება, ვერ მიხვდა, რა არის ექსპერიმენტის მოდელირება და როგორ შეიძლება სიმულატორში ცდის ჩატარება. მოსწავლის აზრი არ შეესაბამება გაკვეთილის შინაარსს.</p>	<p>კარგია, რომ გაიგეთ, რა არის დავალების არსი, მათემატიკური ქანქარას რხევითი მოძრაობის გამომწვევი ერთ-ერთი ძალა დედამიწის მიზიდულობის ძალა რომ არის, ესეც ძალიან კარგია, მაგრამ თუ სახელმძღვანელოს გარდა, გამოიყენებთ ნაბიჯი 1-ის და ნაბიჯი 2-ის რესურსებს, ვიდეო გაკვეთილებს, სიმულაციებს, გაეცნობით ვიდეორგოლებს, არ გაგვიჩიოდებათ კიდეც 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 შეეცადეთ არ გამოტოვოთ არც ერთი კითხვა.</p>
<p>პრესტრუქტურული დონე <u>არ აქვს იდეა</u></p> <p>მოსწავლეს საკითხთან დაკავშირებით არ აქვს რელევანტური ინფორმაცია.</p>	<p>მოსწავლემ არ შეასრულა დავალება, რადგან არ გააჩნია დეკლარატიული ცოდნა, იგი ვერ იაზრებს დავალების პირობას, ვერ იწყებს დავალებაზე მუშაობას, არ აქვს იდეა დავალებასთან მიმართებით, ვერ იგებს კვლევის მიზანს, ვერ ატარებს ექსპერიმენტს, ბუნდოვანია დავალების არსი, არ ფლობს თეორიულ ცოდნას, რომელიც საჭიროა მოცემული დავალების შესასრულებლად.</p>	<p>გაიხსენეთ, რა დედამიწის მიზიდულობის შესახებ, მოიძიეთ ინფორმაცია რხევითი მოძრაობის შესახებ. გამოიყენეთ სახელმძღვანელო და მოწოდებული რესურსი: ტელესკოლის, ნებულას ვიდეოგაკვეთილები, ვირტუალური ლაბორატორია, უპასუხეთ ნაბიჯების კითხვებს, შეეცადეთ არ გამოტოვოთ არც ერთი მათგანი და უპასუხეთ მათ მოწოდებულ რესურსებზე დაყრდნობით.</p>

შუალედური სასწავლო მიზანი N4

გრძელვადიანი მიზანი	შუალედური სასწავლო მიზანი N4	
<p>სამიზნე ცნება: მატერია (შედეგი 1,2,3,4)</p> <p>ქვეცნება (ზოგადი/კერძო) –</p> <p>ნივთიერება - ნივთიერების სტრუქტურა და თვისებები, ნივთიერების აგრეგატული მდგომარეობა</p>	<p>საკვანძო შეკითხვა: როგორ წარმოვაჩინოთ მოკლე რეფერატის საშუალებით ბგერის წარმოქმნის, გარემოში მისი გავრცელების მექანიზმი და გამოყენების თავისებურებები?</p> <p>კომპლექსური დავალება - ბგერითი ტალღა</p> <p>ბგერა ადამიანისა და ცხოველისთვის ერთ - ერთ უმნიშვნელოვანეს საკომუნიკაციო საშუალებას წარმოადგენს. ულტრაბგერა ბგერითი ტალღის ერთ-ერთი სახეა, რომელსაც თანამედროვე ტექნოლოგიებზე დაფუძნებით ადამიანი დღეს ფართოდ იყენებს სხვადასხვა მიზნით: მედიცინაში, წარმოებაში, სამეცნიერო, სამხედრო საქმიანობაში და ა.შ.</p> <p>თქვენი დავალებაა, შექმნათ მოკლე რეფერატი, სადაც ასახავთ ბგერის წარმოქმნისა და გავრცელების მექანიზმს. აღწერთ მექანიკურ ტალღურ მოვლენებს და იმსჯელებთ ყოფა-ცხოვრებაში ბგერითი ტალღების გამოყენების შესახებ.</p>	
<p>თემა - რხევები და ტალღები</p> <p>საკითხები - მექანიკური ტალღები, ბგერა</p> <p>ქვესაკითხები - გრძივი და განივი ტალღები, ტალღის სიჩქარე, ულტრაბგერა, ინფრაბგერა, ექო, აკუსტიკური რეზონანსი, დოპლერის ეფექტი</p>		
<p>სამიზნე ცნების მკვიდრი წარმოდგენები მოსწავლემ უნდა გააცნობიეროს რომ:</p>	<p>შეფასების კრიტერიუმი - (ზოგადი) დავალების პრეზენტაციისას ხაზგასმით წარმოაჩინე:</p>	<p>შეფასების კრიტერიუმი - ნაშრომში ხაზგასმით წარმოაჩინეთ:</p>
<ul style="list-style-type: none"> • ყველაფერი რაც ჩვენ გარშემო არსებობს მატერიაა. იგი ორი სახისაა: ნივთიერება და ველი. ყველა ნივთიერება შედგება ნაწილაკებისაგან - მოლეკულებისა და ატომებისგან; • ნივთიერების ფიზიკური თვისებები დამოკიდებულია მის შემადგენელ ნაწილაკებსა და სტრუქტურაზე, ხოლო ველის ფიზიკური თვისებები - ველის შემქნელი ობიექტების მოძრაობასა და განლაგებაზე; • მატერიის ფიზიკური თვისებები შეიძლება შეიცვალოს შიდა/გარე ფაქტორებით. ეს თვისებები და მათი ცვლილება ხასიათდება ფიზიკური სიდიდეებით, 	<ul style="list-style-type: none"> • გააცნობიეროს, მატერიის რომელი სახეები ხვდება მას განსახილველ საკითხში, რისგან შედგება ნივთიერება, რომელიც მის მიერ განსახილველ საკითხში მონაწილეობს; • გააანალიზოს, რა დამოკიდებულებაა განსახილველ საკითხში წარმოდგენილი ნივთიერების თვისებებსა და მის სტრუქტურას შორის, რა დამოკიდებულებაა განსახილველ საკითხში არსებული ველის თვისებებსა და ველის შემქნელი ობიექტების განლაგებას/მოძრაობას შორის; • იმსჯელოს, რომელი გარე/შიდა ფაქტორები განაპირობებს მატერიის 	<p>კრიტერიუმი #1</p> <p>საზოგადოდ, როგორ გარემოში ვრცელდება ბგერა და გარემოს რომელი მახასიათებლები განსაზღვრავს იმ ტალღის ტიპს, რომელიც მოცემულ გარემოში ვრცელდება (მატერია 1,2);</p> <p>კრიტერიუმი #2</p> <p>როგორ არის დამოკიდებული ბგერის გავრცელების სიჩქარე გარემოს მახასიათებლებზე (სიმკვრივე და ტემპერატურა) და</p>

რომლებიც იზომება ცდის მეშვეობით.	ფიზიკური თვისებების ცვლილებებს და რომელი ფიზიკური სიდიდეებით ხასიათდება მატერიის ეს თვისებები და მათი ცვლილება.	აგრეგატულ მდგომარეობაზე (მატერია 3)
----------------------------------	---	-------------------------------------

კომპლექსური დავალების განხორციელების ეტაპები (აქტივობები, რესურსები, შეკითხვები)
ეტაპი I – კომპლექსური დავალების პირობის გაცნობა

- **რესურსი 1.** მელოდიები მიღებით:
<https://www.youtube.com/watch?v=cG0jprCO6Ak&t=86s>
- **რესურსი 2.** ბგერით ბოკალის მსხვრევა:
<https://www.youtube.com/watch?v=17tqXgyCN0E>
- **რესურსი 3.** მოკლე რეფერატის ნიმუში:
https://drive.google.com/file/d/1WDrnAxTlpic91E3iO0CUoy1U-Uli_mEp/view?usp=share_link

სარეკომენდაციო აქტივობა კომპლექსური დავალების პირობის გასაცნობად:

მასწავლებელი მოსწავლეებს ესაუბრება ბგერითი ტალღებზე, მათ როლზე ყოფა-ცხოვრებაში. იგი აცნობს მოსწავლეებს კომპლექსური დავალების პირობას, სთხოვს მათ გაიხსენონ, ბგერებისა და ტალღების შესახებ ცოდნა საკუთარი გამოცდილებიდან, **რესურს 1-ზე** დაყრდნობით, გაიაზრონ, რა განსაზღვრავს განსხვავებულ მუსიკალურ ბგერას, **რესურს 2-ზე** დაფუძნებით, მოიფიქრონ, რა განაპირობებს ბოკალის მსხვრევას.

რესურს 3 - ის გამოყენებით მოსწავლეები გაეცნობიან მოკლე რეფერატის ნიმუშს და და მსჯელობენ რეფერატში ინფორმაციის განთავსების შესახებ.

მოსწავლეები პასუხობენ კითხვებს:

ბგერა:

- არის თუ არა ბგერა ჩვენი კომუნიკაციის ერთადერთი საშუალება?
- წარმოადგენს თუ არა ბგერა კომუნიკაციის საშუალებას ცხოველთა სამყაროში?
- შეგიძინებიათ თუ არა, რომ ჯერ ხედავთ ელვას, შემდეგ გესმით ჭეჭა - ქუხილი. რატომ ხდება ასე?
- როგორ განასხვავებთ ბგერებს ერთმანეთისგან?
- მოიფიქრეთ, რა განაპირობებს განსხვავებულ ბგერას, მუსიკალური ინსტრუმენტებისთვის? (გიტარისთვის, ფორტეპიანოსთვის).
- რა არის რეზონანსი და რატომ იმსხვრევა ბოკალი ბგერით?

მოკლე რეფერატი

- შეგიქმნიათ თუ არა მოკლე რეფერატი?
- რა უნდა ვიცოდეთ რეფერატის შესაქმნელად?
- რა ნაბიჯების გადადგმა მოგიწევთ რეფერატის შექმნისას?
- როგორ ასახავთ მოკლე რეფერატში თქვენ მიერ მოძიებულ ინფორმაციას?
- როგორ შეამოწმებთ ინფორმაციის სანდოობას?

კომპლექსური დავალება:

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

ეტაპი II – კომპლექსურ დავალებაზე მუშაობა ქვეცნება (ზოგადი) – ნივთიერება, ველი

ნაბიჯი 1 - შეფასების კრიტერიუმი 1

საზოგადოდ, როგორ გარემოში ვრცელდება ბგერა და გარემოს რომელი მახასიათებლები განსაზღვრავს იმ ტალღის ტიპს, რომელიც მოცემულ გარემოში ვრცელდება (მატერია 1,2);

- **რესურსი 1.** სახელმძღვანელო, პარაგრაფები, სადაც წარმოდგენილია შემდეგი საკითხები: ტალღების გავრცელება დრეკად გარემოში, პერიოდული ტალღები, ბგერითი ტალღები;
- **რესურსი 2.** ტელესკოლა. ფიზიკის დრო - რხევები და ტალღები. მექანიკური რხევები. რეზონანსული მოვლენა:

<https://1tv.ge/video/fizikis-dro-gakvetili-42-rkhevebi-da-talghebi-meqanikuri-rkhevebi-rezonansuli-movlena/>

- **რესურსი 3.** ტელესკოლა, ფიზიკის დრო - მექანიკური ტალღები: თვისებები და პარამეტრები:

<https://1tv.ge/video/fizikis-dro-meqanikuri-talghebi-tvisebebi-da-parametrebi-teleskola/>

- **რესურსი 4 .** ტელესკოლა, ფიზიკის დრო - განივი და გრძივი ტალღა. ზამბარით დაკავშირებული ორი ქანქარა:

<https://1tv.ge/video/fizikis-dro-gakvetili-43-ganivi-da-grdzivi-talgha-zambarit-dakavshirebuli-ori-qanqara/>

- **რესურსი 5.** მარტივი ექსპერიმენტები:

განივი ტალღა -

<https://www.youtube.com/watch?v=g8GcMn7K0u4>

გრძივი ტალღა -

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

- **რესურსი 6.** ვირტუალური ლაბორატორია - სადემონსტრაციო ექსპერიმენტი გრძივი და განივი ტალღების შესახებ:

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

- **რესურსი 7.** ვირტუალური ლაბორატორია - მექანიკური ტალღის კვლევა:

https://phet.colorado.edu/sims/html/wave-on-a-string/latest/wave-on-a-string_en.html

- **რესურსი 8.** ვირტუალური ლაბორატორიის გამოყენების ინსტრუქცია (ინგლისურენოვანი ვიდეორგოლი):

<https://www.youtube.com/watch?v=Ondz7E5xjSA>

- **რესურსი 9.** ტელესკოლა, მექანიკური ტალღები: ბგერა, მისი თვისებები და პარამეტრები:

<https://1tv.ge/video/fizikis-dro-meqanikuri-talghebi-bgera-misi-tvisebebi-da-parametrebi-teleskola/>

- **რესურსი 10.** ტელესკოლა, ფიზიკის დრო - ბგერა, ბგერითი ტალღები, ბგერის ხმამაღლობა, ტონის სიმაღლე:

<https://1tv.ge/video/fizikis-dro-bgera-bgeriti-talghebi-bgeris-khmamaghloba-tonis-simaghle-5-ivnisi-2020-teleskola/>

რესურსი 11. ვიდეორგოლი ქართულ ენაზე - აკუსტიკა - ბგერის საიდუმლო, Dach'i Science Channel:

<https://www.youtube.com/watch?v=13f8ZpmO1X4>

- **რესურსი 12.** ვირტუალური ლაბორატორია - კამერტონი და ბგერითი ტალღა:

https://javalab.org/en/tuning_fork_and_sound_wave_en/

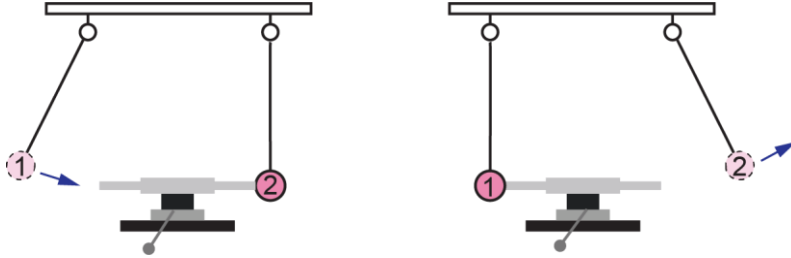
- **რესურსი 13.** ვიდეორგოლი - ბგერითი ტალღები (მოსასმენი რესურსი):

<https://www.youtube.com/watch?v=mMD8ZRCVp6c>

- **რესურსი 14.** ვირტუალური ლაბორატორია - ბგერის ხმამაღლობაზე და ტონის სიმაღლეზე დაკვირვება (მოსასმენი რესურსი):
https://javalab.org/en/sound_wave_en/

აქტივობა 1 . მასწავლებელი მოსწავლეებს **რესურს 1,2- ზე** დაყრდნობით ახსენებს მექანიკურ რხევას და უხსნის მექანიკური ტალღის აღმზრის მექანიზმს.

აქტივობა სახელმძღვანელოდან - ცდა:



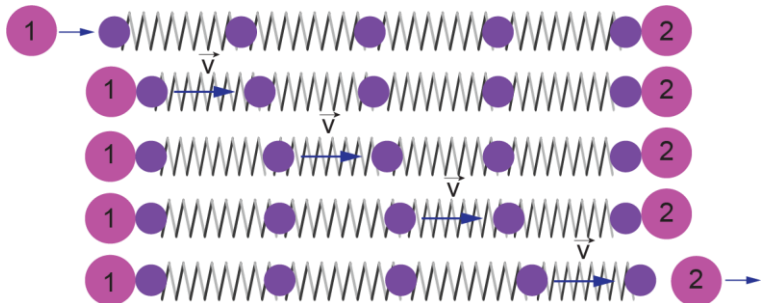
ორი ერთნაირი ქანქარა ისე დაკიდეთ, რომ ბურთულები დამაგრებული ლითონის ღეროს ბოლოებზე იყოს მიბჯენილი. გადახარეთ ქანქარა 1 და ხელი გავუშვით. ის ამოძრავდება

წონასწორობის მდებარეობისაკენ, დაეჯახება ლითონის ღეროს, რის შემდეგაც ქანქარა 2 მისგან გახტება და გარკვეული კუთხით გადაიხრება.

ამ მოვლენის უკეთ გასააზრებლად გამოიყენეთ ღეროს აგებულების ერთგანზომილებიანი მექანიკური მოდელი, რომელიც ზამბარებით ერთმანეთთან გადაბმული ბურთულების ერთობლიობაა. წარმოიდგინეთ, რომ ღეროს ატომები ბურთულებს წარმოადგენს, ატომებს შორის ურთიერთქმედება კი - ზამბარებს.

დამატებითი კითხვები:

- როგორ იმოქმედებს ზამბარაზე 1 ქანქარა კიდურა მარცხენა ბურთულაზე (ატომზე) დაეჯახებისას?
- როგორ შეიცვლება ამ ბურთულის მეზობელ ბურთულასთან დამაკავშირებელი ზამბარის ფორმა?
- როგორ შეიცვლება შეასბამისი ატომების პოტენციალური ენერგია?
- აღწერეთ მეორე ბურთულამდე (ატომამდე) ურთიერთქმედების გადაცემის პროცესი;
- აღწერილ ფიზიკურ პროცესს თან ახლავს თუ არა ენერგიის გადატანა? ნივთიერების გადატანა?
- რას ეწოდება ტალღური პროცესი?
- რას ეწოდება დრეკადი გარემო?
- რას ეწოდება მექანიკური ტალღა?



აქტივობა 2 . რესურს 3, 4 და 5 -ზე დაყრდნობით მასწავლებელი აცნობს მოსწავლეებს მექანიკური ტალღის ტიპებს, უხსნის მათ, რომ განიც ტალღაში ადგილი აქვს ძვრის დეფორმაციას, ნივთიერების ცალკეული ფენები ერთმანეთის მიმართ მხოლოდ წაინაცვლებს. მოსწავლეები გაიხსენებენ ნივთიერების აგრეგატულ მდგომარეობებს აღნაგობის მიხედვით, დეფორმაციის სახეებს და დაასკვნიან: რადგან აირებსა და სითხეებში ძვრის დეფორმაცია დრეკადობის ძალების გაჩენას არ იწვევს, ამიტომ მათში განივი ტალღები ვერ ვრცელდება. განივი ტალღა მხოლოდ მყარ დრეკად გარემოში ვრცელდება.

დამატებითი კითხვები:

- როგორ დეფორმაციას უკავშირდება მექანიკური ტალღის წარმოშობა?
- რა სახის დრეკადი დეფორმაცია არსებობს?
- რა როლს ასრულებს დეფორმაციის დროს აღძრული დრეკადობის ძალა ტალღის წარმოქმნაში?
- რა ტიპის მექანიკური ტალღა არსებობს?
- რატომ ვრცელდება განივი ტალღა მხოლოდ მყარ დრეკად გარემოში?
- რას ნიშნავს გრძივი ტალღა?
- როგორ დეფორმაციებს უკავშირდება გრძივი ტალღის წარმოქმნა?
- როგორ გარემოში ვრცელდება გრძივი ტალღა?

აქტივობა 3 . რესურს 5-ზე დაყრდნობით მოსწავლეები მასწავლებლის დახმარებით ატარებენ გრძივი და განივი ტალღების სადემონსტრაციო მარტივ ექსპერიმენტებს.

აქტივობა 4. გრძივი და განივი ტალღის გავრცელებისას, გარემოს ნაწილაკების მოძრაობის ვიზუალიზაციის მიზნით, მოსწავლეები მუშაობენ ვირტუალურ ლაბორატორიაში (**რესურსი 6**) და ატარებენ სადემონსტრაციო ცდებს;

აქტივობა 5. მოსწავლეები ატარებენ კვლევით სამუშაოს ვირტუალურ ლაბორატორიაში (**რესურსი 7**) მის გამოყენების ინსტრუქციაზე (**რესურსი 8**) დაფუძნებით. მოსწავლეები სახაზავით ზომავენ ტალღის სიგრძეს, წამზომით - დროს, აიღებენ სიმულატორის მონაცემებს სიხშირის შესახებ. გამოითვლიან ტალღის სიჩქარეს და შემდეგ შეადარებენ სიმულატორის მონაცემებს. ცდას გაიმეორებენ სხვადასხვა პირობებისთვის: ამპლიტუდის და სიხშირის სხვადასხვა მნიშვნელობისთვის.

აქტივობა 6. ვირტუალური ლაბორატორიის (**რესურსი 12**) გამოყენებით მასწავლებელი ახდენს კამერტონით ბგერითი ტალღის წარმოქმნის და გარემოში მისი გავრცელების ვიზუალიზაციას. სიხშირის ცვლილებით მოსწავლეები აკვირდებიან ჰაერის ნაწილაკების მოძრაობის დინამიკას. სახელმძღვანელოს და **რესურს 9, 10 და 11-ის** გამოყენებით მასწავლებელი მოსწავლეებს უხსნის ბგერას, როგორც მექანიკურ ტალღას.

დამატებითი კითხვები:

- როგორი კონსტრუქცია აქვს კამერტონს?
- კამერტონის მოძრაობისას მის მახლობლად გარემოში რა სახის ცვლილებები ხდება?
- აღწერეთ კამერტონით ბგერითი ტალღის წარმოქმნის მექანიზმი;
- როგორაა მიმართული ჰაერის ნაწილაკების რხევა ბგერით ტალღაში მისი გავრცელების წრფის მიმართ?
- როგორი სახის ტალღა შეიძლება იყოს ბგერა?
- რა არის ვაკუუმი?
- გავრცელდება თუ არა ბგერა ვაკუუმში? მყარ, თხევად, აირად ან პლაზმურ გარემოში?
- როგორ წარმოიქმნება ადამიანის ხმა? რა არის ხმის იოგები?
- როგორ წარმოქმნიან ბგერებს მწერები?
- რა სიხშირის ბგერებს აღიქვამს ადამიანის ყური?
- რა დიაპაზონის ტალღებს აღიქვამს ადამიანის ყური?
- რომელ ტალღებს უწოდებენ ულტრაბგერებს? ინფრაბგერებს?
- რომელი ცხოველები გამოსცემენ ინფრაბგერებს? ულტრაბგერებს?
- რა არის ბგერის უწყვეტი სპექტრი? დისკრეტული სპექტრი?
- დაასახელეთ ბგერის ობიექტური და ფიზიოლოგიური მახასიათებლები;
- რა განსაზღვრავს ბგერი ხმამაღლობას?
- რა განსაზღვრავს ტონის სიმაღლეს და ტემბრს?
- რა არის ობერტონები?
- რაზეა დამოკიდებული ბგერის სიხშირე?

- სიმებიან საკრავებში, როგორი სისქის სიმი გამოსცემს უფრო მაღალი ტონის ბგერას?

აქტივობა 7. მოსწავლეები ვიდეორგოლის (რესურსი 13) საშუალებით ერთდროულად მოისმენენ და აკვირდებიან სხვადასხვა სიხშირის ბგერებს. ვირტუალური ლაბორატორიის (რესურსი 14) გამოყენებით მოსწავლეები ცვლიან ბგერის სიხშირეს, ამპლიტუდას. ამასთან ერთდროულად მოისმენენ და აკვირდებიან, როგორ იცვლება ამ დროს ბგერითი ტალღა.

აქტივობა 8. დეკლარატიული და პროცედურული ცოდნის განმტკიცების მიზნით, მოსწავლეები ხსნიან ამოცანებს სახელმძღვანელოდან.

(საკითხები: ტალღების გავრცელება დრეკად გარემოში, პერიოდული ტალღები)

ნაბიჯი 2 - შეფასების კრიტერიუმი # 2.

როგორ არის დამოკიდებული ბგერის გავრცელების სიჩქარე გარემოს მახასიათებლებსა (სიმკვრივე და ტემპერატურა) და აგრეგატულ მდგომარეობაზე მდგომარეობაზე? რა გამოყენება აქვს ბგერით ტალღებს თანამედროვე ყოფა-ცხოვრებაში? (მატერია 3)

- რესურსი 1. ვიდეორგოლი, ხანის აკადემია - ბგერის სიჩქარე:
https://www.youtube.com/watch?v=Hegzu_mq2K4
- რესურსი 2. ანიმაცია - ბგერითი ტალღის გავრცელება მყარ, თხევად და აირად გარემოში:
<https://www.sciencephoto.com/media/395559/view/sound-waves-through-different-media>
- რესურსი 3. ვიდეორგოლი, ხანის აკადემია - ბგერის ფარდობითი სიჩქარე მყარ, თხევად და აირად სხეულებში:
<https://www.youtube.com/watch?v=jb3pWYO3rgA>
- რესურსი 4. ვიდეორგოლი, რატომ აქვს ბგერას ზაფხულში მეტი სიჩქარე, ვიდრე ზამთარში?
<https://www.youtube.com/watch?v=3Br66N7OHpM>
- რესურსი 5. ვიდეორგოლი - ნივთიერების სხვადასხვა აგრეგატულ მდგომარეობაში ბგერის გავრცელების მოდელირება:
<https://www.youtube.com/watch?v=BIENwMSTUy4>
- რესურსი 6. ვიდეორგოლი, ბგერის სიჩქარე მყარ, თხევად და აირად გარემოში:
<https://www.youtube.com/watch?v=bSA4gfiahNw>
- რესურსი 7. ვიდეორგოლი, დოპლერის ეფექტი (მოსასმენი ანიმაცია)
https://www.youtube.com/watch?app=desktop&v=eo_owZ2UK7E
- რესურსი 8. დოპლერი ეფექტის შესასწავლი CK-12 -ის სიმულაცია:
https://interactives.ck12.org/simulations/physics/doppler-ducks/app/index.html?screen=sandbox&hash=4b5b61164293d33705e5ee6f5c7f71fd&source=ck12&artifactID=1732568&referrer=concept_details&encodedID=SCI.PHY.556
- რესურსი 9. სიმულაციის გამოყენების ვიდეონსტრუქცია:
https://drive.google.com/file/d/1okmDCiG16jDzzGWjmd1yh-TF13c3j3S7/view?usp=share_link
- რესურსი 10. კვლევითი ამოცანა - დოპლერის ეფექტი:
https://docs.google.com/document/d/1EcXsByhkggoWS6ZSuX4WEljjeXx5XhL_/edit?usp=share_link&oid=112263418674109481524&rtpof=true&sd=true
ბმული დააკოპირეთ და გახსენით ბრაუზერში
- რესურსი 11. სტატია, ბგერითი ტალღების გამოყენების შესახებ:
<https://meteoritesound.com/9-amazing-real-world-applications-for-sound-waves/>
- რესურსი 12. ვიდეორგოლი დოპლერის ეფექტის გამოყენების შესახებ:
<https://www.youtube.com/watch?v=yeBwzmMi9M0>
- რესურსი 13. მოძრავი სხეულის სიჩქარის გაზომვა დოპლერის ეფექტის გამოყენებით:

https://interactives.ck12.org/simulations/physics/doppler-ducks/app/index.html?screen=rwes&hash=4b5b61164293d33705e5ee6f5c7f71fd&source=ck12&artifactID=1732568&referrer=concept_details&encodedID=SCI.PHY.556

აქტივობა 1. სახელმძღვანელოზე და რესურს 1-ზე დაყრდნობით მასწავლებელი ესაუბრება მოსწავლეებს ბგერითი ტალღის გავრცელების სიჩქარის შესახებ. იგი უხსნის მათ, რომ ბგერითი ტალღის გავრცელების სიჩქარე ნაწილაკებს შორის ურთიერთქმედების გადაცემის სიჩქარით განისაზღვრება. ბავშვები გაეცნობიან **რესურს 1-ს** და პასუხობენ კითხვებს ბგერითი ტალღის სიჩქარის შესახებ.

დამატებითი კითხვები:

- ბგერის სიხშირის გაზრდით გაიზრდება თუ არა ბგერის სიჩქარე? რატომ?
- ამპლიტუდის შეცვლით შეიცვლება თუ არა ბგერის სიჩქარე? რატომ?
- რა გზით შეიძლება ბგერითი ტალღის სიჩქარის შეცვლა?
- რა გავლენას ახდენს გარემოს ნივთიერების ნაწილაკებს შორის ურთიერთქმედების პოტენციალური ენერჯია ბგერითი ტალღის გავრცელების სიჩქარეზე?
- რატომ იყენებენ ფოროვან მასალებს ხმის იზოლაციისა და შთანქმისთვის?

აქტივობა 2. მასწავლებელი წარმოუდგენს მოსწავლეებს ანიმაციას (**რესურს 2**) სხვადასხვა აგრეგატულ მდგომარეობაში ბგერის გავრცელების შესახებ. მოსწავლეები სიღრმისეულად გაიაზრებენ ბგერითი ტალღის გავრცელების თავისებურებებს და **რესურს 3 -ზე** დაყრდნობით პასუხობენ კითხვებს.

დამატებითი კითხვები:

- დაასახელეთ გარემოს მახასიათებლები, რომლებიც განსაზღვრავს ბგერის სიჩქარეს გარემოში?
- რატომ ახდენს გარემოს/(მასალის) სიხისტე ამ გარემოში ბგერის გავრცელებაზე გავლენას?
- რა გავლენას ახდენს გარემოს სიმკვრივე ამ გარემოში ბგერის გავრცელების სიჩქარეზე? რატომ?
- როგორ ახსნით ფოლადში ბგერის გავრცელების შედარებით მაღალ სიჩქარეს, მას ხომ სიმკვრივეც მაღალი აქვს და სიხისტეც?
- გარემოს სხვა რომელი მახასიათებელი ახდენს გავლენას ბგერის სიჩქარეზე?

აქტივობა 3. მასწავლებლის კითხვაზე, ახდენს თუ არა გავლენას გარემოს ტემპერატურის ცვლილება ბგერის გავრცელების სიჩქარეზე, **რესურს 4-ზე** დაყრდნობით მოსწავლეები გაიაზრებენ, რა ცვლილებები მიმდინარეობს ტემპერატურის გაზრდით ნივთიერებაში მისი აღნაგობის გათვალისწინებით და პასუხობენ კითხვებს.

დამატებითი კითხვები:

- ჰაერის ტემპერატურის გაზრდით როგორ იცვლება მისი სიმკვრივე?
- ნივთიერების სიმკვრივის შემცირება რა გავლენას ახდენს ნაწილაკებს შორის ურთიერთქმედების პოტენციალურ ენერჯიაზე?
- როგორ აისახება ბგერის გავრცელების სიჩქარეზე პოტენციალური ენერჯიის ცვლილება?
- როგორ იცვლება ტემპერატურის გაზრდით ბგერის სიჩქარე გარემოში? შემცირებით?

აქტივობა 4. მოსწავლეები გაიხსენებენ ნივთიერების აღნაგობას აგრეგატული მდგომარეობების მიხედვით, მსჯელობენ ნაწილაკებს შორის ურთიერთქმედების სხვადასხვა ხარისხზე და გამოაქვთ დასკვნები აირში, სითხესა და მყარ სხეულში ბგერითი ტალღის გავრცელების განსხვავებული სიჩქარის მიზეზებზე. მასწავლებელი გააცნობს მოსწავლეებს **რესურს 5-ს** (მოდელი) და **რესურს 6-ზე** დაყრდნობით მოსწავლეები პასუხობენ კითხვებს.

დამატებითი კითხვები:

- როგორი აღნაგობა აქვს მყარ სხეულს, სითხეს და აირს?
- დაახასიათეთ სხვადასხვა აგრეგატულ მდგომარეობაში ნივთიერებების ნაწილაკები მათ შორის ურთიერთქმედების პოტენციალური ენერჯის მიხედვით;
- რომელ გარემოში უფრო სწრაფად ვრცელდება ბგერა, მყარში, თხევადსა თუ აირადში?
- გარემოს რომელ მახასიათებელ სიდიდეებზეა დამოკიდებული მასში ბგერის გავრცელების სიჩქარე?
- რომელია ბგერის უცვლელი მახასიათებელი, როდესაც იგი ერთი გCK-12არემოდან მეორეში გადადის?

აქტივობა 5. მასწავლებელი გააცნობს მოსწავლეებს **რესურს 7-ს** და სთხოვს მათ, გაიხსენონ მსგავსი მოვლენა თავიანთი ცხოვრებიდან. მოსწავლეები მსჯელობენ დამზერილი მოვლენის მიზეზებზე. მოსწავლეები გაეცნობიან სახელმძღვანელოს გამოყენებით დოპლერი ეფექტის მოვლენას. **რესურს 8-ზე** დაყრდნობით ისინი მუშაობენ CK-12-სიმულატორში და იკვლევენ დოპლერის ეფექტის მოვლენას. რესურსს თან ახლავს სიმულატორის გამოყენების ვოდეოინსტრუქცია (**რესურსი 9**), მასწავლებლებისთვის და კვლევითი ამოცანა (**რესურსი 10**).

(რეკომენდაცია მასწავლებელს: წითელი შრიფტით ჩაწერილი ციფრები წაშაღეთ და ისე გადაეცით მოსწავლეებს რესურსში განთავსებული ცხრილები).

აქტივობა 6. სახელმძღვანელოს გამოყენებით მოსწავლეები გაეცნობიან აკუსტიკური რეზონანსის, რევერბერაციის და ექოს მოვლენის ფიზიკურ მექანიზმებს. (**რესურსი 11, 12 და რესურსი 13-ზე** დაყრდნობით მასწავლებელთან ერთად მოწავლეები გააანალიზებენ დოპლერის ეფექტის, ექოლოკაციის და ბგერითი ტალღების მოქმედებაზე დაფუძნებული მოვლენების სხვადასხვა მიზნით ცხოვრებაში გამოყენების შესახებ.

დამატებითი კითხვები:

- რა შემთხვევაში ესმის დამკვირვებელს უფრო მაღალი ტონის ბგერა?
- რა მომენტში წარმოქმნის თვითმფრინავი ბგერით დარტყმით ტალღას?
- რას წარმოადგენს აკუსტიკური რეზონანსი?
- რა შემთხვევაში შეგვიძლია გავიგონოთ ექო?
- რა მოვლენას უწოდებენ რევერბერაციას?
- რაში მდგომარეობს ექოლოკაციის პრინციპი?
- როგორ წარმოადგენთ მიღებულ ინფორმაციას მოკლე რეფერატის შექმნისას?

აქტივობა 7. I ეტაპის რესურს 3 -ის გამოყენებით მოსწავლე წერს მოკლე რეფერატს შესწავლილ საკითხებზე.

კომპლექსური დავალების შესრულების და პრეზენტაციის პროცესში მასწავლებლის მიერ დასმული შეკითხვები კონკრეტულ მოსწავლესთან ინდივიდუალური მუშაობისთვის:

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 რეფერატის შექმნისას?
- 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 ბგერითი ტალღების შესწავლაში?

ახსენი, რატომ შექმენი რეფერატი? რა საკითხზე გამოხატე შენი ცოდნა კომპლექსური დავალების საშუალებით?

- რატომ შეასრულეთ 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 დასკვნატამდე 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 ბუნდოვან 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?

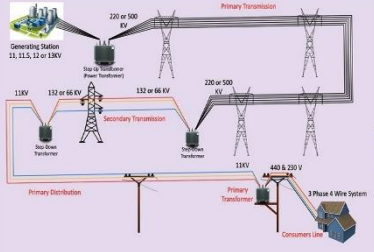

წარმოგიდგენთ კომპლექსური დავალების - **ბგერითი ტალღა**, ეროვნული სასწავლო გეგმის შედეგების მიღწევის დონეთა სოლო ტაქსონომიას, რომელსაც სარეკლამენდაციო ხასიათი გააჩნია.

მიღწევის დონე კრიტერიუმი	აღწერილობა რა გააკეთა მოსწავლემ (მაგალითი) და რა დასკვნა გააკეთე ამის საფუძველზე	კომენტარი რა რჩევა მიეცევი მოსწავლეს (განმავითარებელი შეფასების მაგალითი)
<p>აბსტრაქტული დონე</p> <p><u>შეუძლია იდეების ინტეგრირება და ცოდნის სინთეზი.</u></p> <p>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.</p>	<p>დავალების არსი და მიზანი გაიგო მოსწავლემ: შექმნა მოკლე რეფერატი, სადაც წარმოადგინა ბგერითი ტალღის წარმოქმნის მექანიზმები, დააკავშირა ბგერითი ტალღის ტიპი გარემოს მახასიათებლებთან.</p> <p>მოსწავლის ნამუშევრის წარდგენისას ჩანს, რომ მას კარგად აქვს გააზრებული ბგერითი ტალღის წარმოქმნის და გავრცელების პროცესი, იგი დამაჯერებლად საუბრობს ბგერითი ტალღის აღძვრის მექანიზმებზე და ბგერის გავრცელების სიჩქარის დამოკიდებულებაზე გარემოს მახასიათებლებთან.</p> <p>მოსწავლე დამაჯერებლად მსჯელობს კომპლექსური დავალებაში აღწერილი მოვლენის მიზეზშედეგობრივ კავშირებზე და განაზოგადებს საკუთარ ცოდნას ცხოვრებისეული მაგალითების აღწერისას. იგი დამაჯერებლად საუბრობს ბგერითი ტალღის გამოყენებაზე მეცნიერებასა და ტექნიკაში.</p>	<p>დიდი მადლობა!</p> <p>თქვენ შესანიშნავად გაართვით თავი დავალებას. დამაჯერებლად წარმოაჩინეთ თქვენი ცოდნა ბგერითი ტალღის შესახებ და ამ ცოდნაზე დაფუძნებით იმსჯელებთ ბგერითი ტალღების ცხოვრებაში გამოყენების შესახებ. თქვენ მიერ შექმნილ რეფერატში სიღრმისეულად აღწერეთ ის გარემოში ნაწილაკთა ის ურთიერთქმედებები, რაც განაპირობებს ბგერითი ტალღის გავრცელების თავისებურებებს. ასევე საინტერესოდ წარმოაჩინეთ ბგერების გამოყენების თანამედროვე მეთოდები. კარგი იქნება, თუ იფიქრებთ ამ კუთხით რა სიახლეებია საქართველოს სამეცნიერო წრეებში, რა კვლევები მიმდინარეობს ბგერითი ტალღების გამოყენების კუთხით.</p>

<p>მიმართებითი დონე ამყარებს კავშირს რამდენიმე ცოდნას შორის</p> <p>მოსწავლე მწყობრად და თანმიმდევრულად გადმოსცემს სამიზნე ცნებასთან დაკავშირებულ მკვიდრ წარმოდგენებს.</p> <p>ურთიერთდაკავშირებულად მსჯელობს სამიზნე ცნების არსობრივ მახასიათებლებზე. გამოკვეთს კომპლექსური დავალების შეფასების კრიტერიუმების საშუალებით განსაზღვრულ ნიუანსებს. მოსწავლეს შეუძლია გაიაზროს კავშირი რამდენიმე ასპექტს შორის და მსჯელობს მათ შესახებ, მოვლენის, როგორც ერთიანი პროცესის შემადგენელზე. მოსწავლე ადარებს, აკავშირებს საკითხებს და მიზეზშედეგობრივი ფორმით აანალიზებს მათ.</p>	<p>მოსწავლეს გააზრებული აქვს კომპლექსური დავალების არსი. იგი დამაჯერებლად აკავშირებს სხვადასხვა ცოდნას ერთმანეთთან: საფუძვლიანად აღწერს რა განაპირობებს მექანიკური ტალღის გავრცელების თავისებურებებს სხვადასხვა გარემოში. იგი დამაჯერებლად აკავშირებს ერთმანეთთან გარემოს შემადგენელი ნაწილაკების ურთიერთქმედების ხარისხს ამ გარემოში გავრცელებული ტალღის ტიპთან. მოსწავლეს სიღრმისეულად აქვს გააზრებული, რას წარმოადგენს ტალღის ფიზიოლოგიური და ობიექტური მახასიათებლები, რა განაპირობებს ტალღის გავრცელების განსხვავებულ სიჩქარეს, თუმცა ბუნდოვნად საუბრობს საკუთარი ცოდნის განზოგადებაზე, მაგალითად, ბგერითი ტალღების გამოყენების თანამედროვე მეთოდებზე.</p>	<p>გმადლობთ! თქვენ შესანიშნავად გართავით თავი დავალებას. დოპლერის ეფექტის თქვენ მიერ ჩატარებული კვლევისას ჩანს, რომ კარგად გაქვთ გააზრებული როგორ ხდება ბგერის სიხშირის ცვლილება ბგერითი ტალღის წყაროსა და მიმღებს შორის მანძილის ცვლილებისას. დავალების წარდგენისას გააზრებულად აღწერეთ ტალღების მახასიათებლების მიზეზშედეგობრივი კავშირები. ბგერითი ტალღების გამოყენების თანამედროვე მეთოდებზე არ გაგიჭირდებათ მსჯელობა, თუ კიდევ ერთხელ ყურადღებით გაეცნობით კომპლექსურ დავალებაში წარმოდგენილ ნაბიჯი 2-ის რესურსს 11,12 და 13-ით მოწოდებულ ინფორმაციას.</p>
<p>მულტიტრუქტურული დონე აქვს ბევრი იდეა. თუმცა ვერ აკავშირებს ერთმანეთთან.</p> <p>მოსწავლეს აქვს არაერთი მოსაზრება შესასწავლ საკითხთან მიმართებით, თუმცა, იმავე საკითხთან/მთავარ იდეასთან დაკავშირებით მის მიერ შექმნილ 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.</p>	<p>მოსწავლემ ზუსტად გაიგო დავალების არსი და დაუკავშირა მას პარაგრაფებში წარმოდგენილი მასალა. თუმცა, ის ყურადღებას არ ამახვილებს დავალების მთავარ იდეაზე. მოსწავლემ იცის, რომ ბგერითი ტალღა სხვადასხვა გარემოში სხვადასხვა სიჩქარით ვრცელდება, ისიც ტალღის მახასიათებელი ფიზიკური სიდიდეები, მაგრამ ვერ ასაბუთებს რაზეა ეს მახასიათებლები დამოკიდებული, ვერ აკავშირებს ტალღის სიჩქარეს გარემოს მახასიათებლებთან, ვერ საუბრობს, რატომ ვრცელდება ბგერითი ტალღა მყარ სხეულში უფრო სწრაფად, ვიდრე სითხეში. ვირტუალურ ლაბორატორიაში ასრულებს პროცედურებს, ხედავს მოვლენას, თუმცა ნასწავლი თეორიის გამოყენებით მისი ახსნა უჭირს. შესასწავლ საკითხთან დაკავშირებით შეუძლია წარმოადგინოს რამდენიმე ცოდნა, მაგრამ ვერ აკავშირებს მათ ერთმანეთთან. საბოლოოდ, მოსწავლემ ვერ ახსნა ფაქტები დავალების პირობით მოთხოვნილ კონტექსტში.</p>	<p>კარგია, რომ იცით სხვადასხვა აგრეგატულ მდგომარეობაში ბგერა სხვადასხვა სიჩქარით რომ ვრცელდება, ამასთან ერთად აღწერთ რაოდენობრივად ტალღას და იცით ტალღის ფორმულა, კარგი იქნება თუ შეეცდებით დაინახოთ არსობრივი კავშირი ტალღის მახასიათებელ სიდიდეებს შორის იმისთვის, რომ შეძლოთ უფრო სიღრმისეულად გაიაზროთ თქვენ მიერ აღწერილი მოვლენის მახასიათებელ ფიზიკურ სიდიდეებს და გარემოს მახასიათებელ პარამეტრებს შორის კავშირი, სახელმძღვანელოს გარდა ყურადღებით გაეცანით ნაბიჯის 1-ის რესურსს 11,12, ასევე გაეცანით ნაბიჯი 2 - ის რესურსს 1,2 და 3 - ს.</p>
<p>უნისტრუქტურული დონე აქვს ერთი იდეა</p> <p>მოსწავლეს აქვს მხოლოდ ერთი არასტრუქტურირებული ასოციაცია/წარმოდგენა</p>	<p>მოსწავლემ გაიგო დავალების არსი, მაგრამ მისი ცოდნა მხოლოდ ზედაპირული მიდგომით შემოიფარგლება. სუსტი წარმოდგენა აქვს კვლევის მიზანზე. აქვს მწირი ინფორმაცია საკვლევი ობიექტის</p>	<p>კარგია, რომ გაიგეთ, რა არის დავალების არსი, ბგერა ტალღას რომ წარმოადგენს, ამის ცოდნაც ძალიან მნიშვნელოვანია. თუ სახელმძღვანელოს გარდა, გამოიყენებთ ნაბიჯი 1-ის და</p>

<p>განსახილველ საკითხთან დაკავშირებით, მისი მსჯელობა შესასწავლ საკითხთან დაკავშირებით შემოიფარგლება საკვანძო სიტყვებსა 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/ალგორითმების შესრულება, პერიფრაზირება, ამოცნობა, დასახელება ან დათვლა.</p>	<p>შესახებ. აქვს ერთი იდეა დავალებასთან მიმართებით: მაგ, იცის, რომ ზგერა ტალღას წარმოადგენს, მაგრამ ვერ ასახულებს რა ტიპის ტალღები არსებობს და რით განსხვავდება ისინი ერთმანეთთან, ვერ ასახელებს ტალღის მახასიათებელ პარამეტრებს, ვერ საუბრობს ტალღის გავრცელების მექანიზმებზე. მოსწავლემ ვერ შეასრულა დავალება, ვერ მიხვდა, რა არის ექსპერიმენტის მოდელირება და როგორ შეიძლება სიმულატორში ცდის ჩატარება. მოსწავლის აზრი არ შეესაბამება გაკვეთილის შინაარსს.</p>	<p>ნაბიჯი 2-ის რესურსებს, ვიდეო გაკვეთილებს, სიმულაციებს, გაეცნობით ვიდეორგოლებს, არ გაეჭირდებათ 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. მიაქცეთ ყურადღება კითხვების სტრუქტურას და შეეცადეთ არ გამოტოვოთ არც ერთი კითხვა.</p>
<p>პრესტრუქტურული დონე <u>არ აქვს იდეა</u></p> <p>მოსწავლეს საკითხთან დაკავშირებით არ აქვს რელევანტური ინფორმაცია.</p>	<p>მოსწავლემ არ შეასრულა დავალება, რადგან არ გააჩნია დეკლარატიული ცოდნა, იგი ვერ იაზრებს დავალების პირობას, ვერ იწყებს დავალებაზე მუშაობას, არ აქვს იდეა დავალებასთან მიმართებით, ვერ იგებს კვლევის მიზანს, ვერ ატარებს ექსპერიმენტს, ბუნდოვანია დავალების არსი, არ ფლობს თეორიულ ცოდნას, რომელიც საჭიროა მოცემული დავალების შესასრულებლად.</p>	<p>გაიხსენეთ, რა არის რხევითი მოძრაობა, რისგან შედგება ნივთიერება და რას ნიშნავს რხევითი მოძრაობის გავრცელება. მოიძიეთ ინფორმაცია რხევითი მოძრაობის შესახებ. გამოიყენეთ სახელმძღვანელო და მოწოდებული რესურსი: ტელესკოლის ვიდეოგაკვეთილები, ვირტუალური ლაბორატორია, უპასუხეთ ნაბიჯების კითხვებს, შეეცადეთ არ გამოტოვოთ არც ერთი მათგანი და უპასუხეთ მათ მოწოდებულ რესურსებზე დაყრდნობით.</p>

შუალედური სასწავლო მიზანი N5

<p>გრძელვადიანი მიზანი</p>	<p>შუალედური სასწავლო მიზანი N5</p>	
<p>სამიზნე ცნება: ენერჯია (შედეგი 1.2.3,4) ქვეცნება (ზოგადი/კერძო) – ველის ენერჯია - ელექტრული ველის ენერჯია, მაგნიტური ველის ენერჯია; შინაგანი ენერჯია - მოლეკულების ქაოსურად მოძრაობის კინეტიკური ენერჯია, მოლეკულების ურთიერთქმედების პოტენციალური ენერჯია</p>	<p>საკვანძო შეკითხვა - როგორ ახსნით თქვენ მიერ შექმნილ სტატიაში, ცვლადი დენის გენერატორით ელექტრული ენერჯიის გენერირების და გადაცემის პროცესს? კომპლექსური დავალების იდეა - ელექტროენერჯიის გენერაცია და გადაცემა</p>	
<p>თემა - რხევები და ტალღები საკითხები - რხევითი კონტური, ცვლადი დენი, ცვლადი დენის დენის გენერატორი, ტრანსფორმატორი, ელექტრული ენერჯიის გადაცემა ქვესაკითხები - იდეალური რხევითი კონტური, თავისუფალი ელექტრომაგნიტური რხევა, ტომსონის ფორმულა, ტრანსფორმაციის კოეფიციენტი, იძულებითი ელექტრო მაგნიტური რხევები, ცვლადი დენის ეფექტური მნიშვნელობა, ცვლადი ძაბვის ეფექტური მნიშვნელობა</p>	<div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div> <p>ცვლადი დენის არსებობა საუკუნეზე მეტს ითვლის, თუმცა მისი სამეცნიერო ღირებულება ბევრად აღემატება მრავალი საუკუნის განმავლობაში მომხდარი აღმოჩენების მნიშვნელობას. ეს განსაკუთრებით აღსანიშნავია დღევანდელ ციფრულ სამყაროში. ცვლადი დენის მიღებამ შესაძლებელი გახადა შორ მანძილზე ელექტროენერჯიის გადაცემა უმნიშვნელო დანაკარგით, რაც თითქმის შეუძლებელი იყო, როცა ელექტროენერჯია მხოლოდ ქიმიური ენერჯიით მიიღებოდა. თქვენი დავალებაა, შექმნათ სტატია და პრეზენტაციის საშუალებით წარმოადგინოთ, როგორ ხდება ცვლადი დენის გენერატორით ელექტრული ენერჯიის გენერირება და მისი შორ მანძილზე უმნიშვნელო დანაკარგებით გადაცემა.</p>	
<p>სამიზნე ცნების მკვიდრი წარმოდგენები მოსწავლემ უნდა გააცნობიეროს, რომ:</p>	<p>შეფასების კრიტერიუმი - (ზოგადი) მოსწავლეს შეუძლია:</p>	<p>შეფასების კრიტერიუმი - (კონკრეტულ კომპლექსურ დავალებაზე მისადაგებული) ნაშრომში ხაზგასმით წარმოაჩინეთ:</p>

<p>ენერგია</p> <p>4. ენერგია სისტემის მდგომარეობის ერთ - ერთი ძირითადი განმსაზღვრელია და ახასიათებს მის მიერ მუშაობის შესრულების უნარს;</p> <p>5. სისტემის შემადგენელ სხეულებს/ ნაწილაკებს გააჩნიათ სხვადასხვა სახის ენერგია, რომელიც შესაძლებელია გარდაიქმნას ერთი სახიდან მეორეში. ჩაკეტილი სისტემის სრული ენერგია მუდმივია;</p> <p>6. სისტემაში ენერგიის გარდაქმნა განპირობებულია შიდა ფაქტორებით, ხოლო სისტემის სრული ენერგიის ცვლილება - გარე ფაქტორებით.</p>	<p>ენერგია</p> <p>7. იმსჯელოს, ენერგიაზე, როგორც სისტემის მდგომარეობის განმსაზღვრელ ძირითად სიდიდესა ან/და ამ სისტემის მუშაობის შესრულების უნარზე;</p> <p>8. გააცნობიეროს, ენერგიის რომელი სახეებით ხასიათდებიან განსახილველ მოვლენაში/ საკითხში მონაწილე სხეულები და როგორ გარდაიქმნება ენერგია;</p> <p>9. დაადგინოს, რომელი შიდა ფაქტორები განაპირობებს სისტემაში ენერგიის გარდაქმნებს და რომელი გარე ფაქტორები - სისტემის სრული ენერგიის ცვლილებას.</p>	<p>კრიტერიუმი #1</p> <p>ინახება თუ არა რხევით კონტურში ელექტრული და მაგნიტური ენერგია და როგორ ხდება ცვლადი დენის გენერატორში ელექტრული ენერგიის გენერაცია? (ენერგია.1.2)</p> <p>კრიტერიუმი #2</p> <p>რა შიდა და გარე ფაქტორები განაპირობებს ელექტრული ენერგიის უმნიშვნელო დანაკარგებით შორ მანძილზე გადაცემას? (ენერგია 2,3)</p>
---	---	---

კომპლექსური დავალების განხორციელების ეტაპები (აქტივობები, რესურსები, შეკითხვები)

ეტაპი I – კომპლექსური დავალების პირობის გაცნობა

რესურსები/განსახილველი ქეისები :

- **რესურსი1.** ვიდეორგოლი: ელექტრული დენის გენერაცია და გადაცემა:
<https://www.youtube.com/watch?v=F6YW8h8cML4>
- **რესურსი 2:** როგორ დავწეროთ სასწავლო-მეთოდური სტატია:
[როგორ დავწეროთ სასწავლო-მეთოდური სტატია | mastsavlebeli.ge](http://mastsavlebeli.ge)
- **რესურსი 3:** როგორ დავწეროთ კარგი სტატია:
http://www.rogor.ge/article_1103_rogor-davwerot-kargi-statia.html

კომპლექსური დავალების პირობის გაცნობა

სარეკომენდაციო აქტივობა 1: მასწავლებელი მოსწავლეებს აცნობს კომპლექსური დავალების პირობას და სთხოვს მათ, გაეცნენ მოკლე ვიდეორგოლს (რესურს 1): აღწერონ, ახალი რა

აღმოაჩინეს ელექტროენერჯის გამომუშავების და გადაცემის პროცესში, მოიფიქრონ, რა კითხვები გაუჩნდათ ამ ვიდეორგოლის ნახვის შემდეგ. მოსწავლეები მსჯელობენ დავალების წარდგენის ფორმასთან დაკავშირებით: თუ რა მოთხოვნებს უნდა აკმაყოფილებდეს სტატია. გაეცნობიან რეკომენდაციებს სტატიის შესახებ (რესურსი 2,3), საუბრობენ სტატიებზე, მათ მსგავსება-განსხვავებაზე, იმაზე, თუ როგორ იქმნება სტატია. მოსწავლეები საუბრობენ საკუთარ გამოცდილებაზე, თუ როგორი სახის სტატიები წაუკითხავთ, რა თემაზე და რამდენად მკაფიო და გასაგები ყოფილა სტატიის შინაარსი, გამოთქვამენ მოსაზრებას, როგორ შეიძლება დაიწეროს და გაფორმდეს სტატია, რას გამოიყენებენ, რომ მათი ნაშრომი ადვილად აღსაქმელი იყოს, როგორ უნდა წარმოაჩინონ საკუთარი ცოდნა შესასწავლ საკითხთან დაკავშირებით.

დამხმარე კითხვები:

კომპლექსური დავალების შინაარსის შესახებ

- რა იცით ელექტროენერჯის გამომუშავების და მისი გადაცემის შესახებ?
- რა ინფორმაციის მოძიება და რა ცოდნა-უნარების შექმნა მოგიწევთ ელექტროენერჯის გამომუშავების და მისი გადაცემის პროცესის ასახსნელად?
- გიმუშავიათ თუ არა ვირტუალურ ლაბორატორიაში?

სტატიის შესახებ

- 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 აღწერილი შესასწავლი საკითხი?
- 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 შეგისრულებიათ?

ეტაპი II – კომპლექსურ დავალებაზე მუშაობა

ქვეცნება (ზოგადი) - ველის ენერჯია, შინაგანი ენერჯია

ნაბიჯი 1 - შეფასების კრიტერიუმი 1

ინახება თუ არა რხევით კონტურში ელექტრული და მაგნიტური ენერჯია და როგორ ხდება ცვლადი დენის გენერატორში ელექტრული ენერჯის გენერაცია? (ენერჯია.1.2)

რესურსი/აქტივობა/დამხმარე კითხვები

- **რესურსი 1.** სახელმძღვანელო, პარაგრაფები, სადაც წარმოდგენილია შემდეგი საკითხები: რხევითი კონტური, იძულებითი ელექტრომაგნიტური რხევები, ცვლადი დენი, ცვლადი დენის გენერატორი;
- **რესურსი 2.** ტელესკოლა, ფიზიკის დრო - რხევითი კონტური, ცვლადი დენის ეფექტური მნიშვნელობა:
<https://www.youtube.com/watch?v=dLFDOes8euM>
- **რესურსი 3.** ვირტუალური ლაბორატორია - რხევითი კონტური:
https://www.walter-fendt.de/html5/phen/oscillatingcircuit_en.htm
- **რესურსი 4.** ვირტუალური ლაბორატორიის(რხევითი კონტური) გამოყენების ვიდეოინსტრუქცია:
https://drive.google.com/file/d/1uRFhRteh2XTzfcgc1nUR_aqPqCzr8piW/view?usp=share_link
სასწავლო რესურსი შექმნილია ზოგადი განათლების რეფორმის ფარგლებში
- **რესურსი 5.** ტელესკოლა, ფიზიკის დრო - ცვლადი დენის გენერატორი, ტრანსფორმატორი:
<https://www.youtube.com/watch?v=Lno3yqm-0qA> *ცვლადი დენის გენერატორი 7.40 წთ-მდე*
- **რესურსი 6.** ვიდეორგოლი, ცვლადი დენის გენერატორი
<https://www.youtube.com/watch?v=gOyamiPrw-U>
- **რესურსი 7.** ვირტუალური ლაბორატორია, ცვლადი დენის გენერატორი ნაწილაკების მოძრაობის ვიზუალიზაცია:
https://javalab.org/en/ac_generator_en/

აქტივობა 1. რესურს 1, 2- ზე დაყრდნობით მასწავლებლის დახმარებით გაეცნობიან რხევით კონტურს და მასში მიმდინარე ელექტრომაგნიტური რხევის პროცესს, მსჯელობენ თუ რა პირობებში წარმოიქმნება ეს რხევები, არსობრივად გაიაზრებენ რომელი ფიზიკური სიდიდეების პერიოდული ცვლილება ახლავს თან ელექტრომაგნიტურ რხევას და რა ანალოგიები არსებობს ელექტრომაგნიტურ და მექანიკურ რხევებს შორის?

დამატებითი კითხვები:

- როგორ იცვლება კონდენსატორის განმუხტვის და, შესაბამისად, კოჭაში დენის გავლისას ელექტრული და მაგნიტური ენერჯია რხევით კონტურში?
- რატომ ჰქვია ელექტრომაგნიტური რხევა რხევით კონტურში მიმდინარე პროცესს?
- როგორ რხევით კონტურს უწოდებენ იდეალურს?
- რა კანონით იცვლება დენის ძალა და ძაბვა იდეალურ რხევით კონტურში?
- რა მომენტში აღწევს რხევითი კონტურის კოჭაში დენის ძალა მაქსიმალურ მნიშვნელობას?
- როგორ ახსნით რხევითი კონტურის პერიოდის გაზრდას კონდენსატორის ელექტროტევადობის ზრდისას? კოჭას ინდუქციურობის ზრდისას?
- მექანიკური რხევების და ელექტრომაგნიტური რხევების ანალოგიის გათვალისწინებით, რომელი ენერჯიის ანალოგია კონდენსატორის ელექტრული ენერჯია? კოჭას მაგნიტური ენერჯია?

აქტივობა 2. ელექტრომაგნიტური რხევების უკეთ შესასწავლად მოსწავლეები მუშაობენ ვირტუალურ ლაბორატორიაში (**რესურსი 3**) და იკვლევენ რხევით კონტურს. მასწავლებელი მანამდე გაეცნობა **რესურს 4-ს**, რომელიც ვირტუალური ლაბორატორიის გამოყენების ვიდეოინსტრუქციას წარმოადგენს.

კვლევითი ამოცანები

- მოსწავლეები დააფიქსირებენ კოჭას ინდუქციურობის და კონდენსატორის ტევადობის გარკვეულ მნიშვნელობას და ტომსონის ფორმულის გამოყენებით შეამოწმებენ ელექტრომაგნიტური რხევის პერიოდის მნიშვნელობას სიმულატორის მიხედვით;
- მოსწავლეები დააფიქსირებენ კოჭას ინდუქციურობის და კონდენსატორის ტევადობის გარკვეულ მნიშვნელობას და ენერგიის მუდმივობის კანონის გამოყენებით, შეამოწმებენ იდეალურია თუ არა რხევითი კონტური;
- მოსწავლეები დააფიქსირებენ კოჭას ინდუქციურობის და კონდენსატორის ტევადობის გარკვეულ მნიშვნელობას, კოჭაში ჩართავენ გარკვეული წინაღობის რეზისტორს და ენერგიის დიაგრამის გამოყენებით დააკვირდებიან ენერგიის გარდაქმნის პროცესს რხევით კონტურში.

დამატებითი კითხვები:

- კვლევითი ამოცანის მიხედვით, რეზისტორის ჩართვისას ინახება თუ არა ელექტრული და მაგნიტური ენერგიები რხევით კონტურში?
- რომელ ენერგიად გარდაიქმნება ისინი?
- მიუღვადია თუ მიუღვადი ელექტრომაგნიტური რხევა რხევით კონტურში?
- რა გზით შეიძლება რხევით კონტურში იძულებითი, არამიღვადი ელექტრომაგნიტური რხევების მიღება?

აქტივობა 3. სახელმძღვანელოს, რესურსი 5 და 6-ის გამოყენებით მასწავლებელი უხსნის მოსწავლეებს ცვლადი დენის გენერატორის მოქმედების მექანიზმს. მოსწავლეები გაიხსენებენ, მიუღვადი იძულებითი მექანიკური რხევების მისაღებად სისტემაზე პერიოდულად ცვლადი ძალა იყო საჭირო და ანალოგიის გამოყენებით ასაბუთებენ, რომ იძულებითი მიუღვადი ელექტრომაგნიტური რხევების მიღებას რხევით კონტურთან ცვლადი ემპ მქონე წყაროს მიერთება უზრუნველყოფს.

დამატებითი კითხვები:

- რომელი მოვლენა უდევს საფუძვლად რხევით კონტურში ელექტრული დენის აღძვრას?
- რა არის საჭირო გამტარში ინდუქციის ემ ძალის აღძვრისთვის?
- რა განაპირობებს შეკრულ კონტურში პერიოდულად ცვლადი ემ ძალის აღძვრას?
- რომელი ენერგიის გარდაქმნით მიიღება ცვლადი დენის გენერატორში ელექტრული ენერგია?
- მაგნიტურ ველში ჩარჩოს როგორი მოძრაობით მიიღება სინუსოიდური ემ ძალა და რატომ?
- რა იცვლება ელექტრულ წრედში, რომელშიც მუდმივი დენის წყაროს ნაცვლად, ცვლადი დენის წყაროა ჩართული? როგორი სახის კანონზომიერებებია ასეთ წრედში?
- რას ნიშნავს ცვლადი დენის და ძაბვის მყისი და ეფექტური მნიშვნელობა?
- რა ფორმულით გამოითვლება ცვლადი დენის ემ ძალის მაქსიმალური მნიშვნელობა?
- რომელ ძაბვას ზომავს ვოლტმეტრი ცვლადი დენის წრედში?

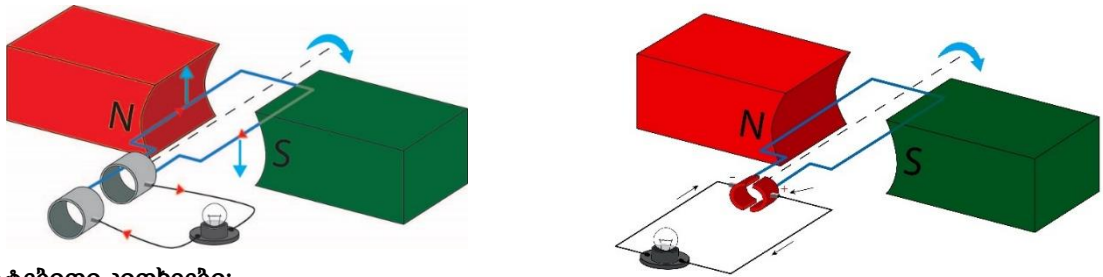
აქტივობა 4. მოსწავლეები გენერატორში ცვლადი დენის გენერირების პროცესს აკვირდებიან ვირტუალურ ლაბორატორიაში (**რესურსი 7**). ისინი ატარებენ სადემონსტრაციო ექსპერიმენტს და აკვირდებიან, ჩარჩოს სიჩქარის ცვლილებით როგორ იცვლება ნაწილაკების „მიმოქცევის“ სიხშირე, გალვანომეტრის გადახრის სიდიდე, ნათურის კაშკაში და ასე შემდეგ.

დამატებითი კითხვები:

- რომელი ენერგიის ხარჯზე ბრუნავს ჩარჩო?
- ჩარჩოს ბრუნვის სიჩქარის გაზრდით როგორ იცვლება მაგნიტური ნაკადის ცვლილება?
- რას განაპირობებს შეკრულ ჩარჩოში მაგნიტური ნაკადის ცვლილება?

- რას ნიშნავს სიტყვა „ინდუქციური“?
- რას ნიშნავს ჩარჩოს ბრუნვის და აღძრული ემ ძალის სინქრონულობა?
- რა ნაწილებისგან შედგება გენერატორი?
- როგორი ენერგიები შეიძლება გარდაიქმნას ელექტროენერგიად?
- რომელი ენერგიით უფრო ხელსაყრელია ელექტროენერგიის წარმოება და რატომ?

აქტივობა 5. აქტივობა სახელმძღვანელოს გამოყენებით: მოსწავლეები აკვირდებიან ცვლადი დენის და მუდმივი დენის გენერატორების აღნაგობას და გამოაქვთ დასკვნა, რა განაპირობებს მათ მიერ გენერირებული ელექტრული დენის განსხვავებულ ხასიათს.



დამატებითი კითხვები:

- რა განსხვავებაა მუდმივი და ცვლადი დენის გენერატორების კოლექტორებს შორის?
- მუდმივი დენის გენერატორის ნახევარგოლის ფორმის კოლექტორი ცვლის თუ არა გენერირებული დენის მიმართულებას?
- ცვლადი დენის გენერატორის ნახევარგოლის ფორმის კოლექტორი ცვლის თუ არა გენერირებული დენის მიმართულებას?

აქტივობა 6: დეკლარატიული და პროცედურული ცოდნის განმტკიცების მიზნით, მოსწავლეები ხსნიან ამოცანებს სახელმძღვანელოდან.

(საკითხები: რხევითი კონტური, იძულებითი ელექტრომაგნიტური რხევები, ცვლადი დენი)

ნაბიჯი 2 - შეფასების კრიტერიუმი 2

რა შიდა და გარე ფაქტორები განაპირობებს ელექტრული ენერგიის უმნიშვნელო დანაკარგებით შორ მანძილზე გადაცემას? (ენერგია 2,3)

რესურსი/აქტივობა/დამხმარე კითხვები:

- **რესურსი 1.** ვირტუალური ლაბორატორია, ტრანსფორმატორის მოქმედების პრინციპი: <https://phet.colorado.edu/sims/cheerpi/faraday/latest/faraday.html?simulation=faraday>
- **რესურსი 2.** ტრანსფორმატორის მოქმედების პრინციპის შესასწავლი კვლევითი ამოცანა ვირტუალური ლაბორატორიისთვის: https://drive.google.com/file/d/1dsjFMVazf2ZmBxM4tvIVSzgi8sS02uv0/view?usp=share_link
- **რესურსი 3.** სახელმძღვანელო, პარაგრაფები, სადაც წარმოდგენილია შემდეგი საკითხები: ტრანსფორმატორი, ელექტროენერგიის წარმოება, გადაცემა და განაწილება;
- **რესურსი 4.** ტელესკოლა, ფიზიკის დრო - ელექტრომაგნიტური მოვლენები: ტრანსფორმატორი: <https://www.youtube.com/watch?v=uqvI8FWw02A> -
- **რესურსი 5.** ტელესკოლა, ფიზიკის დრო - ცვლადი დენის გენერატორი, ტრანსფორმატორი:

<https://www.youtube.com/watch?v=Lno3yqm-0qA> 7.40 წთ-ის შემდეგ ტრანსფორმატორი

- რესურსი 6. ანიმაცია - ტრანსფორმატორში დამუხტული ნაწილაკების მოძრაობა:
<https://www.youtube.com/watch?v=VucsoEhB0NA&t=2s>
- რესურსი 7. ვიდეორგოლი, ტრანსფორმატორი:
<https://www.youtube.com/watch?v=TYlOeOig3XA>
- რესურსი 8. CK-12 - ის ვირტუალური ლაბორატორია, ტრანსფორმატორი:
<https://interactives.ck12.org/simulations/physics/ac-transformer/app/index.html?screen=sandbox&lang=en&referrer=ck12Launcher&backUrl=https://interactives.ck12.org/simulations/physics.html>
- რესურსი 9. ვირტუალური ლაბორატორიის(ტრანსფორმატორი) გამოყენების ვიდეოინსტრუქცია:
https://drive.google.com/file/d/1aFOV6xCn8pZ5BMSZAZxbov-dRHrPe6Ow/view?usp=share_link
- რესურსი 10. როგორ აღწევს ელექტროობა ჩვენს სახლამდე?
https://www.youtube.com/watch?v=4ZHd_Bqz-TA

აქტივობა 1. მასწავლებელი დავსვამს კითხვას, შესაძლებელია თუ არა ძაბვის გარდაქმნა - ამაღლება ან დადაბლება. ამ საკითხის შესასწავლად მოსწავლეები მუშაობენ ვირტუალურ ლაბორატორიაში (რესურსი 1). მოსწავლეები გამოიყენებენ კვლევის ტექსტურ ინსტრუქციას (რესურსი 2), რომელშიც კვლევითი ამოცანებია ჩაშენებული;

აქტივობა 2. მასწავლებელი რესურსი 3,4 და 5 - ზე დაფუძნებით საუბრობს ტრანსფორმატორის მოქმედების პრინციპებსა და მის დანიშნულებას. მოსწავლეები გაეცნობიან ტრანსფორმატორში მიმდინარე პროცესის ანიმაციას (რესურსი 6) და მასწავლებლის დახმარებით მსჯელობენ რა უპირატესობა აქვს ცვლად დენს ძაბვის ამაღლების ან დადაბლებისთვის.

დამატებითი კითხვები:

- როგორი აგებულება აქვს ტრანსფორმატორს?
- რა განაპირობებს ტრანსფორმატორის საშუალებით უმნიშვნელო ენერგეტიკული დანაკარგებით ელექტრულ წრედში ძაბვის გაზრდას ან შემცირებას?
- ენერჯის მუდმივობის კანონით როგორ აისახება ტრანსფორმატორი ძაბვების უკუპროპორციული დამოკიდებულება დენზე?
- რა დანიშნულება აქვს ტრანსფორმატორის გულარს?
- რატომ ამზადებენ ტრანსფორმატორის გულარს ერთმანეთისგან იზოლირებული სპეციალური ფოლადის ფურცლებისგან?
- რა მოხდება ტრანსფორმატორში, თუ მისი ერთი ხვია რგოლად ჩაიკეტება?
- რატომ არის დამადაბლებელ ტრანსფორმატორში მეორეული გრაგნილის ხვები უფრო დიდი განივკვეთის?
- რომელ გრაგნილს უწოდებენ პირველადს? მეორეულს?
- რატომ აღიძვრება პირველადი და მეორეული გრაგნილის თითოეულ ხვიაში ერთნაირი ინდუქციის ემმ?
- რა ტიპისაა ტრანსფორმატორი, თუ $K > 1$?
- რამდენია თანამედროვე ტრანსფორმატორების მქვ?

აქტივობა 3. მოსწავლეები გაეცნობიან ანიმაციას ტრანსფორმატორში დამუხტული ნაწილაკების მოძრაობის შესახებ (რესურსი 6) და ვიდეორგოლს ტრანსფორმატორის შესახებ (რესურსი 7). CK-12 - ის ვირტუალურ ლაბორატორიაში (რესურსი 8) მოსწავლეები მასწავლებლის დახმარებით რაოდენობრივად და გრაფიკულად გააანალიზებენ ტრანსფორმატორში მიმდინარე ელექტრომაგნიტურ პროცესებს. რესურსს თან ახლავს ვირტუალური ლაბორატორიის გამოყენების ვიდეოინსტრუქცია (რესურსი 9), რომელსაც მასწავლებელი გაეცნობა წინასწარ.

კვლევითი ამოცანა:

- ტრანსფორმატორი, რომლის პირველადი გრაგნილი შეიცავს 1000 ხვიას, ძაბვას ადაბლებს 5000ვ-დან 250ვ-მდე. გამოთვალეთ ტრანსფორმაციის კოეფიციენტი და ხვიათა რიცხვი მეორეულ გრაგნილში. ტრანსფორმატორი ასამაღლებელია თუ დამადაბლებელი?
- რამდენ ვოლტამდე ამაღლებს ტრანსფორმატორი ძაბვას, თუ მის პირველად გრაგნილში 50 ხვიაა და ძაბვა - 120ვ, ხოლო მეორად გრაგნილში 100 ხვიაა. გამოთვალეთ ტრანსფორმაციის კოეფიციენტი.

მოსწავლეები გაიაზრებენ ვირტუალური ლაბორატორიის გრაფიკულ მონაცემებს, თეორიულად ამოხსნიან კვლევით ამოცანებს და შეადარებენ სიმულატორის შედეგებს.

აქტივობა 4. მოსწავლეები გაეცნობიან ვიდეორგოლს ელექტროენერჯის გადაცემის შესახებ (რესურსი 10). ისინი მასწავლებელთან ერთად სახელმძღვანელოს გამოყენებით მსჯელობენ ელექტროენერჯის გადაცემისას გადამცემ ხაზზე დანაკარგის სახით გამოყოფილი სითბური ენერჯის შემცირების გზებზე.

დამატებითი კითხვები:

- სად გამომუშავდება ცვლადი დენი?
- რატომ იწვევს ხაზების სადენებში ელექტრული დენის გავლა მათ გათბობას?
- რომელია ელექტროენერჯის გადაცემის ყველაზე ეფექტური გზა?
- რატომ ამცირებენ დენის ძალას გადამცემ ხაზში?
- რატომ არის მნიშვნელოვანი სიმძლავრის შენარჩუნება ელექტროენერჯის გადაცემისას?
- რით არის შეზღუდული გადამცემ ხაზზე ძაბვის ამაღლება?
- როგორი ტრანსფორმატორები დგას ელექტროსადგურებთან?
- როგორი ტრანსფორმატორები დგას ელექტრული ენერჯის მომხმარებლებთან?

აქტივობა 5: დეკლარატიული და პროცედურული ცოდნის განმტკიცების მიზნით, მოსწავლეები ხსნიან ამოცანებს სახელმძღვანელოდან.

(საკითხები: ტრანსფორმატორი, წარმოება და გადაცემა).

აქტივობა 6: I ეტაპის რესურს 2 და 3 - ის გამოყენებით მოსწავლე ქმნის სტატიას და შესწავლილი საკითხი გადააქვს მასზე.

კომპლექსური დავალების შესრულების და პრეზენტაციის პროცესში მასწავლებლის მიერ დასმული შეკითხვები კონკრეტულ მოსწავლესთან ინდივიდუალური მუშაობისთვის:

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 ძრავის სტატიის წერისას?
- 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, სხვადასხვა კონსტრუქციის ძრავების ეფექტურობის გამოკვლევაში?

ახსენი, რატომ დაწერეთ სტატია? რა საკითხზე გამოხატე შენი ცოდნა კომპლექსური დავალების საშუალებით?

- რატომ შეასრულეთ 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 დასკვნამდე 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 ბუნდოვან საკითხებში?
- შეხვედით 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 პრობლემასა 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?



წარმოგიდგენთ კომპლექსური დავალების - **ელექტრონერგიის გენერაცია და გადაცემა**, ეროვნული სასწავლო გეგმის შედეგების მიღწევის დონეთა სოლო ტაქსონომიას, რომელსაც [სარეკომენდაციო ხასიათი](#) გააჩნია.

მიღწევის დონე კრიტერიუმი	აღწერილობა რა გააკეთა მოსწავლემ (მაგალითი) და რა დასკვნა გააკეთე ამის საფუძველზე	კომენტარი რა რჩევა მივეცი მოსწავლეს (განმავითარებელი შეფასების მაგალითი)
<p>აბსტრაქტული დონე</p> <p><u>შეუძლია იდეების ინტეგრირება და ცოდნის სინთეზი.</u></p> <p>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.</p>	<p>მოსწავლემ დაწერა სტატია, სადაც წარმოადგინა საკუთარი ცოდნა ელექტრონერგიის გენერაციასა და მისი გადაცემის შესახებ. მან ნამუშევრის წარდგენისას დამაჯერებლად ცვლადი დენის გენერატორით ელექტრონერგიის გენერირების და მისი გადაცემის შესახებ.</p> <p>ჩანს, რომ მოსწავლეს კარგად აქვს გააზრებული, ტრანსფორმატორის დანიშნულება და მასში მიმდინარე ელექტრომაგნიტური პროცესები. მოსწავლემ დამაჯერებლად იმსჯელა კომპლექსური დავალებაში აღწერილი მოვლენის მიზეზშედეგობრივ კავშირებზე და განაზოგადა საკუთარი ცოდნა ცხოვრებისეული მაგალითების აღწერისას. მოსწავლემ ისაუბრა საოჯახო ტექნიკურ მოწყობილობებში გამოყენებული ტრანსფორმატორების დანიშნულების შესახებ.</p>	<p>დიდი მაძლობა!</p> <p>თქვენ შესანიშნავად გაართვით თავი დავალებას. სტატიაში და ნამუშევრის წარდგენისას დამაჯერებლად წარმოაჩინეთ თქვენი ცოდნა ცვლადი დენის გენერატორის, ტრანსფორმატორის და ელექტრონერგიის გადაცემის შესახებ. დამაჯერებლად წარმოაჩინეთ მუდმივი დენის და ცვლადი დენი გენერატორების შედარებითი ანალიზი. კარგი იქნება, თუ მოიძიებთ ინფორმაციას, რა როლი მიუძღვის დიდ ქართველ მოღვაწეს, ნიკოლოზ ნიკოლაძეს ფრანგი მეცნიერის, დეპრეს მიერ შექმნილი ტრანსფორმატორის აღიარების და დანერგვის საქმეში.</p>

<p>მიმართებითი დონე <u>ამყარებს კავშირს რამდენიმე ცოდნას შორის</u></p> <p>მოსწავლე მწყობრად და თანმიმდევრულად გადმოსცემს სამიზნე ცნებასთან დაკავშირებულ მკვიდრ წარმოდგენებს.</p> <p>ურთიერთდაკავშირებულად მსჯელობს სამიზნე ცნების არსობრივ მახასიათებლებზე. გამოკვეთს კომპლექსური დავალების შეფასების კრიტერიუმების საშუალებით განსაზღვრულ ნიუანსებს.</p> <p>მოსწავლეს შეუძლია გაიაზროს კავშირი რამდენიმე ასპექტს შორის და მსჯელობს მათ შესახებ, მოვლენის, როგორც ერთიანი პროცესის შემადგენელზე. მოსწავლე ადარებს, აკავშირებს საკითხებს და მიზეზშედეგობრივი ფორმით აანალიზებს მათ.</p>	<p>მოსწავლეს გააზრებული აქვს კომპლექსური დავალების არსი. იგი დამაჯერებლად აკავშირებს სხვადასხვა ცოდნას ერთმანეთთან: საფუძვლიანად აღწერს ელექტრომაგნიტური ინდუქციის მოვლენაზე დაფუძნებული ცვლადი დენის გენერატორის მომედების პრინციპს, აკავშირებს მას ცვლადი დენის გენერატორის მიერ ელექტროენერჯის გენერირების პროცესთან, ტრანსფორმატორის მოქმედებასთან. იგი ასევე დამაჯერებლად აკავშირებს ამ მოვლენებს ელექტრული ენერჯის უმნიშვნელო დანაკარგით გადაცემის გზებთან. მოსწავლე დამაჯერებლად აკეთებს ტრანსფორმატორის და ცვლადი დენის გენერატორის შედარებით ანალიზს. თუმცა ბუნდოვნად საუბრობს ტრანსფორმატორის საოჯახო ტექნიკაში გამოყენების შესახებ.</p>	<p>გმადლობთ! თქვენ შესანიშნავად გაართვით თავი დავალებას. თქვენ მიერ ჩატარებული ვირტუალური ექსპერიმენტებით ჩანს, რომ კარგად გაქვთ გააზრებული ელექტრომაგნიტური ინდუქციის მოვლენა, ასევე ვირტუალური ლაბორატორიის საშუალებით კარგად აღწერეთ ტრანსფორმატორში მიმდინარე პროცესები. ნამუშევრის წარდგენისას გააზრებულად ისაუბრეთ კომპლექსური დავალებით წარმოდგენილი ელექტროენერჯის წარმოქმნის მიზეზ - შედეგობრივი კავშირებზე. ტრანსფორმატორის ცხოვრებაში გამოყენების მაგალითებზე არ გაგიჭირდებათ მსჯელობა, თუ ყურადღებით გაეცნობით კომპლექსურ დავალებაში წარმოდგენილ ნაბიჯი 2-ის რესურს 7-ით მოწოდებულ ინფორმაციას.</p>
<p>მულტიტრუქტურული დონე <u>აქვს ბევრი იდეა. თუმცა ვერ აკავშირებს ერთმანეთთან.</u></p> <p>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.</p>	<p>მოსწავლემ ზუსტად გაიგო დავალების არსი და დაუკავშირა მას პარაგრაფებში წარმოდგენილი მასალა. თუმცა, ის ყურადღებას არ ამახვილებს დავალების მთავარ იდეაზე. მოსწავლემ იცის, დენიანი გამტარის ირგვლივ არსებობს მაგნიტური ველი, მაგრამ ვერ აკავშირებს ამ ფაქტს ელექტრომაგნიტური ინდუქციის მოვლენასთან, იცის, რომ ტრანსფორმატორი ძაბვას ამადლებს, ან ადაბლებს, მაგრამ ვერ აკავშირებს ამ ცოდნას ელექტრომაგნიტური ინდუქციის მოვლენასთან. შესასწავლ საკითხთან დაკავშირებით შეუძლია წარმოადგინოს რამდენიმე ცოდნა, მაგრამ ვერ აკავშირებს მათ ერთმანეთთან. საბოლოოდ, მოსწავლემ ვერ ახსნა ფაქტები დავალების პირობით მოთხოვნილ კონტექსტში.</p>	<p>კარგია, რომ იცით, რა არის ტრანსფორმატორი, იცით ასევე ცვლადი დენის გენერატორის შესახებ, მაგრამ კარგი იქნება თუ გაიხსენებთ ელექტრომაგნიტური მოვლენის შესახებ, და იმ კანონზომიერებებს, რომელსაც ემორჩილება აღნიშნული მოვლენა. ეს ფაქტი ხელს შეუწყობს გაიაზროთ როგორ ხდება მაგნიტური ველის გავლენით ინდუქციური ვენის აღძვრა შეკრულ გამტარ კონტურში, შეეცადეთ დაინახოთ კავშირი ცვლადი დენის გენერატორსა და ტრანსფორმატორს შორის. იმისთვის, რომ შეძლოთ ამ კავშირის დანახვა, ყურადღებით გაეცანით სახელმძღვანელოს გარდა ნაბიჯის 1 - ის რესურს 2,3-ს და რესურსი 5 - ის საშუალებით მოწოდებულ ინფორმაციას.</p>
<p>უნიტრუქტურული დონე <u>აქვს ერთი იდეა</u></p> <p>მოსწავლეს აქვს მხოლოდ ერთი არასტრუქტურირებული ასოციაცია/წარმოდგენა განსახილველ საკითხთან დაკავშირებით, მისი მსჯელობა</p>	<p>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</p>	<p>კარგია, რომ გაიგეთ, რა არის დავალების არსი, იცით, რომ გენერატორით მიიღება ელექტრული ენერჯია, მაგრამ ამ მოვლენის ახსნა რომ არ გაგიჭირდეთ, სახელმძღვანელოს გარდა, კარგი იქნება, თუ გამოიყენებთ ნაბიჯი 1-ის და</p>

<p>შესასწავლ საკითხთან დაკავშირებით შემოიფარგლება საკვანძო სიტყვებსა 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/ ალგორითმების შესრულება, პერიფრაზირება, ამოცნობა, დასახელება ან დათვლა.</p>	<p>დავალებასთან მიმართებით: მაგ, იცის, რომ ცვლადი დენის გენერატორი აგენერირებს ელექტრულ ენერჯიას, მაგრამ ვერ ასახულებს, რატომ ხდება ეს. ვერ აღწერს ელექტრომაგნიტური ინდუქციის მოვლენას, ვერ ასახელებს ტრანსფორმატორის მახასიათებლებს. მოსწავლემ ვერ შეასრულა დავალება, ვერ მიხვდა ექსპერიმენტის მოდელირების არსს და რას ნიშნავს ცვლადი დენი, მოსწავლის აზრი არ შეესაბამება გაკვეთილის შინაარსს.</p>	<p>ნაბიჯი 2-ის რესურსებს, ვიდეო გაკვეთილებს, ფოტო მასალას, სიმულაციებს. 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 შეეცადეთ არ გამოტოვოთ არც ერთი კითხვა.</p>
<p>პრესტრუქტურული დონე <u>არ აქვს იდეა</u></p> <p>მოსწავლეს საკითხთან დაკავშირებით არ აქვს რელევანტური ინფორმაცია.</p>	<p>მოსწავლემ არ შეასრულა დავალება, რადგან არ გააჩნია დეკლარატიული ცოდნა, იგი ვერ იაზრებს დავალების პირობას, ვერ იწყებს დავალებაზე მუშაობას, არ აქვს იდეა დავალებასთან მიმართებით, ვერ იგებს კვლევის მიზანს, ვერ ატარებს ექსპერიმენტს, ბუნდოვანია დავალების არსი, არ ფლობს თეორიულ ცოდნას, რომელიც საჭიროა მოცემული დავალების შესასრულებლად.</p>	<p>გაიხსენეთ, რა არის ელექტრული დენი, გამოიყენეთ სახელმძღვანელო და მოწოდებული რესურსები: ტელესკოლა, ვირტუალური ლაბორატორია, უპასუხეთ ნაბიჯების კითხვებს, შეეცადეთ არ გამოტოვოთ არც ერთი მათგანი და უპასუხეთ მათ მოწოდებულ რესურსებზე დაყრდნობით.</p>

შუალედური სასწავლო მიზანი N6

<p>გრძელვადიანი მიზანი</p>	<p>შუალედური სასწავლო მიზანი N6</p>	
<p>სამიზნე ცნება: მატერია, (შედეგი 1.2.3,4) ფიზიკური პროცესი (შედეგი 1.2.3,4)</p> <p>ქვეცნება (ზოგადი/კერძო) –</p> <p>ნივთიერება - ნივთიერების სტრუქტურა და თვისებები;</p> <p>ელექტრომაგნიტური პროცესები - ელექტრომაგნიტური რხევები და ტალღები</p>	<p>საკვანძო შევითხვა - როგორ ავხსნათ პოსტერის გამოყენებით, რა არის მირაჟი და ატმოსფეროში მიმდინარე რომელი ფიზიკური პროცესები განაპირობებს მის არსებობას?</p> <p>კომპლექსური დავალების იდეა - მირაჟი</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div> <p>ადამიანები უძველესი დროიდან აკვირდებოდნენ მოვლენას, რომლის დროსაც საგნებს ხედავდნენ იქ, სადაც ისინი არ არის. ამ მოვლენას მირაჟი ჰქვია და მის შესახებ მრავალი ლეგენდაა ცნობილი. სინამდვილეში მირაჟი ოპტიკური მოვლენაა და მისი გამოჩენა ატმოსფეროში მიმდინარე ფიზიკურ პროცესებს უკავშირდება. მირაჟის დამზერა შესაძლებელია პალესტინის ცხელ უდაბნოებშიც და შორეულ, ცივ ალიასკაზეც. ამასთან, რაც უფრო ძლიერია სიცივე, მით უფრო ნათელი და ლამაზი ხილვები ჩნდება მის ცაზე.</p> <p>თქვენი დავალებაა შექმნათ პოსტერი, რომლის საშუალებითაც ახსნით, ატმოსფერული ოპტიკური მოვლენის - მირაჟის წარმოქმნას.</p>	
<p>თემა - გეომეტრიული ოპტიკა</p> <p>საკითხები - სინათლის წრფივი გავრცელება, არეკვლა, გარდატეხა,</p> <p>ქვესაკითხები - არეკვლის კანონები, გარდატეხის კანონები, გარდატეხის მაჩვენებელი, სრული შინაგანი არეკვლა, ატმოსფერული რეფრაქცია, მირაჟი</p>	<p>შეფასების კრიტერიუმი - (ზოგადი)</p> <p>მოსწავლეს შეუძლია:</p> <p>შეფასების კრიტერიუმი - (კონკრეტულ კომპლექსურ დავალებაზე მისადაგებული) ნაშრომში ხაზგასმით წარმოაჩინეთ:</p>	
<p>სამიზნე ცნების მკვიდრი წარმოდგენები</p> <p>მოსწავლემ უნდა გააცნობიეროს, რომ:</p>	<p>მატერია</p> <p>1. ყველაფერი რაც ჩვენ გარშემო არსებობს მატერიაა. იგი ორი სახისაა: ნივთიერება და ველი. ყველა ნივთიერება შედგება ნაწილაკებისაგან -</p>	<p>მატერია</p> <p>4. გააცნობიეროს, მატერიის რომელი სახეები ხვდება მას, განსახილველ საკითხში, რისგან შედგება ნივთიერება, რომელიც მის მიერ განსახილველ საკითხში მონაწილეობს;</p> <p>5. გააანალიზოს, რა დამოკიდებულებაა</p>
<p>მატერია</p> <p>1. ყველაფერი რაც ჩვენ გარშემო არსებობს მატერიაა. იგი ორი სახისაა: ნივთიერება და ველი. ყველა ნივთიერება შედგება ნაწილაკებისაგან -</p>	<p>მატერია</p> <p>4. გააცნობიეროს, მატერიის რომელი სახეები ხვდება მას, განსახილველ საკითხში, რისგან შედგება ნივთიერება, რომელიც მის მიერ განსახილველ საკითხში მონაწილეობს;</p> <p>5. გააანალიზოს, რა დამოკიდებულებაა</p>	<p>კრიტერიუმი #1</p> <p>რატომ გვეჩვენება აუზის სიღრმე უფრო ნაკლები, ვიდრე ის სინამდვილეშია? ალწერეთ როდენობრივად სხივთა სვლის პროცესი ერთი</p>

<p>მოლექულებისა და ატომებისგან;</p> <p>2. ნივთიერების ფიზიკური თვისებები დამოკიდებულია მის შემადგენელ ნაწილაკებსა და სტრუქტურაზე, ხოლო ველის ფიზიკური თვისებები - ველის შემქმნელი ობიექტების მოძრაობასა და განლაგებაზე;</p> <p>3. მატერიის ფიზიკური თვისებები შეიძლება შეიცვალოს შიდა/გარე ფაქტორებით. ეს თვისებები და მათი ცვლილება ხასიათდება ფიზიკური სიდიდეებით, რომლებიც იზომება ცდის მეშვეობით.</p> <p>ფიზიკური პროცესი</p> <p>1. ფიზიკური პროცესი სისტემის/სხეულის მდგომარეობის დროში ცვლილებაა, რომელიც აღიწერება რაოდენობრივი და თვისობრივი მახასიათებლებით;</p> <p>2. ყველა ფიზიკურ მოვლენას/პროცესს აქვს მიზეზი და მოჰყვება შედეგი, რომელთა დაკავშირებაც შესაძლებელია ბუნების კანონების გამოყენებით.</p>	<p>განსახილველ საკითხში წარმოდგენილი ნივთიერების თვისებებსა და მის სტრუქტურას შორის, რა დამოკიდებულებაა განსახილველ საკითხში არსებული ველის თვისებებსა და ველის შემქმნელი ობიექტების განლაგებას/მოძრაობას შორის;</p> <p>6. იმსჯელოს, რომელი გარე/შიდა ფაქტორები განაპირობებს მატერიის ფიზიკური თვისებების ცვლილებებს და რომელი ფიზიკური სიდიდეებით ხასიათდება მატერიის ეს თვისებები და მათი ცვლილება.</p> <p>ფიზიკური პროცესი</p> <p>1. იმსჯელოს, რა თვისობრივი ცვლილებები მიმდინარეობს განსახილველ ფიზიკურ პროცესში და როგორ აღიწერება ეს ცვლილებები რაოდენობრივად;</p> <p>2. დააკავშიროს ერთმანეთთან განსახილველი მოვლენის/პროცესის გამომწვევი მიზეზები და შედეგები, ახსნას ეს კავშირი ბუნების კანონების გამოყენებით;</p>	<p>გარემოდან მეორეში გადასვლისას (მატ. 2.3, ფიზ. პროცე. 1.2)</p> <p>კრიტერიუმი #2</p> <p>რა არის მირაჟი და რა ფიზიკური პროცესები განაპირობებს ატმოსფეროში მის წარმოქმნას?(მატ.1.2,ფიზ. პროც.1.2)</p>
--	--	---

კომპლექსური დავალების განხორციელების ეტაპები (აქტივობები, რესურსები, შეკითხვები)

ეტაპი I – კომპლექსური დავალების პირობის გაცნობა

რესურსები/განსახილველი ქეისები:

- რესურსი 1. სამოტივაციო ვიდეოები:

<https://www.youtube.com/watch?v=R-Lacu0VG3Y> - ეს ნავი ჰაერში ცურავს?

<https://www.youtube.com/watch?v=691SwCFzejm> - წყლის ილუზია უდაბნოში

რჩევები პოსტერის შესაქმნელად:

- რესურსი 2. სტატია:

<https://www.living-democracy.com/ge/textbooks/volume-2/students-manual-10/toolbox-6/>

- რესურსი 3. სტატია:

<http://mastsavlebeli.ge/?p=7931>

- რესურსი 4. [როგორ შევქმნათ პოსტერი?](#)

კომპლექსური დავალების პირობის გაცნობა

სარეკომენდაციო აქტივობა: რესურს 1-ზე დაყრდნობით მასწავლებელი სთხოვს მოსწავლეებს დააკვირდნენ ზღვის თავზე მოლივლივე ნავის გამოსახულებას, ასევე უდაბნოში წყლის ილუზიას და გამოთქვან მოსაზრება მირაჟის წარმოქმნის სავარაუდო მიზეზების შესახებ. მასწავლებელი მოსწავლეებს აცნობს პოსტერის მაგალითებს (რესურსი 2, 3 და 4), რჩევებს პოსტერის შექმნის შესახებ. მოსწავლეები მსჯელობენ პოსტერზე ინფორმაციის სავარაუდო განლაგების შესახებ.

კომპლექსური დავალების პირობის გააზრებაზე ორიენტირებული შეკითხვები:

სამოტივაციო ვიდეოები (რესურსი 1)

- როგორ ფიქრობთ, ვიდეოში ნავია, თუ მისი გამოსახულება?
- ემთხვევა თუ არა სხეულის გამოსახულება მის რეალურ მდებარეობას?
- რა არის უდაბნოში წყლის გამოჩენის მიზეზი?
- რას უკავშირდება ვიდეოებში გადაღებული მოვლენები?

პოსტერი (რესურსი 2, 3 და 4)

- შეგიქმნიათ თუ არა პოსტერი?
- რა უნდა ვიცოდეთ პოსტერის შესაქმნელად?
- რა ნაბიჯების გადადგმა მოგიწევთ პოსტერის შესაქმნელად?
- როგორ ავსახავთ პოსტერში თქვენი ამოცანის ამოხსნის შესაბამის სქემატურ ნახაზებს?

კომპლექსური დავალება

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

ეტაპი II – კომპლექსურ დავალებაზე მუშაობა

ქვეცნება (ზოგადი) - ნივთიერება, ელექტრომაგნიტური პროცესები

ნაბიჯი 1 - შეფასების კრიტერიუმი # 1.

რატომ გვეჩვენება აუზის სიღრმე უფრო ნაკლები, ვიდრე ის სინამდვილეშია? აღწერეთ როდენობრივად სხივთა სვლის პროცესი ერთი გარემოდან მეორეში გადასვლისას (მატერია 2.3, ფიზიკური პროცესი 1.2)

რესურსი/აქტივობა/დამხმარე კითხვები:

- **რესურსი 1.** სახელმძღვანელო, პარაგრაფები, სადაც წარმოდგენილია შემდეგი საკითხები: სინათლის წრფივი გავრცელება, სინათლის არეკვლის და გარდატეხის კანონები. სრული შინაგანი არეკვლა.
- **რესურსი 2.** ტელესკოლა, ფიზიკის დრო - სინათლის არეკვლის კანონები: <https://youtu.be/OtbviZIRvzQ>
- **რესურსი 3.** ტელესკოლა, ფიზიკის დრო - სინათლის გარდატეხა: <https://youtu.be/uFOFH0s8m0A>
- **რესურსი 4.** რესურსი Geogebra-ში - სინათლის არეკვლა და გარდატეხა: <https://www.geogebra.org/m/zhddnr5d>
- **რესურსი 5.** ვირტუალური ლაბორატორია: https://phet.colorado.edu/sims/html/bending-light/latest/bending-light_en.html
- **რესურსი 6.** სრული შინაგანი არეკვლის დემონსტრირება წყლის ნაკადში: <https://www.youtube.com/watch?v=XrWB0KLXpn8>
- **რესურსი 7.** ვიდეორგოლი - სინათლის გარდატეხა: <https://youtu.be/ibfCsha7Syc>
- **რესურსი 8.** ვირტუალური ლაბორატორია: <https://javalab.org/en/refraction-a-fish-under-water-en/>
- **რესურსი 9.** ვიდეორგოლი მონეტის „ამოტივტივება“ : <https://www.youtube.com/watch?v=s3EK1lGkf2s>

აქტივობა 1. რესურსი 1, 2, და 3-ის გამოყენებით მოსწავლე გაეცნობა და სიღრმისეულად გაიაზრებს შესასწავლ საკითხებს: სინათლის წრფივი გავრცელება, სინათლის არეკვლის და გარდატეხის კანონები, სრული შინაგანი არეკვლა.

აქტივობა 2. აქტივობა სახელმძღვანელოდან.

სინათლის წრფივ გავრცელებაზე დაკვირვების მიზნით მოსწავლე ატარებს ცდას.

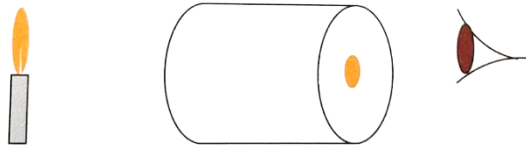
ცდის მიზანი: კამერა-ობსკურას დამზადება.

ცდისთვის საჭიროა: მუყაოს კოლოფი,

ნახევრადგამჭვირვალე

ქაღალდი(პერგამენტი), ჭიკარტი, წებო, მაკრატელი, სანთელი.

ცდის აღწერა: კოლოფის ერთ კედელზე (უკანა კედელზე) ამოჭერით პატარა ფანჯარა და მასში პერგამენტი ჩააწებეთ. მის მოპირდაპირე კედელზე (წინა კედელი) ჭიკარტის საშუალებით გააკეთეთ დაახლოებით 1 მმ დიამეტრის ნახვრეტი. მიიღებთ უმარტივეს კამერა-ობსკურას. ჩაბნელებულ ოთახში კამერის წინა კედელი მიუშვირეთ ანთებულ სანთელს და მიიღეთ მისი გამოსახულება ეკრანზე (უკანა კედელზე). გააფართოეთ ნახვრეტის დიამეტრი (დაახლოებით 5 მმ-მდე) და გაიმეორეთ ცდა.



კვლევითი კითხვები:

- ხედავთ თუ არა ქაღალდზე გამოსახულებას?

- როგორი გამოსახულება მიიღება ეკრანზე—პირდაპირი თუ შებრუნებული? გადიდებული თუ შემცირებული?
- დააშორეთ სანთელი მოწყობილობას. როგორ შეიცვალა გამოსახულება?
- ივარაუდეთ, როგორ შეიცვლება გამოსახულების სიმკვეთრე ნახვრეტის ზომის გაზრდით? თქვენი ვარაუდი შეამოწმეთ ცდით.

თქვენი დასკვნები ჩაწერეთ რვეულში.

აქტივობა 3: სინათლის არეკვლის და გარდატეხის მოვლენების შესასწავლად, **რესურსი 5** -ის გამოყენებით, მოსწავლე ატარებს ცდებს ვირტუალურ ლაბორატორიაში: ა) ცვლის დაცემის კუთხეს და აკვირდება არეკვლის კუთხეს, გამოაქვს დასკვნა; ბ) ცვლის დაცემის კუთხეს და აკვირდება გარდატეხის კუთხეს, იმეორებს ცდას სხვადასხვა გარემოს შემთხვევისთვის. გამოაქვს დასკვნა.

სინათლის წრფივი გავრცელების, სინათლის არეკვლის და გარდატეხის მოვლენების სიღრმისეულად გააზრების მიზნით, მოსწავლე პასუხობს დამატებით კითხვებს.

დამხმარე კითხვები:

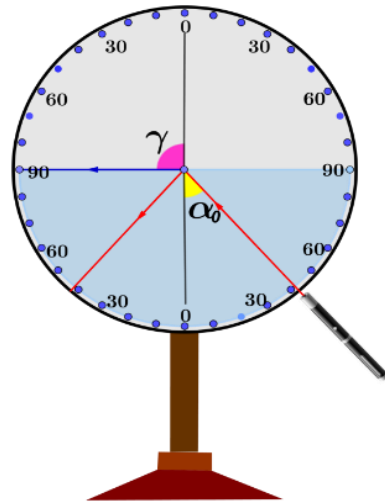
- რაში მდგომარეობს სინათლის არეკვლის კანონები?
- რას ეწოდება წარმოსახვითი გამოსახულება?
- რაში მდგომარეობს სინათლის არეკვლის კანონები?
- რისი ტოლია დაცემის კუთხე, თუ სხივი ზედაპირს მართობულად ხვდება?
- რას ეწოდება წარმოსახვითი გამოსახულება?
- როგორ არეკვლას ეწოდება სარკული არეკვლა? დიფუზური არეკვლა?
- რა სახის არეკვლის შედეგად ვხედავთ იმ საგნებს, რომლებიც თავად არ ასხივებენ სინათლეს?
- ახსენით სინათლის გარდატეხის მოვლენა?
- ჩამოაყალიბეთ სინათლის გარდატეხის კანონები?
- რა ფიზიკური შინაარსი აქვს სინათლის გარდატეხის მაჩვენებელს და რაზეა იგი დამოკიდებული?
- რით განსხვავდება სინათლის გარდატეხის აბსოლუტური მაჩვენებელი ფარდობითისგან?
- რას ნიშნავს დაცემული და გარდატეხილი სხივების შექცევადობა?
- რა შემთხვევაშია სინათლის დაცემის და გარდატეხის კუთხეები ტოლი?
- რისი ტოლია კვარცის გარდატეხის მაჩვენებელი წყლის მიმართ? წყლის გარდატეხის მაჩვენებელი კვარცის მიმართ?
- როგორ იცვლება სინათლის სიჩქარე წყლიდან კვარცში გადასვლისას? რატომ?

აქტივობა 4. აქტივობა სახელმძღვანელოდან - სრული შინაგანის მოვლენის შესწავლა ექსპერიმენტის გზით: მოსწავლე აკვირდება სხივთა სვლას ოპტიკური დისკოს გამოყენებით, როცა სხივი გადადის ოპტიკურად მეტად მკვრივი გარემოდან ოპტიკურად ნაკლებად მკვრივ გარემოში.

ოპტიკურ დისკოზე დაამაგრეთ მინის ნახევარდისკო და სხივი მიმართეთ ნახევარდისკოს რადიუსის გასწვრივ დისკოს ცენტრისკენ. მინა—ჰაერის საზღვარზე სინათლის ნაწილი აირეკლება, ხოლო ნაწილი ჰაერში გადავა და იცვლის მიმართულებას. ამ შემთხვევაში გარდატეხის კუთხე მეტია დაცემის კუთხეზე. გაზარდეთ დაცემის კუთხე და დააკვირდით როგორ შეიცვლება არეკვლის კუთხე, გარდატეხის კუთხე. კვლევა წარმართეთ დამხმარე კითხვების მიხედვით.

დამხმარე კითხვები:

- რას წარმოადგენს ოპტიკური დისკო?
- დაცემის კუთხის გაზრდით როგორ იცვლება არეკვლის კუთხე? გარდატეხის კუთხე?
- რომელი უფრო სწრაფად იზრდება: არეკვლის კუთხე თუ გარდატეხის კუთხე?
- დაცემის კუთხის ზრდისას როგორ იცვლება არეკვლილი კონის სიმკვეთრე (სინათლის ენერგია, ინტენსივობა)? გარდატეხილი კონის სიმკვეთრე (სინათლის ენერგია, ინტენსივობა)?
- დაცემის კუთხის რა მნიშვნელობისთვის გაქრა გარდატეხილი სხივის კონა?
- ნახტომისებურად გადავიდა თუ არა გარდატეხილი სხივის კონა არეკვლილში?
- გარდატეხილი სხივის ინტენსივობის კლება (არეკვლილი სხივის ინტენსივობის ზრდა) მიმდინარეობდა უწყვეტად თუ ნახტომისებურად?
- რას ეწოდება სრული შინაგანი არეკვლა?
- რას ეწოდება სრული შინაგანი არეკვლის ზღვრული კუთხე?
- რატომ ბრწყინავს ნამის წვეთები მზის შუქზე?
- რატომ „თამაშობს“ სინათლე ძვირფას ქვაში?
- რატომ გვეჩვენება წყლის ზედაპირი სარკული, როცა მას ქვევიდან გარკვეული კუთხით ვუყურებთ?
- დაასახელეთ სრული შინაგანი არეკვლის გამოყენების მაგალითები თანამედროვე ყოფა-ცხოვრებაში.



აქტივობა 5. რესურსი 6 და 7-ის გამოყენებით მოსწავლე გაეცნობა სრული შინაგანი არეკვლის გამოვლინების საინტერესო შემთხვევებს.

აქტივობა 6. რესურსი 8 - ის გამოყენებით მოსწავლე აკვირდება წყალში სინათლის გარდატეხის მოვლენას. თევზზე დაცემულ სხივთა სვლის გაანალიზების საფუძველზე კი დაადგენს, რატომ ეჩვენება ადამიანს თევზი წყალში უფრო მაღლა, ვიდრე ის არის სინამდვილეში. **რესურსი 9-ზე** დაფუძნებით ატარებს ცდას და მსჯელობს, როგორ ახერხებს „ამოტივტივებას“ წყალში ლითონის მონეტა. წარმოდგენილ რესურსებზე მსჯელობის შემდეგ გამოაქვს დასკვნა, რატომ გვეჩვენება აუზის სიღრმე უფრო ნაკლები, ვიდრე ის სინამდვილეშია.

აქტივობა 7. დეკლარატიული და პროცედურული ცოდნის განმტკიცების მიზნით, მოსწავლეები ხსნიან ამოცანებს სახელმძღვანელოდან.

(საკითხები: სინათლის წრფივი გავრცელება, სინათლის არეკვლა და გარდატეხა, სრული შინაგანი არეკვლა)

ნაბიჯი 2 - შეფასების კრიტერიუმი # 2.

რა არის მირაჟი და რა ფიზიკური პროცესები განაპირობებს ატმოსფეროში მის წარმოქმნას? (მატ. 1.2, ფიზ. პროც. 1.2)

რესურსი/აქტივობა/დამხმარე კითხვები:

- **რესურსი 1.** სახელმძღვანელო. პარაგრაფი, სადაც წარმოდგენილია შემდეგი საკითხი: სინათლის გარდატეხა ატმოსფეროში. მირაჟი.

- რესურსი 2. ვიდეორგოლი „ლაზერის სხივის გამრუდება“ *Bending a laser beam.*
Experiment:
<https://www.youtube.com/watch?v=zTx7UoPXvr4>
- რესურსი 3. ვიდეორგოლი „რა არის მირაჟი“:
<https://www.youtube.com/watch?v=stUG3l8GyKQ>
- რესურსი 4. სტატია - ატმოსფერული რეფრაქცია:
<http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbase/atmos/mirage.html>

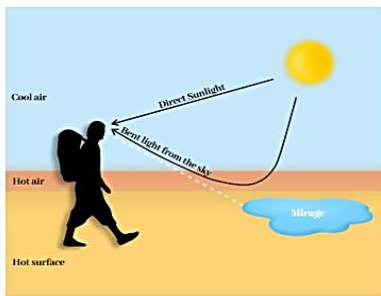
აქტივობა 1. რესურს 1 -ზე დაყრდნობით, მოსწავლე გაეცნობა ატმოსფერული რეფრაქციის მოვლენას და მირაჟის, როგორც ატმოსფერული რეფრაქციის გამოვლინების შემთხვევას.

დამატებითი კითხვები:

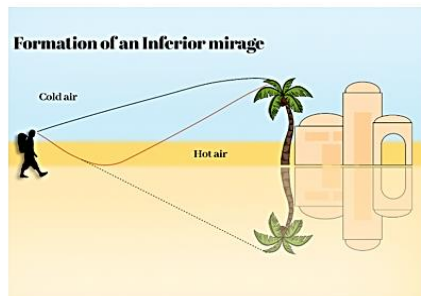
- როგორ არის განაწილებული დედამიწის ატმოსფერული ფენები სიმკვრივის მიხედვით?
- ახდენს თუ არა გავლენას ატმოსფერული ფენების სიმკვრივეზე ჰაერის მასების ცირკულაცია და კონვექციური ნაკადები?
- როგორ იცვლება ჰაერის ოპტიკური სიმკვრივე, მისი სიმკვრივის შემცირებისას? გაზრდისას?
- როგორ გარემოს ეწოდება ოპტიკურად არაერთგვაროვანი გარემო?
- რით არის გამოწვეული შორს ანთებული ნათურების ციმციმი?
- რას ეწოდება ატმოსფერული რეფრაქცია?
- რატომ გვეჩვენება ციური სხეულები ჰორიზონტიდან უფრო მაღლა, ვიდრე სინამდვილეშია?

აქტივობა 2. რესურს 2 - ზე დაყრდნობით მოსწავლე აკვირდება ლაზერის სხივის გამრუდების მოვლენას. გაიაზრებს ნივთიერების სიმკვრივის გაზრდით როგორ იცვლება მისი გარდატეხის მაჩვენებელი და მსჯელობს სხივის გამრუდების მიზეზებზე;

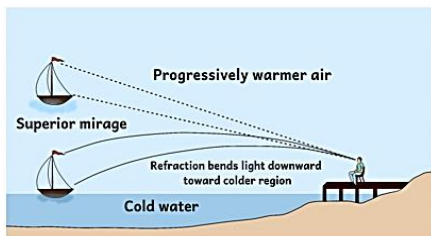
აქტივობა 3. მოსწავლე აანალიზებს ფოტოებზე გამოსახული მირაჟის - ატმოსფერული ფენების არათანაბარი სიმკვრივით განპირობებული ოპტიკური მოვლენის სხვადასხვა სახეს და ხსნის მას.



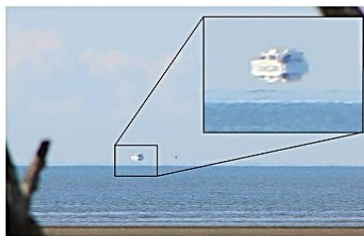
1



2



3



4

დამხმარე კითხვები:

- მირაჟის რომელ სახეებს ხედავთ ფოტოებზე (1,2,3 და 4) ?
- რა განაპირობებს თითოეულ მათგანზე სინათლის სხივების გამრუდებას?
- ახსენით თითოეული მოვლენის ფიზიკური მექანიზმი;
- რა კავშირია ფატა - მორგანასა (fata - Morgana) და ოპტიკურ მოვლენა - მირაჟს შორის?

აქტივობა 4. მოსწავლე გაეცნობა ვიდეორგოლს (რესურსი 3), მსჯელობს მასში წარმოდგენილი ფიზიკური მოვლენის მექანიზმებზე;

აქტივობა 5. მოსწავლე გაეცნობა სტატიას: ატმოსფერული რეფრაქცია (რესურსი 4) და პასუხობს კითხვებს:

დამატებითი კითხვები:

- რატომ გვეჩვენება ჰორიზონტთან მზე შებრტყელებული?
- ჰაერის აბსოლუტური გარდატეხის მაჩვენებელი მცირეა (ოდნავ მეტია 1-ზე). მაშ რა განაპირობებს მის საგრძნობ გადახრას საწყისი მიმართულებიდან?
- მირაჟის გარდა რა გამოვლინებები ახასიათებს ატმოსფერული რეფრაქციას?

აქტივობა 6. I ეტაპის რესურს 2,3,4 -ის გამოყენებით მოსწავლე ქმნის პოსტერს და შესწავლილი საკითხი გადააქვს მასზე.

კომპლექსური დავალების შესრულების და პრეზენტაციის პროცესში მასწავლებლის მიერ დასმული შეკითხვები კონკრეტულ მოსწავლესთან ინდივიდუალური მუშაობისთვის:

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 მოვლენა „მირაჟის“ ამსახველი 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 პროდუქტი გვეხმარება ოპტიკური ილუზიების გააზრებაში?

ახსენი, რატომ შექმენი პოსტერი? რა საკითხზე გამოხატე შენი ცოდნა კომპლექსური დავალების საშუალებით?

- რატომ შეასრულეთ 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 დასკვნამდე 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 გამოგვიდათ 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 ბუნდოვან 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 პრობლემასა 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; 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 გამოგვიდათ ის, რაც მასწავლებლისგან გქონდათ დავალებული?

წარმოგიდგინთ კომპლექსური დავალების - **მირაჟი**, ეროვნული სასწავლო გეგმის შედეგების მიღწევის დონეთა სოლო ტაქსონომიას, რომელსაც სარეკლამენდაციო ხასიათი გააჩნია.

მიღწევის დონე კრიტერიუმი	აღწერილობა რა გააკეთა მოსწავლემ (მაგალითი) და რა დასკვნა გავაკეთე ამის საფუძველზე	კომენტარი რა რჩევა მივეცი მოსწავლეს (განმავითარებელი შეფასების მაგალითი)
<p>აბსტრაქტული დონე</p> <p><u>შეუძლია იდეების ინტეგრირება და ცოდნის სინთეზი.</u></p> <p>მოსწავლე კომპლექსური დავალების საშუალებით გამოკვეთილ მაგალითებზე დაყრდნობით ურთიერთდაკავშირებულად 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.</p>	<p>დავალების არსი და მიზანი გაიგო მოსწავლემ: შექმნა პოსტერი, სადაც წარმოადგინა საკუთარი ცოდნა მირაჟის შესახებ. მოსწავლემ დამაჯერებლად ახსნა, რატომ ხედავს თვალი საგნებს და დაასაბუთა, რა ფიზიკური პროცესები განაპირობებს ამ უცნაურ მოვლენას. მოსწავლის ნამუშევრის წარდგენისას ჩანს, რომ მას კარგად აქვს გააზრებული როგორ იცვლება ატმოსფერული ფენების სიმკვრივე სხვადასხვა მიზეზის გამო და როგორ ახდენს ეს ფაქტი გავლენას სინათლის სხივის გავრცელებაზე. მოსწავლემ სრულყოფილად შეასრულა კომპლექსური დავალება. ნამუშევრის წარდგენისას მან შესანიშნავად წარმოადგინა საკუთარი ცოდნა. მოსწავლემ დამაჯერებლად იმსჯელა კომპლექსური დავალებაში აღწერილი მოვლენის მიზეზშედეგობრივ კავშირებზე და განაზოგადა საკუთარ ცოდნა ცხოვრებისეული მაგალითების აღწერისას. იმსჯელა მირაჟის სხვადასხვა სახეების შესახებ. მოსწავლემ გაიხსენა საკუთარი ცხოვრებიდან მირაჟის დანახვის რამდენიმე შემთხვევა და ახსნა ის ფიზიკის ცოდნის გამოყენებით.</p>	<p>დიდი მადლობა! თქვენ შესანიშნავად გაართვით თავი დავალებას. დამაჯერებლად წარმოაჩინეთ თქვენი ცოდნა სინათლის ერთგვაროვან და არაერთგვაროვან გარემოში გავრცელების შესახებ და ამ ცოდნაზე დაფუძნებით დამაჯერებლად იმსჯელეთ მირაჟის არსებობის ფიზიკურ მექანიზმებზე. თქვენ მიერ შექმნილ პოსტერში სიღრმისეულად აღწერეთ ის ფიზიკური პროცესები, რაც განაპირობებს კომპლექსურ დავალებაში წარმოდგენილ უცნაურ მოვლენას. ასევე საინტერესოა თქვენი ინფორმაცია მირაჟის სხვადასხვა სახის არსებობის შესახებ. კარგი იქნება, თუ მოიძიებთ ინფორმაციას, აქვს თუ არა რაიმე გამოყენება ამ უცნაურ მოვლენას და საქართველოში თუ არსებობს ამ მიმართულებით რაიმე გამოცდილება.</p>
<p>მიმართებითი დონე</p> <p><u>ამყარებს კავშირს რამდენიმე ცოდნას შორის</u></p> <p>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</p>	<p>მოსწავლეს გააზრებული აქვს კომპლექსური დავალების არსი. იგი დამაჯერებლად აკავშირებს სხვადასხვა ცოდნას ერთმანეთთან: საფუძვლიანად აღწერს რა განაპირობებს მირაჟის არსებობას, ასაბუთებს ფიზიკურ პროცესს - სინათლის გავრცელების, მისი გარდატეხის ფიზიკურ მექანიზმებს და აკავშირებს ამ მოვლენის განსხვავებულ შედეგებს გარემო პირობების მახასიათებლებთან. მოსწავლეს სიღრმისეულად აქვს გააზრებული განსხვავებული ოპტიკური სიმკვრივის გარემოში სხივთა სვლის პროცესი და მექანიზმი, რომელსაც ეფუძნება საგნების დანახვა. თუმცა</p>	<p>გმადლობთ! თქვენ შესანიშნავად გაართვით თავი დავალებას. თქვენ მიერ ჩატარებული ცდებით (კამერა ობსკურა, ვირტუალური ლაბორატორია), ჩანს რომ კარგად გაქვთ გააზრებული სხივთა სვლა ერთგვაროვან გარემოში, ასევე ვირტუალური ლაბორატორიის საშუალებით კარგად აღწერეთ სხივთა სვლა, დავალების წარდგენისას გააზრებულად ისაუბრეთ კომპლექსური დავალების მიხედვით ოპტიკური მოვლენის მიზეზშედეგობრივ კავშირებზე. არ გაგიჭირდებათ მირაჟის სხვა სახეებზე მსჯელობა, თუ კიდევ ერთხელ ყურადღებით გაეცნობით კომპლექსურ დავალებაში წარმოდგენილ ნაბიჯი</p>

<p>ესახებ, მოვლენის, როგორც ერთიანი პროცესის შემადგენელზე. მოსწავლე ადარებს, აკავშირებს საკითხებს და მიზნულშედეგობრივი ფორმით აანალიზებს მათ.</p>	<p>არადამაჯერებლად საუბრობს მირაჟის სხვადასხვა სახის შესახებ. იხსენებს საკუთარ მოგონებას მირაჟის შესახებ, თუმცა უჭირს რეალურ ცხოვრებაში ნანახი მირაჟის კონკრეტული ფიზიკური მექანიზმების ახსნა.</p>	<p>2-ის რესურს 3 და 4-ით მოწოდებულ ინფორმაციას.</p>
<p>მულტიტრუქტურული დონე <u>აქვს ბევრი იდეა, თუმცა ვერ აკავშირებს ერთმანეთთან.</u></p> <p>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.</p>	<p>მოსწავლემ ზუსტად გაიგო დავალების არსი და დაუკავშირა მას პარაგრაფებში წარმოდგენილი მასალა, თუმცა ის ყურადღებას არ ამახვილებს დავალების მთავარ იდეაზე. მოსწავლემ იცის, რომ სინათლის სხივი არაერთგვაროვან გარემოში მიმართულებას იცვლის, მაგრამ როგორ იცვლის და რა განაპირობებს ამ მოვლენას, ვერ ასაბუთებს. იცის, რომ ატმოსფეროს ფენების სიმკვრივე არაერთგვაროვანია, მაგრამ ვერ ასაბუთებს, რა გავლენას ახდენს ეს ფაქტი სინათლის სხივთა სვლაზე. შეუძლია ჩამოთვალოს გარემოში სხივთა სვლის მახასიათებელი სიდიდეები, თუმცა უჭირს მათ შორის კავშირის დამყარება. ვირტუალურ ლაბორატორიაში ასრულებს პროცედურებს, მაგრამ ნასწავლი თეორიის გამოყენებით მისი ახსნა უჭირს. საბოლოოდ, მოსწავლემ ვერ ახსნა მირაჟის მოვლენა კომპლექსური დავალების პირობით მოთხოვნილ კონტექსტში.</p>	<p>კარგია, რომ იცით სინათლის არეკვლის და გარდატეხის მოვლენის შესახებ, მაგრამ კარგი იქნება თუ შეეცდებით დაინახოთ კავშირი ამ მოვლენების მახასიათებელ პარამეტრებს შორის. იმისთვის, რომ შეძლოთ უფრო სიღრმისეულად გაიაზროთ თქვენ მიერ აღწერილი მოვლენის მახასიათებელი ფიზიკური სიდიდეებს და მირაჟის გამომწვევ პირობებს შორის კავშირი, ყურადღებით გაეცანით ნაბიჯის 1 - ის რესურს 1,2,3 - ის და ნაბიჯი 2 - ის რესურს 3 , 4 - ის საშუალებით მოწოდებულ ინფორმაციას.</p>
<p>უნიტრუქტურული დონე <u>აქვს ერთი იდეა</u></p> <p>მოსწავლეს აქვს მხოლოდ ერთი არასტრუქტურირებული ასოციაცია/წარმოდგენა განსახილველ საკითხთან დაკავშირებით, მისი მსჯელობა შესასწავლ საკითხთან დაკავშირებით შემოიფარგლება საკვანძო სიტყვებს 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/ ალგორითმების შესრულება,</p>	<p>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 მიმართებით: მაგ, იცის, რომ სინათლე წრფივად ვრცელდება, მაგრამ ვერ აღწერს სინათლის არეკვლის და გარდატეხის მოვლენებს, ვერ ასახელებს ამ მოვლენების მახასიათებელ პარამეტრებს, მოსწავლემ ვერ შეასრულა დავალება, ვერ მიხვდა, რა არის ექსპერიმენტის მოდელირება და როგორ შეიძლება სიმულატორში ცდის ჩატარება. მოსწავლის აზრი არ შეესაბამება გაკვეთილის შინაარსს.</p>	<p>კარგია, რომ გაიგეთ, რა არის დავალების არსი, სინათლის წრფივად გავრცელების შესახებ თქვენი ცოდნაც მნიშვნელოვანია, მაგრამ მირაჟის მოვლენის ახსნა რომ შეძლოთ, სახელმძღვანელოს გარდა, კარგი იქნება, თუ გამოიყენებთ ნაბიჯი 1-ის და ნაბიჯი 2-ის რესურსებს, ვიდეო გაკვეთილებს, სიმულაციებს, გაეცნობით ვიდეორგოლებს და 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 შეეცადეთ არ გამოტოვოთ არცერთი კითხვა.</p>

პერიფრაზირება, ამოცნობა, დასახელება ან დათვლა.		
<p>პრესტრუქტურული დონე <u>არ აქვს იდეა</u></p> <p>მოსწავლეს საკითხთან დაკავშირებით არ აქვს რელევანტური ინფორმაცია.</p>	<p>მოსწავლემ არ შეასრულა დავალება, რადგან არ გააჩნია დეკლარატიული ცოდნა, იგი ვერ იაზრებს დავალების პირობას, ვერ იწყებს დავალებაზე მუშაობას, არ აქვს იდეა დავალებასთან მიმართებით, ვერ იგებს კვლევის მიზანს, ვერ ატარებს ექსპერიმენტს, ბუნდოვანია დავალების არსი, არ ფლობს თეორიულ ცოდნას, რომელიც საჭიროა მოცემული დავალების შესასრულებლად.</p>	<p>გაიხსენეთ, როგორ ვრცელდება სინათლე, მოიძიეთ ინფორმაცია სინათლის არეკვლის და გარდატეხის შესახებ. გამოიყენეთ სახელმძღვანელო და მოწოდებული რესურსები: ტელესკოლა, Geogebra, ვირტუალური ლაბორატორია, უპასუხეთ ნაბიჯების კითხვებს, შეეცადეთ არ გამოტოვოთ არცერთი მათგანი და უპასუხეთ მათ მოწოდებულ რესურსებზე დაყრდნობით.</p>

გრძელვადიანი მიზანი	შუალედური სასწავლო მიზანი N7	
<p>სამიზნე ცნება:</p> <p>ენერგია (შედეგი 1.2.3,4). ძალა (შედეგი 1.2.3,4)</p> <p>ქვეცნება (ზოგადი/კერძო) –</p> <p>შინაგანი ენერგია - მოლეკულების ქაოსურად მოძრაობის კინეტიკური ენერგია, მოლეკულების ურთიერთქმედების პოტენციალური ენერგია ელექტრომაგნიტური ტალღის ენერგია - სინათლის ენერგია;</p> <p>ურთიერთქმედების სახეები - გრავიტაციული ურთიერთქმედება</p>	<p>საკვანძო შევითხვა - როგორ შევქმნათ სტატია, სადაც წარმოვადგენთ ოპტიკური ლინზით სხეულების აალების მიზეზებს და დავადგენთ კავშირს ოპტიკურ და გრავიტაციულ ლინზას შორის?</p> <p>კომპლექსური დავალების იდეა - ოპტიკური და გრავიტაციული ლინზა</p> <p>ჟიულ ვერნის რომანი „საიდუმლო კუნძულის“ გმირებს ცეცხლის მიღებაში ფიზიკის ცოდნა დაეხმარა. ინჟინერმა საათებიდან ამოღებული მინებით და გამჭვირვალე სითხით ლინზა დაამზადა. მან ლინზის საშუალებით მზის სხივების ერთ წერტილში კონცენტრირება და ცეცხლის მიღება მოახერხა.</p> <p>ნებისმიერი მასიური ციური სხეული, რომელიც მნათობიდან დამკვირვებელამდე გავრცელებული გამოსხივების უშუალო მახლობლობაშია, ამრუდებს გამოსხივების ტრაექტორიას. ამ დროს შეიძლება ერთის მაგივრად ობიექტის რამდენიმე გამოსახულებაც</p> <div data-bbox="1017 541 1353 763" data-label="Image"> </div> <div data-bbox="550 1009 1324 1252" data-label="Diagram"> </div> <p>კი გამოჩნდეს. ამ მოვლენას გრავიტაციული ლინზირება ეწოდება. თქვენი დავალებაა, დაწერეთ სტატია, სადაც ფიზიკის კანონების გამოყენებით ახსნით, როგორ ხერხდება ოპტიკური ლინზით ცეცხლის გაჩენა და რა კავშირია ოპტიკურ ლინზასა და გრავიტაციულ ლინზირებას შორის.</p>	
<p>თემა - გეომეტრიული ოპტიკა</p> <p>საკითხები - სინათლის წრფივი გავრცელება, არეკვლა, გარდატეხა, გრავიტაციული ლინზირება</p> <p>ქვესაკითხები - სინათლის წერტილოვანი წყარო, ჩრდილი და ნახევარჩრდილი, გარდატეხის მაჩვენებელი, ოპტიკური ძალა, გამადიდებლობა</p>	<p>შეფასების კრიტერიუმი - (ზოგადი)</p> <p>მოსწავლეს შეუძლია:</p>	<p>შეფასების კრიტერიუმი - (კონკრეტულ კომპლექსურ დავალებაზე მისადაგებული) ნაშრომში ხაზგასმით წარმოაჩინეთ:</p>
<p>სამიზნე ცნების მკვიდრი წარმოდგენები</p> <p>მოსწავლემ უნდა გააცნობიეროს, რომ:</p> <p>ენერგია</p> <p>10. ენერგია სისტემის მდგომარეობის ერთ - ერთი ძირითადი</p>	<p>ენერგია</p> <p>1. იმჯელოს, ენერგიაზე, როგორც სისტემის მდგომარეობის განმსაზღვრელ ძირითად</p>	<p>კრიტერიუმი # 1</p> <p>რას წარმოადგენს ოპტიკური ლინზა და რა ფაქტორები განაპირობებს</p>

<p>განმსაზღვრელია და ახასიათებს მის მიერ მუშაობის შესრულების უნარს;</p> <p>11. სისტემის შემადგენელ სხეულებს/ნაწილაკებს გააჩნიათ სხვადასხვა სახის ენერგია, რომელიც შესაძლებელია გარდაიქმნას ერთი სახიდან მეორეში. ჩაკეტილი სისტემის სრული ენერგია მუდმივია;</p> <p>12. სისტემაში ენერგიის გარდაქმნა განპირობებულია შიდა ფაქტორებით, ხოლო სისტემის სრული ენერგიის ცვლილება - გარე ფაქტორებით.</p> <p>ძალა</p> <p>1. სხეულებს შორის ურთიერთქმედება ხასიათდება ფიზიკური სიდიდით - ძალით. ბუნებაში ურთიერთქმედების ოთხი სახე გვხვდება;</p> <p>2. ძალის მოქმედება განსაზღვრავს სხეულის მოძრაობის ცვლილებას ან/და მის დეფორმაციას, შედეგი კი დამოკიდებულია ძალის მოდულზე, მიმართულებასა და მოდების წერტილზე;</p>	<p>სიდიდესა ან/და ამ სისტემის მუშაობის შესრულების უნარზე;</p> <p>2. გააცნობიეროს, ენერგიის რომელი სახეებით ხასიათდებიან განსახილველ მოვლენაში/საკითხში მონაწილე სხეულები და როგორ გარდაიქმნება ენერგია;</p> <p>3. დაადგინოს, რომელი შიდა ფაქტორები განაპირობებს სისტემაში ენერგიის გარდაქმნებს და რომელი გარე ფაქტორები - სისტემის სრული ენერგიის ცვლილებას;</p> <p>ძალა</p> <p>3. იმსჯელოს, რა სახის ურთიერთქმედებები ხვდება მას, განსახილველ მოვლენაში და როგორ აღიწერება ეს ურთიერთქმედებები;</p> <p>4. გააანალიზოს, რას იწვევს სხეულზე/სისტემაზე მოქმედი ძალები და რაზეა დამოკიდებული ძალის მოქმედებით გამოწვეული შედეგები;</p>	<p>შემკვრები ღონისძიებით აალებს მოვლენას? (ენერ. 1,2,3)</p> <p>კრიტიკუმი # 2</p> <p>რა გრავიტაციულ ეფექტებს წარმოშობს მასიური მატერია და როგორ ხსნის აინშტაინის ექვივალენტობის პრინციპი გრავიტაციული ღონისძიების წარმოშობას? რა კავშირი აქვს გრავიტაციულ ღონისძიებას ოპტიკურ ღონისძიებასთან? (ძალა 1.2)</p>
--	--	--

კომპლექსური დავალების განხორციელების ეტაპები (აქტივობები, რესურსები, შეკითხვები)

ეტაპი I – კომპლექსური დავალების პირობის გაცნობა

რესურსები/განსახილველი ქეისები:

- რესურსი 1: ვიდეო - აალება ამოზნექილი ღონისძიით:
<https://www.youtube.com/watch?v=XGzwg40HhX8>
- რესურსი 2: ფოტო - გრავიტაციული ღონისძიება
https://drive.google.com/file/d/15iCapeN7WzSTIXHfkxodDulm-QW-t_sv/view?usp=share_link

- **რესურსი 3:** როგორ დავწეროთ სასწავლო-მეთოდური სტატია:
[როგორ დავწეროთ სასწავლო-მეთოდური სტატია | mastsavlebeli.ge](http://mastsavlebeli.ge)
- **რესურსი 4:** 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 ვიდეოში. მოიფიქრონ, რა იწვევს **რესურს 1 - ში** წარმოდგენილი საგნების აალებას. მასწავლებელი მოსწავლეებს გააცნობს გრავიტაციული ლინზირების ამსახველ ფოტოს (**რესურსი 2**). მოსწავლეები მსჯელობენ ფოტოზე ასახულ ასტრონომიულ მოვლენაზე. მასწავლებელი სთხოვს მოსწავლეებს, იფიქრონ, რა კავშირია ლინზასა და ფოტოზე ასახულ მოვლენას შორის. მოსწავლეები მსჯელობენ დავალების წარდგენის ფორმასთან მიმართებით: თუ რა მოთხოვნებს უნდა აკმაყოფილებდეს სტატია. გაეცნობიან რეკომენდაციებს სტატიის შესახებ (**რესურსი 3,4**), საუბრობენ სტატიებზე, მათ მსგავსება-განსხვავებაზე, იმაზე, თუ როგორ იქმნება სტატია. მოსწავლეები საუბრობენ საკუთარ გამოცდილებაზე, თუ როგორი სახის სტატიები წაუკითხავთ, რა თემაზე და რამდენად მკაფიო და გასაგები ყოფილა სტატიის შინაარსი, გამოთქვამენ მოსაზრებას, როგორ შეიძლება დაიწეროს და გაფორმდეს სტატია, რას გამოიყენებენ, რომ მათი ნაშრომი ადვილად აღსაქმელი იყოს, როგორ უნდა წარმოაჩინონ საკუთარი ცოდნა შესასწავლ საკითხთან მიმართებით.

კომპლექსური დავალების პირობის გააზრებაზე ორიენტირებული შეკითხვები:

- ყურადღებით გაეცანით **რესურსი 1-ს** და **რესურს 2-ს**. აღწერეთ, რა მოვლენებია ვიდეოში და ფოტოში წარმოდგენილი?
- როგორ შეიძლება უკავშირდებოდეს **რესურს 1 -ზე** და **რესურს 2-ზე** დამზერილი მოვლენა ერთმანეთს?

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 აღწერილი შესასწავლი საკითხი?
- 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 შეგისრულებიათ?

ეტაპი II – კომპლექსურ დავალებაზე მუშაობა

ქვეცნება (ზოგადი) - შინაგანი ენერგია, ურთიერთქმედების სახეები

ნაბიჯი 1

შეფასების კრიტერიუმი # 1.

რას წარმოადგენს ოპტიკური ლინზა და რა ფაქტორები განაპირობებს შემკრები ლინზით აალების მოვლენას? (ენერგია 1,2,3)

რესურსი/აქტივობა/დამხმარე კითხვები:

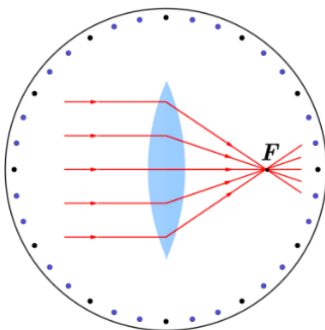
- **რესურსი 1.** სახელმძღვანელო, პარაგრაფები, სადაც წარმოდგენილია შემდეგი საკითხები: შემკრები და გამბნევი ლინზები, სხივთა სვლა ლინზებში, ლინზის ფოკუსი, ოპტიკური ძალა, თხელი ლინზის ფორმულა, ლინზის წირითი გამადიდებლობა;
- **რესურსი 2.** ტელესკოლა, ფიზიკის დრო - ოპტიკა. გამოსახულების აგება ლინზებში: <https://youtu.be/wp1KSPW3Sqc> ;
- **რესურსი 3.** ვირტუალური ლაბორატორია და მისი გამოყენების ინსტრუქცია: https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/templateimg.php?s=opt_spojka&l=en

ვირტუალური ლაბორატორიის გამოყენების ვიდეოინსტრუქცია:

https://drive.google.com/file/d/1sVUmgj-uk9OpQtovsxRxUcl52eCnsCu/view?usp=share_link

რესურსი 4. ვიდეორგოლი - სადემონსტრაციო რადიომეტრი:

<https://www.youtube.com/watch?v=j7UtjEjh7k4>



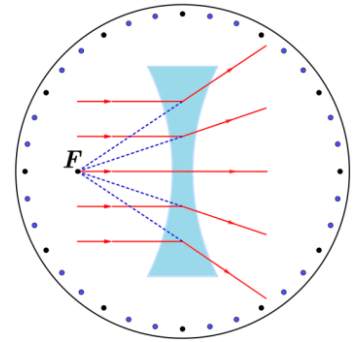
აქტივობა 1. ლინზების შესასწავლი აქტივობა სახელმძღვანელოდან:

- მოსწავლეები ოპტიკურ დისკოზე ამაგრებენ ორმხრივამოზნექილ ლინზას. სხივებს მიმართავენ ლინზისკენ მისი მთავარი ოპტიკური ღერძის გასწვრივ. მოსწავლეები იმეორებენ ცდას ყველა იმ ლინზისთვის, რომლის შუა ნაწილი უფრო სქელია, ვიდრე კიდეები. მოსწავლეები აკვირდებიან

სხივთა სვლას ლინზაში გასვლის შემდეგ;

ექსპერიმენტზე დაკვირვებით პასუხობენ კითხვებს:

- სად გადაიკვეთა სხივები ორმხრივამოხნეილ ლინზაში გასვლის შემდეგ?
- სად გადაიკვეთა სხივები ყველა იმ ლინზისთვის, რომლის შუა ნაწილი უფრო სქელია, ვიდრე კიდეები?
- რა ეწოდება ასეთ ლინზას და როგორ აღინიშნება იგი სქემატურად?
- სად გადაიკვეთა სხივები ორმხრივაჩაზნეილ ლინზაში გასვლის შემდეგ?
- სად გადაიკვეთა სხივები ყველა იმ ლინზისთვის, რომლის შუა ნაწილი უფრო თხელია, ვიდრე კიდეები?



რესურსი 1, 2-ის გამოყენებით მოსწავლეები პასუხობენ კითხვებს:

- რა ეწოდება ასეთ ლინზას და როგორ აღინიშნება იგი სქემატურად?
- რას ეწოდება თხელი ლინზა?
- რას ეწოდება ლინზის მთავარი ფოკუსი? ფოკუსური მანძილი? ორმაგი ფოკუსი? ოპტიკური თანადერძი? ფოკალური სიბრტყე?
- რატომ აქვს შემკრებ ლინზას ნამდვილი ფოკუსი და გამზნევს - წარმოსახვითი?
- რით აიხსნება შემკრებ და გამზნევ ლინზებში სხივთა განსხვავებული სვლა?
- რას ეწოდება ლინზის ოპტიკური ძალა?
- რატომ ახასიათებენ ლინზის ოპტიკურ ძალას ფოკუსური მანძილის შებრუნებული სიდიდით?

აქტივობა 2. მოსწავლეები ამოწმებენ თხელი ლინზის ფორმულას ვირტუალური ლაბორატორიის გამოყენებით (**რესურსი 3**).

რესურსს თან ახლავს ვირტუალური ლაბორატორიის გამოყენების ვიდეონსტრუქცია. განიხილავენ რამდენიმე შემთხვევას:

საგანს ათავსებენ **შემკრები ლინზის**

1. ორმაგი ფოკუსის გარეთ;
2. ორმაგ ფოკუსში;
3. ფოკუსსა და ორმაგ ფოკუსს შორის;
4. ფოკუსსა და ლინზას შორის.

მოსწავლეები აგებენ საგნის გამოსახულებას თითოეული შემთხვევისთვის და პასუხობენ კითხვებს:

1. როგორია მიღებული გამოსახულება -
 - ა) ნამდვილი თუ წარმოსახვითი? რატომ?
 - ბ) გადიდებული თუ შემცირებული? რამდენია გამადიდებლობა?
 - გ) პირდაპირი თუ შებრუნებული?
2. ლინზიდან გამოსახულებამდე მანძილის და გამადიდებლობის სიმულატორის მონაცემებს ადარებენ თხელი ლინზის ფორმულის გამოყენებით მიღებულ თეორიულ შედეგებს.

მოსწავლეები იმეორებენ ვირტუალურ ექსპერიმენტს გამბნევი ლინზის შემთხვევისათვის:
https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/templateimg.php?s=opt_rozptylka&l=en

აქტივობა 3. ექსპერიმენტული კვლევა - ლინზის ოპტიკური ძალის განსაზღვრა, ექსპერიმენტის ტექსტური გზამკვლევი:
https://drive.google.com/file/d/1u6K2T7dNbfvrieZsxx9931t6fp38E0X3/view?usp=share_link

აქტივობა 4. მოსწავლეები გაეცნობიან და სიღრმისეულად გაიაზრებენ ვიდეორგოლში (რესურსი 4) წარმოდგენილ მოვლენას.

დამხმარე კითხვები:

- მოძრავ სხეულს გააჩნია თუ არა მუშაობის უნარი?
- რომელი სახის ენერგია გააჩნია მოძრავ სხეულს?
- რადიომეტრის სინათლეზე მოთავსებისას რატომ ამოძრავდა მისი ფრთები?
- რომელი ენერგია შეიძინა რადიომეტრის ფრთებმა?
- სისტემის შიდა თუ გარე ფაქტორებმა განაპირობა რადიომეტრის ფრთების მექანიკური ენერგიის ცვლილება?
- სინათლის ენერგიის შესახებ, რა დასკვნის გამოტანის საშუალებას იძლევა წარმოდგენილი მოვლენა?
- დაასახელეთ სხვა მაგალითები და იმსჯელეთ სინათლის ენერგიის შესახებ.
- ახსენით, რატომ ხდება შემკრები ლინზით სხეულების აალება?
- ენერგიის რა სახის გარდაქმნები მიმდინარეობს შემკრები ლინზით სხეულების აალებისას?
- სისტემის (სხეული - ლუპა) შიდა თუ გარე ფაქტორებმა გამოიწვია სხეულის შინაგანი ენერგიის ცვლილება?



აქტივობა 5. დეკლარატიული და პროცედურული ცოდნის განმტკიცების მიზნით, მოსწავლეები ხსნიან ამოცანებს სახელმძღვანელოდან.

(საკითხები: შემკრები და გამბნევი ლინზები, სხივთა სვლა ლინზებში, ლინზის ფოკუსი, ოპტიკური ძალა, თხელი ლინზის ფორმულა, ლინზის წირითი გამადიდებლობა)

ნაბიჯი 2

შეფასების კრიტერიუმი # 2.

რა გრავიტაციულ ეფექტებს წარმოშობს მასიური მატერია და როგორ ხსნის აინშტაინის ექვივალენტობის პრინციპი გრავიტაციული ლინზის წარმოშობას? რა კავშირი აქვს გრავიტაციულ ლინზას ოპტიკურ ლინზასთან? (ძალა 1.2)

რესურსი/აქტივობა/დამხმარე კითხვები:

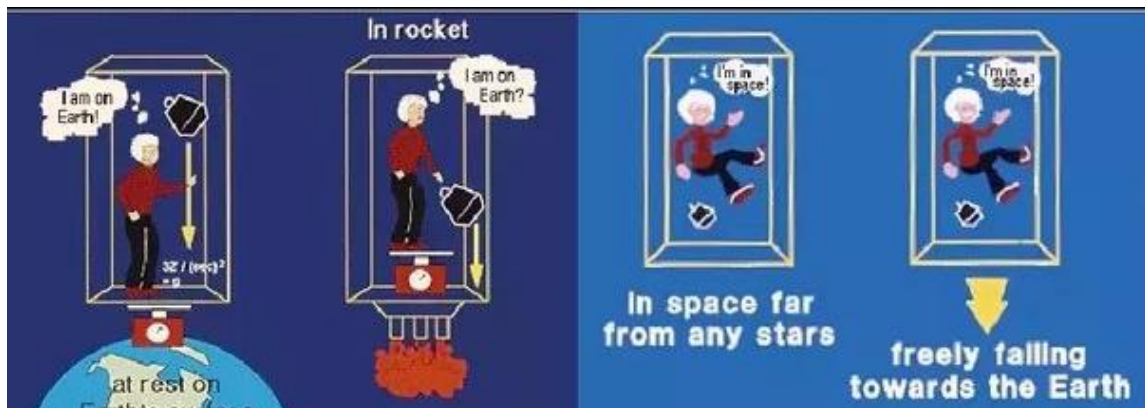
- **რესურსი 1.** სახელმძღვანელო, პარაგრაფი, სადაც წარმოდგენილია შემდეგი საკითხები: სინათლე და გრავიტაცია, გრავიტაციული ლინზირება;
- **რესურსი 2.** სტატია - შესავალი გრავიტაციული ლინზირებისთვის
<http://www.icc.dur.ac.uk/~tt/Lectures/Galaxies/GravitationalLensing/GalaxyClusters/index.html>
- **რესურსი 3.** ვირტუალური ლაბორატორია - გრავიტაციული ლინზირება:
https://javalab.org/en/gravitational_lensing_en/

- **რესურსი 4.** გრავიტაციული ლინზირების ფოტო - გალაქტიკა ოთხი კვაზარის გამოსახულებით
<https://www.jpl.nasa.gov/images/pia23641-gravitational-lensing-graphic>
- **რესურსი 5.** სტატია - რა არის გრავიტაციული ლინზირება?
<https://hubblesite.org/contents/articles/gravitational-lensing>
- **რესურსი 6.** ვიდეორგოლი - გრავიტაციული ლინზირება:
<https://www.youtube.com/watch?v=4e2plCS9Fn4>

აქტივობა 1. აქტივობა სახელმძღვანელოდან - წარმოსახვითი ექსპერიმენტი აინშტაინის ექვივალენტობის პრინციპის გააზრებისთვის (პარაგრაფი - სინათლე და გრავიტაცია).

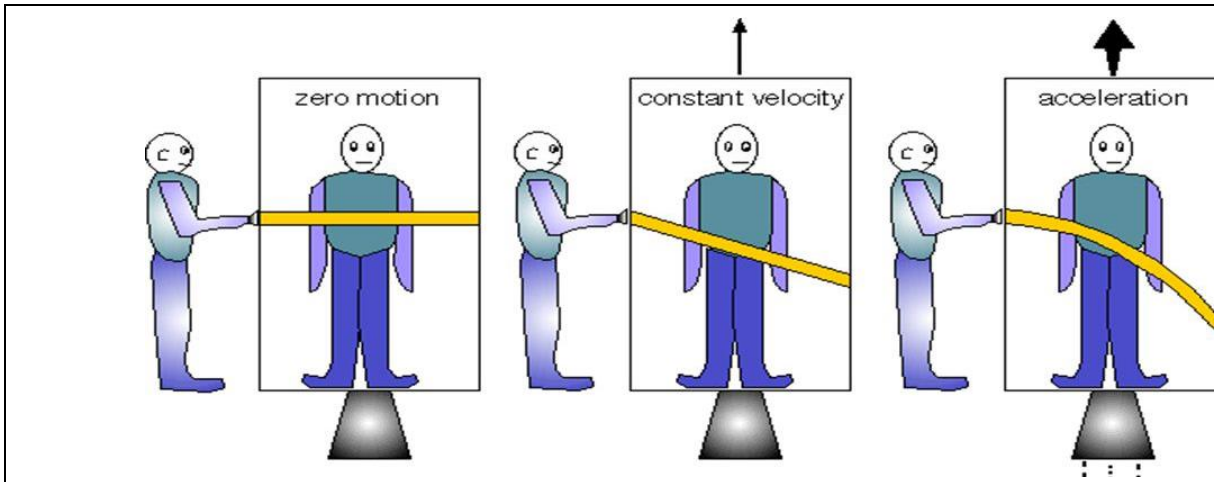
დამატებითი კითხვები:

- უფანჯრო ლიფტში მყოფი ადამიანი ხვდება თუ არა, ლიფტი გრავიტაციულ ველში წონასწორულ მდგომარეობაში იმყოფება, თუ ლიფტი კოსმოსურ სივრცეში აჩქარებულად მოძრაობს ზევით?
- თუ იგი რაიმე საგანს ხელს გაუშვებს, თითოეულ შემთხვევაში როგორ იმოძრაებს საგანი?
- ასეთივე ლიფტში უწონობის მდგომარეობაში მყოფი ადამიანი განსაზღვრავს თუ არა, იგი უწონობის მდგომარეობაში ლიფტის თავისუფალი ვარდნის გამოა, თუ გრავიტაციისაგან თავისუფალ კოსმოსურ სივრცეში ყოფნის გამო?



სახელმძღვანელოს დახმარებით მოსწავლეები პასუხობენ კითხვებს:

- წარმოდგენილი წარმოსახვითი ექსპერიმენტის საფუძველზე რა სახით ჩამოაყალიბა აინშტაინმა ექვივალენტობის პრინციპი?
- როგორ დაუკავშირა ექვივალენტობის პრინციპი გრავიტაციულ ველში სინათლის გამრუდებას?
- რა სახით გააგრძელა წარმოსახვითი ექსპერიმენტი აინშტაინმა?
- რატომ მრუდდება აჩქარებულად ზემოთ მოძრავი ლიფტის კედლის ხვრელში შესული სინათლის ტრაექტორია?
- როგორ დაუკავშირა აინშტაინმა წარმოდგენილი ეფექტი გრავიტაციულ ველში სინათლის სხივის სავარაუდო გამრუდებას?
- როგორ დადასტურდა აინშტაინის ვარაუდი?
- რას მოვლენას ეწოდება გრავიტაციული ლინზირება და რა კავშირი აქვს მას ოპტიკურ ლინზასთან?



აქტივობა 2. მოსწავლეები გაეცნობიან სტატიას - შესავალი გრავიტაციული ლინზირებისთვის (რესურსი 2), გაიაზრებენ რატომ იწვევს მასიური ციური სხეულები სივრცის გამრუდებას, რატომ მრუდდება სხივი ასეთ სივრცეში. სტატიაზე მუშაობის შემდეგ პასუხობენ დამატებით კითხვებს.

დამატებითი კითხვები:

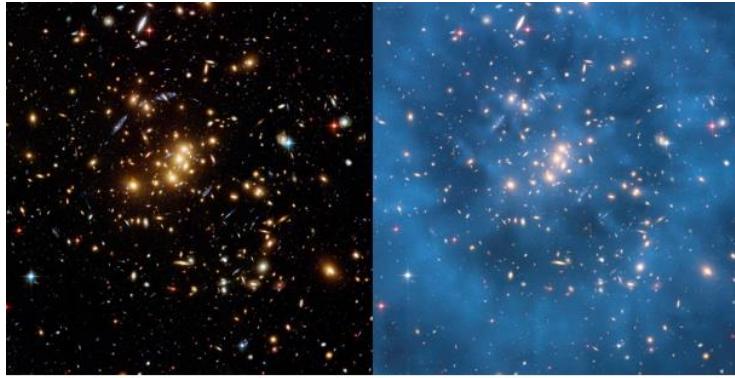
- რა სახის ურთიერთქმედება განაპირობებს მასიური სხეულების მახლობლად სივრცის გამრუდებას?
- რატომ უწოდეს გრავიტაციული ლინზა მძლავრი გრავიტაციული ველის მქონე ციურ სხეულებს?
- რატომ ადარებენ გრავიტაციულ ლინზებს ზოგჯერ „გრავიტაციულ მირაჟს“?
- რას ეწოდება აინშტაინის რგოლი?

აქტივობა 3. ვირტუალური ლაბორატორიაზე დაფუძნებით (რესურსი 3) და გრავიტაციული ლინზირების ფოტოს (რესურსი 4) გამოყენებით მოსწავლე აგებს შორეული კვაზარიდან დედამიწამდე სხივთა სვლას და გაიაზრებს მასიური ლინზის (გალაქტიკის) გავლენით განპირობებული სივრცის გამრუდების შედეგს: კვაზარის რამდენიმე გამოსახულებას.

აქტივობა 4. რესურსი 5, 6 - ზე დაყრდნობით მოსწავლე გაეცნობა სტატიას და ვიდეორგოლს გრავიტაციული ლინზირების შესახებ. მოსწავლე მსჯელობს მასიური მატერიის თვისებებით განპირობებულ გრავიტაციულ ეფექტებზე.

დამატებითი კითხვები:

- აღწერეთ გრავიტაციული ეფექტები, რომლებიც თან ახლავს მასიური მატერიის მახლობლად სინათლის გავრცელებას;
- დაასახელეთ ციური ობიექტები, რომლებიც
- ც იწვევს გრავიტაციული ლინზის წარმოშობას;
- რის საშუალებას აძლევს მეცნიერებს გრავიტაციულ ლინზაზე დაკვირვება?
- რას ნიშნავს გრავიტაციული მიკროლინზირება?
- რას ნიშნავს ბნელი მატერია?
- როგორ გამოიყენება ჰაბლის მიერ გადაღებული გრავიტაციული ლინზირების გამოსახულებები ბნელ მატერიაზე დასაკვირვებლად?
- რით არის განპირობებული ჰაბლის მიერ გადაღებულ ფოტოზე ერთი და იმავე ციური ობიექტის - გალაქტიკების გროვის განსხვავებული გამოსახულება?



ჰაბლის მიერ გადაღებულ ფოტო

აქტივობა 5. I ეტაპის რესურს 2 და 3 - ის გამოყენებით მოსწავლე ქმნის სტატიას და შესწავლილი საკითხი გადააქვს მასზე.

კომპლექსური დავალების შესრულების და პრეზენტაციის პროცესში მასწავლებლის მიერ დასმული შეკითხვები კონკრეტულ მოსწავლესთან ინდივიდუალური მუშაობისთვის:

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 ოპტიკური და გრავიტაციული ლინზის შესახებ სტატიაზე 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 ოპტიკური ილუზიების გააზრებაში?

ახსენი, რატომ შექმენი სტატია? რა საკითხზე გამოხატე შენი ცოდნა კომპლექსური დავალების საშუალებით?

- რატომ შეასრულეთ 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 დასკვნამდე 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 ბუნდოვან 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 პრობლემასა 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?

წარმოგიდგენთ კომპლექსური დავალების - **ოპტიკური და გრავიტაციული ლინზა**, ეროვნული სასწავლო გეგმის შედეგების მიღწევის დონეთა სოლო ტაქსონომიას, რომელსაც სარეკომენდაციო ხასიათი გააჩნია.

მიღწევის დონე კრიტერიუმი	აღწერილობა რა გააკეთა მოსწავლემ (მაგალითი) და რა დასკვნა გააკეთა ამის საფუძველზე	კომენტარი რა რჩევა მიეცემა მოსწავლეს (განმავითარებელი შეფასების მაგალითი)
<p>აბსტრაქტული დონე</p> <p><u>შეუძლია იდეების ინტეგრირება და ცოდნის სინთეზი.</u></p> <p>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.</p>	<p>მოსწავლემ დაწერა სტატია, სადაც წარმოადგინა საკუთარი ცოდნა ოპტიკური და გრავიტაციული ლინზირების შესახებ. მან ნამუშევრის წარდგენისას დამაჯერებლად ისაუბრა იმ ენერგიის შესახებ, რომელიც განაპირობებს შემკრები ლინზით სხეულების აალებას და გრავიტაციული ურთიერთქმედების შესახებ, რომელიც განაპირობებს გრავიტაციულ ლინზირებას. ჩანს, რომ მას კარგად აქვს გააზრებული, რას წარმოადგენს ოპტიკური ლინზა და რა კანონზომიერებებს ემორჩილება სხივთა სვლა ლინზებში. მოსწავლემ დამაჯერებლად იმსჯელა კომპლექსური დავალებაში აღწერილი მოვლენის მიზეზშედეგობრივ კავშირებზე და განაზოგადა საკუთარი ცოდნა ცხოვრებისეული მაგალითების აღწერისას. გამოთქვა მოსაზრება თანამედროვე ასტრონომიულ კვლევებში გრავიტაციული ლინზირების მეთოდის გამოყენების შესახებ.</p>	<p>დიდი მადლობა! თქვენ შესანიშნავად გაართვით თავი დავალებას. სტატიაში და ნამუშევრის წარდგენისას დამაჯერებლად წარმოაჩინეთ თქვენი ცოდნა ოპტიკური და გრავიტაციული ლინზების შესახებ. რადიომეტრის მოქმედების პრინციპის გაანალიზირებისას დამაჯერებლად ისაუბრეთ სინათლის ენერგიის შესახებ, ასევე საინტერესო იყო ოპტიკური და გრავიტაციული ლინზირების თქვენეული შედარებითი ანალიზი. კარგი იქნება, თუ მოიძიებთ ინფორმაციას, ქართველი ასტრონომები იყენებენ თუ არა კვლევებში გრავიტაციული ლინზირების მეთოდს და არსებობს თუ არა მათი რაიმე აღმოჩენა ამ მეთოდით გამოყენებით.</p>
<p>მიმართებითი დონე</p> <p><u>ამყარებს კავშირს რამდენიმე ცოდნას შორის</u></p> <p>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 შესახებ, მოვლენის, როგორც ერთიანი პროცესის</p>	<p>მოსწავლეს გააზრებული აქვს კომპლექსური დავალების არსი. იგი დამაჯერებლად აკავშირებს სხვადასხვა ცოდნას ერთმანეთთან: საფუძვლიანად აღწერს სხივთა სვლას ლინზებში, აკავშირებს სინათლის გარდატეხის კანონებს ჩაზნექილ და ამოზნექილ ლინზებში სხივთა სვლასთან. იგი ასევე დამაჯერებლად საუბრობს სინათლის ენერგიაზე და შემკრები ლინზით სინათლის ლოკალიზებით ხსნის სხეულთა აალებას. მოსწავლეს გააზრებული აქვს გრავიტაციული ურთიერთქმედების არსი და დამაჯერებლად აკეთებს გრავიტაციული და ოპტიკური ლინზის შედარებით ანალიზს. იგი მწყობრად და თანმიმდევრულად გადმოსცემს, რა იწვევს სინათლის სხივის გამრუდებას მასიური ციური ობიექტების მახლობლად, თუმცა ბუნდოვნად</p>	<p>გმადლობთ! თქვენ შესანიშნავად გაართვით თავი დავალებას. თქვენ მიერ ჩატარებული ექსპერიმენტებით ჩანს, რომ კარგად გაქვთ გააზრებული სხივთა სვლა ლინზებში, ასევე ვირტუალური ლაბორატორიის საშუალებით კარგად აღწერეთ მასიური ობიექტების მახლობლად სინათლის გამრუდების მიზეზები. ნამუშევრის წარდგენისას გააზრებულად ისაუბრეთ კომპლექსური დავალებით წარმოდგენილი ოპტიკური მოვლენის მიზეზ-შედეგობრივი კავშირებზე. სამეცნიერო კვლევებში გრავიტაციული ლინზირების მეთოდის გამოყენებაზე არ</p>

<p>შემადგენელზე. მოსწავლე ადარებს, აკავშირებს საკითხებს და მიზეზშედეგობრივი ფორმით აანალიზებს მათ.</p>	<p>საუბრობს ამ მოვლენის მეცნიერული კვლევის მეთოდად გამოყენების შესაძლებლობაზე.</p>	<p>გაგიჭირდებათ მსჯელობა, თუ კიდევ ერთხელ ყურადღებით გაეცნობით კომპლექსურ დავალებაში წარმოდგენილ ნაბიჯი 2-ის რესურს 5 და 6-ით მოწოდებულ ინფორმაციას.</p>
<p>მულტიტრუქტურული დონე <u>აქვს ზევრი იდეა, თუმცა ვერ აკავშირებს ერთმანეთთან.</u></p> <p>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.</p>	<p>მოსწავლემ ზუსტად გაიგო დავალების არსი და დაუკავშირა მას პარაგრაფებში წარმოდგენილი მასალა. თუმცა, ის ყურადღებას არ ამახვილებს დავალების მთავარ იდეაზე. მოსწავლემ იცის, რომ სინათლის სხივი შემკრებ ლინზაში გავლისას ენერგიის ლოკალიზებას ახდენს, მაგრამ ვერ აკავშირებს ამ მოვლენას სინათლის გარდატეხის კანონებთან. იცის მსოფლიო მიზიდულობის კანონი, მაგრამ რა კავშირი აქვს მას გრავიტაციულ ლინზირების მოვლენასთან, ვერ ასაბუთებს. შეუძლია ჩამოთვალოს ლინზების მახასიათებლები, მაგრამ ვერ აგებს გამოსახულებას ლინზაში. ვირტუალურ ლაბორატორიაში ასრულებს პროცედურებს, თუმცა ნასწავლი თეორიის გამოყენებით უჭირს დამზერილი მოვლენის ახსნა. შესასწავლ საკითხთან დაკავშირებით შეუძლია წარმოადგინოს რამდენიმე ცოდნა, მაგრამ ვერ აკავშირებს მათ ერთმანეთთან. საბოლოოდ, მოსწავლემ ვერ ახსნა ფაქტები დავალების პირობით მოთხოვნილ კონტექსტში.</p>	<p>კარგია, რომ იცით სხეულთა აალება შემკრები ლინზით რომ შეიძლება, ასევე გახსოვთ კანონი გრავიტაციული თეორიის შემკრები ის შესახებ, მაგრამ კარგი იქნება თუ გაიხსენებთ სინათლის გარდატეხის მოვლენას და იმ კანონზომიერებებს, რომელსაც ემორჩილება აღნიშნული მოვლენა. ეს ფაქტი ხელს შეუწყობს გაიაზროთ როგორ ხდება სინათლის ენერგიის ლოკალიზება შემკრები ლინზის საშუალებით. შეეცადეთ დაინახოთ კავშირი სხეულის შემკრებ ლინზაში სხივთა სვლას და გრავიტაციულ ლინზირებას შორის. იმისთვის, რომ შეძლოთ ამ კავშირის დანახვა, ყურადღებით გაეცანით სახელმძღვანელოს გარდა ნაბიჯის 1 - ის რესურს 2,3-ს და ნაბიჯი 2 - ის რესურს 3 , 4 - ის საშუალებით მოწოდებულ ინფორმაციას.</p>
<p>უნისტრუქტურული დონე <u>აქვს ერთი იდეა</u></p> <p>მოსწავლეს აქვს მხოლოდ ერთი არასტრუქტურირებული ასოციაცია/წარმოდგენა განსახილველ საკითხთან დაკავშირებით, მისი მსჯელობა შესასწავლ საკითხთან დაკავშირებით შემოიფარგლება საკვანძო სიტყვებსა 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/ ალგორითმების შესრულება,</p>	<p>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 მიმართებით: მაგ, იცის, რომ შემკრები ლინზით აალება ხდება, მაგრამ ვერ ასაბუთებს, რატომ ხდება ეს. ვერ აღწერს გრავიტაციული ლინზირების მოვლენას, ვერ ასახელებს ლინზის მახასიათებელ პარამეტრებს. მოსწავლემ ვერ შეასრულა დავალება, ვერ მიხვდა, როგორ ხდება ექსპერიმენტის მოდელირება და როგორ შეიძლება ვირტუალურ ლაბორატორიაში გრავიტაციული ლინზირების სურათის მიღება, სიმულატორში ოპტიკური ლინზით სხეულის გამოსახულების მიღება. მოსწავლის აზრი არ შეესაბამება გაკვეთილის შინაარსს.</p>	<p>კარგია, რომ გაიგეთ, რა არის დავალების არსი, იცით, შემკრები ლინზით აალება რომ ხდება, მაგრამ რატომ ხდება ეს და გრავიტაციული ლინზირების მოვლენის ახსნა რომ არ გაგიჭირდეთ, სახელმძღვანელოს გარდა, კარგი იქნება, თუ გამოიყენებთ ნაბიჯი 1-ის და ნაბიჯი 2-ის რესურსებს, ვიდეო გაკვეთილებს, ფოტო მასალას, სიმულაციებს, გაეცნობით ვიდეორგოლებს, სტატიებს და 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</p>

პერიფრაზირება, ამოცნობა, დასახელება ან დათვლა.		სტრუქტურას და შეეცადეთ 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 მიმართებით, ვერ იგებს კვლევის მიზანს, ვერ ატარებს ექსპერიმენტს, ბუნდოვანია დავალების არსი, არ ფლობს თეორიულ ცოდნას, რომელიც საჭიროა მოცემული დავალების შესასრულებლად.	გაიხსენეთ, როგორ ვრცელდება სინათლე, მოიძიეთ ინფორმაცია სინათლის გარდატეხის და გრავიტაციული ურთიერთქმედების შესახებ. გამოიყენეთ სახელმძღვანელო და მოწოდებული რესურსები: ტელესკოლა, ვირტუალური ლაბორატორია, უპასუხეთ ნაბიჯების კითხვებს, შეეცადეთ არ გამოტოვოთ არცერთი მათგანი და უპასუხეთ მათ მოწოდებულ რესურსებზე დაყრდნობით.

ეროვნული სასწავლო გეგმის შედეგების მიღწევის სოლო 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.

სკოლამ თავად უნდა დაადგინოს სამიზნე ცნებების ფლობის დონეები სოლო-ტაქსონომიის მიხედვით, თუმცა ჩვენ მაინც წარმოგიდგინეთ ყველა კომპლექსურ დავალებასთან დაკავშირებული, ეროვნული სასწავლო გეგმის შედეგების მიღწევის დონეთა სოლო ტაქსონომია, რომელსაც სარეკომენდაციო ხასიათი გააჩნია.

ჩვენ 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).

მიმართებით დონეზე საკითხის/სამიზნე ცნების გააზრება ნიშნავს ეროვნული სასწავლო გეგმით განსაზღვრული შედეგის მიღწევას. თუმცა, შესაძლებელია მოსწავლე უფრო შორსაც წავიდეს, ანუ იმ განზოგადებებისკენ, რომლებიც ც აბსტრაქტული დონისთვისაა განსაზღვრული.

აბსტრაქტული დონე

მოსწავლეს შეუძლია სამიზნე ცნებაზე მუშაობის პროცესში შექმნილი 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 შედგენილი 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 შევეხოთ **ზესაგნობრივ (მაკრო) ცნებებს**, რომლებიც 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)	<ul style="list-style-type: none"> • კონსტრუქტი - ინფორმაციის გააზრება, საკუთარი გამოცდილებით მისი მნიშვნელობის გააზრება/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 იმავე ითქმის სხვა კომპეტენციების / ზესაგნობრივი (მაკრო) ცნების შესახებ. როდესაც საგნობრივ საკითხსა 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, როგორებიცაა ექსპერიმენტული კვლევა მისთვის საჭირო ეტაპების და აქტივობების გათვალისწინებით, ვიდეორგოლებზე, ანიმაციურ ტესტებსა 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:

1. კომპლექსური დავალება - CERN – ის კოლაიდერი

<p>სკოლა: კლასი: XI კომპლექსური დავალება: CERN – ის კოლაიდერი</p>
<p>საგანი - ფიზიკა</p> <p>თემა - ელექტრომაგნიტური მოვლენები</p>
<p>სამიზნე ცნება: მატერია, ძალა</p>
<p>ქვეცნება (ზოგადი/კერძო) –</p> <p>ნივთიერება - ნივთიერების სტრუქტურა და თვისებები, ველი - ელექტრული ველი, მაგნიტური ველი;</p> <p>ნიუტონის კანონები - ძალის მოქმედების შედეგები - სიჩქარის ცვლილება; ურთიერთქმედების სახეები - ელექტრომაგნიტური ურთიერთქმედება;</p>
<p>საკითხები - ელექტრული ველი, მაგნიტური ველი, მაგნიტური ურთიერთქმედება, ლორენცის ძალა;</p> <p>ქვესაკითხები - მაგნიტური ველის ინდუქცია და მისი წირები, ლორენცის ძალა, მაგნიტურ ველში მუხტის მოძრაობა წრეწირსა და ხრახნწირზე.</p>
<p>დავალების პირობა</p> <p>ალბათ გასმენიათ დიდი ადრონული კოლაიდერის და იმ ექსპერიმენტების შესახებ, რომლებიც დედამიწის ქვეშ 100 მეტრის სიღრმეში განლაგებულ ამაჩქარებელში ტარდება - მაღალი</p>

ენერჯის პროტონების ხელოვნურად შეჯახების შედეგად ახალი ნაწილაკები იბადება. შემდეგ კი ამ ნაწილაკების დეტექტირება და კვლევა მიმდინარეობს. მსგავსი პრინციპით მომუშავე ამაჩქარებლები გამოიყენება სხვადასხვა სფეროში, განსხვავებული მიზნებისთვისაც. მაგ., მედიცინაში (ადრონული თერაპია, რენტგენის სხივების მიღება) და სხვა.

თქვენი დავალებაა, შექმნათ **მოკლე რეფერატი** და მასში ხაზგასმით წარმოაჩინოთ ამაჩქარებელში დამუხტული ნაწილაკების ურთიერთქმედების ელექტრული და მაგნიტური ველებით მართვა-დეტექტირების მეთოდები.

კრიტერიუმი #1

როგორ იქმნება ამაჩქარებელში ძლიერი ელექტრული და მაგნიტური ველები? რა შედეგებს იწვევს და როგორ აღიწერება მუხტებზე მათი მოქმედება?

(მატერია 1.2, ძალა 1,2)

კრიტერიუმი #2

როგორ ხდება დეტექტორში პროტონების დაჯახების შედეგების გაანალიზება? (მატერია 1.3, ძალა 1,2)

შესაძლო რესურსები: - - -

2. კომპლექსური დავალება - მუდმივი დენის ძრავა

<p>სკოლა: კლასი: XI კომპლექსური დავალება: მუდმივი დენის ძრავა</p>
<p>საგანი - ფიზიკა</p> <p>თემა - ელექტრომაგნიტური მოვლენები</p>
<p>სამიზნე ცნება: ენერგია, ფიზიკური პროცესი</p>
<p>ქვეცნება (ზოგადი/კერძო) –</p> <p>სხეულის ენერგია - მექანიკური ენერგია; ველის ენერგია - ელექტრული ველის ენერგია, მაგნიტური ველის ენერგია; ფიზიკური პროცესის მახასიათებლები -ენერგიის შენახვა და გარდაქმნა, მექანიკური მუშაობა</p>
<p>საკითხები - ელექტრომაგნიტური ინდუქცია, ინდუქციის ემმ, ლენცის წესი, ელექტრომაგნიტური ინდუქციის კანონი, გრიგალური ელექტრული ველი, მუდმივი დენის ძრავა, მუდმივი დენის გენერატორი</p> <p>ქვესაკითხები - მაგნიტური ველის ძალწირები, მარცხენა ხელის წესი, დენის მაგნიტური ველის ენერგია, დინამომანქანა</p>
<p>დავალების პირობა</p> <p>აღბათ ხშირად დაფიქრებულხარ, როგორი მნიშვნელოვანი ადგილი უჭირავს ადამიანის ცხოვრებაში ისეთ ელექტრულ ხელსაწყოებს, რომელშიც ელექტრული ძრავა მუშაობს: საბავშვო სათამაშოები, ვენტილატორი, თმის ფენი, მიქსერი, სარეცხი მანქანა. ამ მოწყობილობების კვების წყარო ელექტროენერგიაა, თუმცა საინტერესოა უფრო დეტალურად მათი მუშაობის მექანიზმების გაცნობა.</p> <p>თქვენი დავალებაა, შექმნათ მუდმივი დენის ელექტროძრავას მოდელი და პრეზენტაციის საშუალებით წარმოადგინოთ, რა პროცესები ახლავს თან თქვენი ელექტროძრავით მექანიკური ენერგიის მიღებას.</p> <p>კრიტერიუმი #1</p> <p>რომელ ფიზიკურ პროცესებს ეფუძნება ელექტრომაგნიტური ინდუქციის მოვლენა? როგორ აღწერთ რაოდენობრივად ინდუქციური დენის აღძვრის პროცესს? (ფიზ.პროც.1.2)</p> <p>კრიტერიუმი #2</p> <p>რა შიდა ფაქტორები განაპირობებს ელექტროძრავას მიერ ელექტრული ენერგიის გარდაქმნას და რა გარე ფაქტორები - მისი სრული ენერგიის ცვლილებას? (ენერგია 1,2,3)</p>
<p>შესაძლო რესურსები: - - -</p>

3. კომპლექსური დავალება - გრავიმეტრია და მათემატიკური ქანქარა

<p>სკოლა: კლასი: XI კომპლექსური დავალება: გრავიმეტრია და მათემატიკური ქანქარა</p>
<p>საგანი - ფიზიკა</p> <p>თემა - რხევები და ტალღები</p>
<p>სამიზნე ცნება: ძალა, ფიზიკური პროცესი</p>
<p>ქვეცნება (ზოგადი/კერძო) –</p> <p>ნიუტონის კანონები - ძალის მოქმედების შედეგები - წონასწორობა, სიჩქარის ცვლილება, დეფორმაცია ურთიერთქმედების სახეები - გრავიტაციული ურთიერთქმედება ელექტრომაგნიტური ურთიერთქმედება,</p> <p>ფიზიკური პროცესის მახასიათებლები - ენერგიის შენახვა და გარდაქმნა, მექანიკური მოძრაობა - მექანიკური რხევები და ტალღები</p>
<p>საკითხები - რხევითი მოძრაობა, ზამბარიანი ქანქარა, მათემატიკური ქანქარა, ჰიუგენსის ფორმულა, თავისუფალი ვარდნის აჩქარება (IX კლასი) ქვესაკითხები - თავისუფალი და იძულებითი რხევები, ენერგიის გარდაქმნა რხევითი მოძრაობის დროს</p>
<p>დავალების პირობა</p> <p>დედამიწის ზედაპირს არათანაბარი სიმკვრივე გააჩნია - ზოგ ადგილებში მიწის წიაღში განლაგებული ქანების სიმკვრივე განსხვავდება დედამიწის საშუალო სიმკვრივისგან. იქ, სადაც ქანების სიმკვრივე მეტია დედამიწის საშუალო სიმკვრივეზე, გ-ს მნიშვნელობა აღემატება მოცემული განედის შესაბამის მნიშვნელობას. გ-ს მნიშვნელობის კლება კი შეიძლება გამოწვეული იყოს წიაღში ნავთობის, ან ბუნებრივი აირის არსებობით. მეთოდს, რომლის საშუალებით სასარგებლო წიაღისეულის აღმოსაჩენად თავისუფალი ვარდნის აჩქარებას იყენებენ, გრავიმეტრიული დაზვერვა ეწოდება.</p> <p>თქვენი დავალებაა, შექმნათ პოსტერი და მისი საშუალებით წარმოადგინოთ, რა ძალები განაპირობებს მათემატიკური ქანქარის რხევას და როგორ იყენებენ რხევით მოძრაობას გრავიმეტრიული დაზვერვისას.</p> <p>კრიტერიუმი #1 რომელი ძალები განაპირობებს მათემატიკური ქანქარის და ზამბარიანი სხეულის რხევითი მოძრაობის განმეორებადობას და როგორ აღიწერება ისინი? (ძალა.1.2)</p> <p>კრიტერიუმი #1 როგორ იცვლება თავისუფალი ვარდნის აჩქარება დედამიწის ზედაპირის სხვადასხვა უბანზე და როგორ იყენებენ გრავიმეტრიაში რხევით პროცესებს? (ფიზიკ. პროც.1,2)</p> <p>შესაძლო რესურსები: - - -</p>

4. კომპლექსური დავალება - ბგერითი ტალღა

<p>სკოლა: კლასი: XI კომპლექსური დავალება: ბგერითი ტალღა</p>
<p>საგანი - ფიზიკა თემა - რხევები და ტალღები</p>
<p>სამიზნე ცნება: მატერია</p>
<p>ქვეცნება (ზოგადი/კერძო) – ნივთიერება - ნივთიერების სტრუქტურა და თვისებები, ნივთიერების აგრეგატული მდგომარეობა</p>
<p>საკითხები - მექანიკური ტალღები, ბგერა ქვესაკითხები - გრძივი და განივი ტალღები, ტალღის სიჩქარე, ულტრაბგერა, ინფრაბგერა, ექო, აკუსტიკური რეზონანსი, დოპლერის ეფექტი</p>
<p>დავალების პირობა ბგერა ადამიანისა და ცხოველისთვის ერთ - ერთ უმნიშვნელოვანეს საკომუნიკაციო საშუალებას წარმოადგენს. ულტრაბგერა ბგერითი ტალღის ერთ-ერთი სახეა, რომელსაც თანამედროვე ტექნოლოგიებზე დაფუძნებით ადამიანი დღეს ფართოდ იყენებს სხვადასხვა მიზნით: მედიცინაში, წარმოებაში, სამეცნიერო და სამხედრო საქმიანობაში და ა.შ. თქვენი დავალებაა, შექმნათ მოკლე რეფერატი, სადაც ასახავთ ბგერის წარმოქმნისა და გავრცელების მექანიზმს. აღწერთ მექანიკურ ტალღურ მოვლენებს და იმსჯელებთ ყოფა-ცხოვრებაში ბგერითი ტალღების გამოყენების შესახებ.</p> <p>კრიტერიუმი #1 საზოგადოდ, როგორ გარემოში ვრცელდება ბგერა და გარემოს რომელი მახასიათებლები განსაზღვრავს იმ ტალღის ტიპს, რომელიც მოცემულ გარემოში ვრცელდება (მატერია 1,2);</p> <p>კრიტერიუმი #2 როგორ არის დამოკიდებული ბგერის გავრცელების სიჩქარე გარემოს მახასიათებლებსა (სიმკვრივე და ტემპერატურა) და აგრეგატულ მდგომარეობაზე (მატერია 3)</p>
<p>შესაძლო რესურსები: - - -</p>

5. კომპლექსური დავალება - ელექტროენერჯის გენერაცია და გადაცემა

<p>სკოლა: კლასი: XI კომპლექსური დავალება: ელექტროენერჯის გენერაცია და გადაცემა</p>
<p>საგანი - ფიზიკა</p> <p>თემა - რხევები და ტალღები</p>
<p>სამიზნე ცნება: ენერჯია</p>
<p>ქვეცნება (ზოგადი/კერძო) –</p> <p>ველის ენერჯია - ელექტრული ველის ენერჯია, მაგნიტური ველის ენერჯია; შინაგანი ენერჯია - მოლეკულების ქაოსურად მოძრაობის კინეტიკური ენერჯია, მოლეკულების ურთიერთქმედების პოტენციალური ენერჯია.</p>
<p>საკითხები - რხევითი კონტური, ცვლადი დენი, ცვლადი დენის დენის გენერატორი, ტრანსფორმატორი, ელექტრული ენერჯიის გადაცემა.</p> <p>ქვესაკითხები - იდეალური რხევითი კონტური, თავისუფალი ელექტრომაგნიტური რხევა, ტომსონის ფორმულა, ტრანსფორმაციის კოეფიციენტი, იძულებითი ელექტრომაგნიტური რხევები, ცვლადი დენის ეფექტური მნიშვნელობა, ცვლადი ძაბვის ეფექტური მნიშვნელობა.</p>
<p>დავალების პირობა</p> <p>ცვლადი დენის არსებობა საუკუნეზე მეტს ითვლის, თუმცა მისი სამეცნიერო ღირებულება ბევრად აღემატება მრავალი საუკუნის განმავლობაში მომხდარი აღმოჩენების მნიშვნელობას. ეს განსაკუთრებით აღსანიშნავია დღევანდელ ციფრულ სამყაროში. ცვლადი დენის მიღებამ შესაძლებელი გახადა შორ მანძილზე ელექტროენერჯიის გადაცემა უმნიშვნელო დანაკარგით, რაც თითქმის შეუძლებელი იყო, როცა ელექტროენერჯია მხოლოდ ქიმიური ენერჯიით მიიღებოდა.</p> <p>თქვენი დავალებაა, დაწეროთ სტატია და პრეზენტაციის საშუალებით წარმოადგინოთ, როგორ ხდება ცვლადი დენის გენერატორით ელექტრული ენერჯიის გენერირება და მისი შორ მანძილზე უმნიშვნელო დანაკარგებით გადაცემა.</p> <p>კრიტერიუმი #1 ინახება თუ არა რხევით კონტურში ელექტრული და მაგნიტური ენერჯია და როგორ ხდება ცვლადი დენის გენერატორში ელექტრული ენერჯიის გენერაცია? (ენერჯია.1.2)</p> <p>კრიტერიუმი #2 რა შიდა და გარე ფაქტორები განაპირობებს ელექტრული ენერჯიის უმნიშვნელო დანაკარგებით შორ მანძილზე გადაცემას? (ენერჯია 2,3)</p>
<p>შესაძლო რესურსები: - - -</p>

6. კომპლექსური დავალება - მირაჟი

<p>სკოლა: კლასი: XI კომპლექსური დავალება: მირაჟი</p>
<p>საგანი - ფიზიკა თემა - გეომეტრიული ოპტიკა</p>
<p>სამიზნე ცნება: მატერია, ფიზიკური პროცესი</p>
<p>ქვეცნება (ზოგადი/კერძო) – ნივთიერება - ნივთიერების სტრუქტურა და თვისებები; ელექტრომაგნიტური პროცესები - ელექტრომაგნიტური რხევები და ტალღები.</p>
<p>საკითხები - სინათლის წრფივი გავრცელება, არეკვლა, გარდატეხა; ქვესაკითხები - არეკვლის კანონები, გარდატეხის კანონები, გარდატეხის მაჩვენებელი, სრული შინაგანი არეკვლა, ატმოსფერული რეფრაქცია, მირაჟი.</p>
<p>დავალების პირობა ადამიანები უძველესი დროიდან აკვირდებოდნენ მოვლენას, რომლის დროსაც საგნებს ხედავდნენ იქ, სადაც ისინი არ არის. ამ მოვლენას მირაჟი ჰქვია და მის შესახებ მრავალი ლეგენდაა ცნობილი. სინამდვილეში მირაჟი ოპტიკური მოვლენაა და მისი გამოჩენა ატმოსფეროში მიმდინარე ფიზიკურ პროცესებს უკავშირდება. მირაჟის დამზერა შესაძლებელია პალესტინის ცხელ უდაბნოებშიც და შორეულ, ცივ ალიასკაზე. ამასთან, რაც უფრო ძლიერია სიცივე, მით უფრო ნათელი და ლამაზი ხილვები ჩნდება მის ცაზე. თქვენი დავალებაა, შექმნათ პოსტერი, რომლის საშუალებითაც ახსნით, ატმოსფერული ოპტიკური მოვლენის - მირაჟის წარმოქმნას.</p> <p>კრიტერიუმი #1 რატომ გვეჩვენება აუზის სიღრმე უფრო ნაკლები, ვიდრე ის სინამდვილეშია? აღწერეთ რაოდენობრივად სხივთა სვლის პროცესი ერთი გარემოდან მეორეში გადასვლისას (მატ. 2.3, ფიზ. პროც. 1.2)</p> <p>კრიტერიუმი #2 რა არის მირაჟი და რა ფიზიკური პროცესები განაპირობებს ატმოსფეროში მის წარმოქმნას?(მატ.1.2,ფიზ. პროც.1.2)</p>
<p>შესაძლო რესურსები: - - -</p>

7. კომპლექსური დავალება - ოპტიკური და გრავიტაციული ლინზა

<p>სკოლა: კლასი: XI კომპლექსური დავალება: ოპტიკური და გრავიტაციული ლინზა</p>
<p>საგანი - ფიზიკა</p> <p>თემა - გეომეტრიული ოპტიკა</p>
<p>სამიზნე ცნება: ენერგია, ძალა</p>
<p>ქვეცნება (ზოგადი/კერძო) –</p> <p>შინაგანი ენერგია - მოლეკულების ქაოსურად მოძრაობის კინეტიკური ენერგია, მოლეკულების ურთიერთქმედების პოტენციალური ენერგია; ელექტრომაგნიტური ტალღის ენერგია - სინათლის ენერგია.</p> <p>ურთიერთქმედების სახეები - გრავიტაციული ურთიერთქმედება.</p>
<p>საკითხები - სინათლის წრფივი გავრცელება, არეკვლა, გარდატეხა, გრავიტაციული ლინზირება;</p> <p>ქვესაკითხები - სინათლის წერტილოვანი წყარო, ჩრდილი და ნახევარჩრდილი, გარდატეხის მაჩვენებელი, ოპტიკური ძალა, გამადიდებლობა.</p>
<p>დავალების პირობა</p> <p>ჟიულ ვერნის რომანის „საიდუმლო კუნძულის“ გმირებს ცეცხლის მიღებაში ფიზიკის ცოდნა დაეხმარა. ინჟინერმა საათებიდან ამოღებული მინებით და გამჭვირვალე სითხით ლინზა დაამზადა. მან ლინზის საშუალებით მზის სხივების ერთ წერტილში კონცენტრირება და ცეცხლის მიღება მოახერხა.</p> <p>ნებისმიერი მასიური ციური სხეული, რომელიც მნათობიდან დამკვირვებლამდე გავრცელებული გამოსხივების უშუალო მახლობლობაშია, ამრუდებს გამოსხივების ტრაექტორიას. ამ დროს შეიძლება ობიექტის ერთის მაგივრად რამდენიმე გამოსახულებაც კი გამოჩნდეს. ამ მოვლენას გრავიტაციული ლინზირება ეწოდება.</p> <p>თქვენი დავალებაა, შექმნათ სტატია, სადაც ფიზიკის კანონების გამოყენებით ახსნით, როგორ ხერხდება ოპტიკური ლინზით ცეცხლის გაჩენა და რა კავშირია ოპტიკურ ლინზასა და გრავიტაციულ ლინზირებას შორის.</p> <p>კრიტერიუმი # 1 რას წარმოადგენს ოპტიკური ლინზა და რა ფაქტორები განაპირობებს შემკრები ლინზით აალების მოვლენას? (ენერ. 1,2,3)</p> <p>კრიტერიუმი # 2 რა გრავიტაციულ ეფექტებს წარმოშობს მასიური მატერია და როგორ ხსნის აინშტაინის ექვივალენტობის პრინციპი გრავიტაციული ლინზის წარმოშობას? რა კავშირია აქვს გრავიტაციულ ლინზას ოპტიკურ ლინზასთან? (ძალა 1.2)</p>
<p>შესაძლო რესურსები: - - -</p>

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 ენერჯის სახეებსა 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 „გადაღალახვა“.
- **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 მასწავლებლებსა 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](https://www.vascek.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=mag_lenz&l=en) *გახსენით ჰიპერბმული*
- ❖ https://www.vascek.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=mag_lenz&l=en
- ❖ https://phet.colorado.edu/sims/html/charges-and-fields/1.0.2/charges-and-fields_en.html -

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 იმისა, რომ ზოგადი განათლების ეტაპზე, ნებისმიერ საგანში და მათ შორის ფიზიკაში, აკადემიური მოსწავლის მხრივ მოსწავლეები გენდერული ნიშნით არ განსხვავდებიან ერთმანეთისაგან, საზოგადოებაში გავრცელებულია სტერეოტიპი, რომ ფიზიკა, როგორც რთული საგანი, ვაჟებისთვის უფრო საინტერესო და დაძლევადაა. საზოგადოებაში, ასევე, გავრცელებულია სტერეოტიპი, რომ არსებობს ქალისა და კაცისთვის შესაფერისი სასწავლო დისციპლინები და პროფესიები, რაც მოსწავლე გოგონებთან ზოგადად ზუსტი მეცნიერებებისა და მათ შორის ფიზიკის („მამაკაცური“ დისციპლინა) მიმართ ინტერესის დაქვეითებას იწვევს. მასწავლებელმა უნდა გაითვალისწინოს აღნიშნული ფაქტი და ამგვარი სტერეოტიპების დასაძლევად გამოიყენოს სხვადასხვა სტრატეგიები. მაგალითად, ჯგუფური მუშაობის დროს, ჯგუფების დაკომპლექტებისას ხელი შეუწყოს გენდერული კუთხით მოსწავლეთა თანაბარ გადანაწილებას ჯგუფებში, პერიოდულად მისცეს დავალება მოსწავლეებს, გააკეთონ რეფერატი ან პრეზენტაცია ქალი ფიზიკოსების მიღწევებზე წარსულ და თანამედროვე ეპოქაში. დღეს მრავალი ჩვენი მოქალაქე, ქართველი ქალი ფიზიკოსი მოღვაწეობს მსოფლიოს წამყვან კვლევით ცენტრში და აუცილებელია ამ თვალსაზრისით მათი საქმიანობის პოპულარიზაცია ჩვენს მოსწავლეებში.

2011 წელს გაერომ 11 თებერვალი დააწესა მეცნიერ ქალთა საერთაშორისო დღედ. საქართველოში ამ დღეს ტარდება სხვადასხვა ღონისძიება, მათ შორის საბუნებისმეტყველო მიმართულებით მოღვაწე მეცნიერი ქალები საუბრობენ საკუთარ მიღწევებზე და პოპულარიზაციას უწევენ ფუნდამენტალურ სამეცნიერო დარგებს. ასეთი შეხვედრები მოსწავლეებთან ხელს უწყობს მოტივაციის ამაღლებას და გენდერული თანასწორობის დამკვიდრებას საბუნებისმეტყველო საგნებით დაინტერესებულ 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, სოციუმსა 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 აქცენტორებისას 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	კონკრეტული ოპერაციები კომპონენტები	საორიენტაციო შეკითხვები მასწავლებლისთვის
დაკვირვება	გახსენება	<ul style="list-style-type: none"> • რა არის პოსტერი? • შეგიქმნიათ თუ არა პოსტერი? • გიმუშავიათ თუ არა ვირტუალურ ლაბორატორიაში? • იცნობთ თუ არა სიმულატორებს? • იცით თუ არა რამე ელექტრული დენის შესახებ?
	ამოცნობა	<ul style="list-style-type: none"> • რისთვის არის საჭირო პოსტერები? • რომელ ფიზიკურ პროცესს ახლავს თან ნათურის ნათება? • იცით თუ არა როგორ არის შესაძლებელი ნაწილაკების აჩქარება? • რომელი ნაწილაკების აჩქარებაა შესაძლებელი ელექტრული ველით და რომლის - არა? • რა უნდა ვიცოდეთ პოსტერის შესაქმნელად? • როგორ ასახავთ პოსტერში საჭირო მათემატიკურ ფორმულებსა და გამოსახულებებს?

კანონზომიერების აღმოჩენა და განზოგადება	შედარება და დაპირისპირება (კონტრასტი)	<ul style="list-style-type: none"> • შეადარეთ ერთმანეთს მუდმივ და ცვლად დენის წყაროში ელექტრული დენის გენერაციის პროცესი; • შეადარეთ ერთმანეთს ტრანსფორმატორში დენის ძალის და ძაბვის ცვლილება; • რომელია უკეთესი გამტარი, ოქრო თუ ვერცხლი?
	კლასიფიცირება	<ul style="list-style-type: none"> • რომელ გარემოში აქვს მეტი სიჩქარე ბგერას? • რომელი ნაწილაკების მოძრაობა განაპირობებს ლითონის გამტარში ელექტრულ დენს?
	რელევანტური და არარელევანტური ინფორმაციის იდენტიფიცირება	<ul style="list-style-type: none"> • სად გამოიყენებენ ზეგამტარებს? • რა არის მაგნიტური ლევიტაცია და სად შეიძლება მის გამოყენება?
დასკვნების ჩამოყალიბება კანონზომიერებების საფუძველზე	პირველადი დასკვნა	<ul style="list-style-type: none"> • როგორ დაასაბუთებთ ცვლადი დენის გადაცემის უპირატესობას?
	ვარაუდის გამოთქმა	<ul style="list-style-type: none"> • რა სარგებლობას მოგვცემდა, ჩვეულებრივი სადენების ნაცვლად ზეგამტარული სადენების გამოყენება?
დასკვნების შეფასება დაკვირვების საფუძველზე	თანმიმდევრულობის შემოწმება	<ul style="list-style-type: none"> • რა ნაბიჯების გადადგმა მოგიწევთ პოსტერის შექმნისას? • როგორ შეიძლება განვსაზღვროთ თავისუფალი აჩქრება ქანქარას პერიოდის ფორმულის გამოყენებით?
	ტენდენციურობის, სტერეოტიპების, კლიშეებისა და პროპაგანდის იდენტიფიცირება	<ul style="list-style-type: none"> • რატომ არ არის მოსახერხებელი პრაქტიკაში კუთრი წინაღობის SI ერთეულის გამოყენება?
	უსაფუძვლო დაშვებების იდენტიფიცირება	
	გადამეტებული განზოგადების ან მცირედ განზოგადების ამოცნობა	<ul style="list-style-type: none"> • ვისთვის და რატომ არის ეს პროდუქტი სასარგებლო და საინტერესო?
დასკვნების ფაქტებით დადასტურება		<ul style="list-style-type: none"> • რა არის მაგნიტური ლევიტაცია და სად შეიძლება მის გამოყენება? • დასაბუთეთ დებულება, რომლის მიხედვითაც ცვლადი დენის გენერატორის მოქმედება ელექტრომაგნიტური ინდუქციის მოვლენას ეფუძნება

ფუნქციური უნარი - შემოქმედებითობა	კოგნიტური ოპერაციები/კომპონენტები	საორიენტაციო შეკითხვები მასწავლებლისთვის
თავისუფლად აზროვნება	კითხვების დასმა	<ul style="list-style-type: none"> • 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	<ul style="list-style-type: none"> • როგორ ასახავთ თქვენ მიერ მიღებულ შედეგებს პოსტერში? • რატომ ფიქრობ, რომ შენ მიერ შექმნილი პოსტერი დაეხმარება მომავალში მსგავსი პრობლემის გადაჭრაში ადამიანებს? • დაასახელებთ მოვლენა, რომელსაც ეფუძნება ცვლადი დენის გენერატორში ელექტროენერჯის გენერაცია
ფლექსიურობა	პრობლემის დანახვა და შეფასება სხვადასხვა პერსპექტივიდან მიდგომების მრავალფეროვნება (approach)	<ul style="list-style-type: none"> • რატომ ფიქრობ, რომ შენ მიერ შექმნილი პოსტერი დაეხმარება მომავალში მსგავსი პრობლემის გადაჭრაში ადამიანებს?
ორიგინალობა	უნიკალური და ახალი იდეის გენერირება	<ul style="list-style-type: none"> •
	სხვადასხვა ელემენტისგან უნიკალური კომბინაციების შექმნა	<ul style="list-style-type: none"> • რა პროფესიის ადამიანებს ესაჭიროებათ შენ მიერ შექმნილი პროდუქტი?
დეტალებზე ყურადღების გამახვილება	იდეების განვითარება და გამდიდრება დეტალიზაციის ხარჯზე	<ul style="list-style-type: none"> • 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)	<ul style="list-style-type: none"> რატომ ფიქრობ, რომ შენ მიერ შექმნილი პოსტერი დაეხმარება მომავალში მსგავსი პრობლემის გადაჭრაში ადამიანებს?
	მეტყველების ტიპის შერჩევა - აღწერა, თხრობა, მსჯელობა	<ul style="list-style-type: none"> 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)	<ul style="list-style-type: none"> 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)	<ul style="list-style-type: none"> 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, ქესტიკულაცია და ა.შ.)	<ul style="list-style-type: none"> 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)
თავდაჯერებულობა	ლიაობა	<ul style="list-style-type: none"> რით ამდიდრებს შენს პრეზენტაციას თანაკლასელების მიერ წარმოდგენილი კომპლექსური დავალებები? ასევე მათი კომენტარები, შენიშვნები?
	კეთილგანწყობა	<ul style="list-style-type: none"> როგორ წარმართავდით, რა ფაქტორების გათვალისწინებაა საჭირო სამიზნე აუდიტორიის/კომპლექსურ დავალებაზე მუშაობის პროცესში ჩართული პირების კეთილგანწყობის მოსაპოვებლად?
ემპათია (სხივის თვალით დანახვა)	თვითრეფლექსია/უკუკავშირი	<ul style="list-style-type: none"> ახლა რომ იწყებდეთ იმავე დავალებაზე მუშაობას, რას გააკეთებდით სხვაგვარად

		<p>თქვენი ნამუშევარის შესახებ მასწავლებლისგან მიღებული უკუკავშირის გათვალისწინებით?</p>
	ურთიერთობის მონიტორინგი	<ul style="list-style-type: none"> ვინ და როგორ დაგეხმარათ კომპლექსურ დავალებაზე მუშაობის პროცესში და რამდენად გაითვალისწინეთ მათი რჩევები?
აღიარება	<p>თანასწორობა პასუხისმგებლობა ტოლერანტობა (განსხვავებულის მიმდებლობა) ორიენტაცია <i>პრობლემა</i>სა და არა კომუნიკაციაში ჩართულ სუბიექტზე</p>	<ul style="list-style-type: none"> შეხვდით თუ არა განსხვავებულ მოსაზრებებს კომპლექსურ დავალებაზე მუშაობის პროცესში? რამდენად შეძელით თანამშრომლობა განსხვავებული შეხედულებების ადამიანებთან? რამდენად მოახერხეთ აზრთა სხვადასხვაობის ვითარებაში ორიენტირებული ყოფილიყავით <i>პრობლემა</i>სა და არა კომუნიკაციაში ჩართულ ადამიანებზე?

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

	ურთიერთდამოკიდებულობა (ანგარიშვალდებულების ორი დონე - ინდივიდუალური და ჯგუფური)	<ul style="list-style-type: none"> ვის წინაშე იყავით ანგარიშვალდებულებული სამუშაო პროცესში (მასწავლებლის, თანაკლასელების, მშობლების)?
--	---	--

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

ფუნქციური/კომპონენტური უნარი - ხასიათი ნებისყოფა/ნებელობა	კოგნიტური ოპერაციები/კომპონენტები	კომენტარი (ნიმუშები)
იდენტობა	საკუთარი შესაძლებლობებისა და ინტერესების გაცნობიერება (ვინ ვარ მე) გადაწყვეტილების მიღება თვითრეალიზაციისთვის (რასთან ვაფილირდები)	<ul style="list-style-type: none"> • რას მძღვეს მე/რატომ არის ჩემთვის მნიშვნელოვანი კომპლექსურ დავალებაზე მუშაობის პროცესი? (რა გავიგე, რა შევძელი, რა შევიძინე კომპლექსურ დავალებაზე მუშაობის შედეგად?
თვითრეგულაცია	მიზნების დასახვა დაგეგმვა თვითეფექტურობის განცდა სწავლის სტრატეგიები მონიტორინგი და შეფასება დახმარებისთვის სხვებისთვის მიმართვა	<ul style="list-style-type: none"> • რა გრძელვადიან და მოკლევადიან მიზნებს ისახავდით კომპლექსურ დავალებაზე მუშაობის პროცესში? • როგორ დაგეგმე კომპლექსურ დავალებაზე მუშაობის პროცესი? რა ფაქტორებს ითვალისწინებდი სამუშაო პროცესის დაგეგმვისას? • რა გამოგივიდათ კარგად კომპლექსურ დავალებაზე მუშაობის პროცესში? • რა ხერხები გამოიყენე სასწავლო მასალის უკეთ გასააზრებლად? / კომპლექსური დავალების უკეთ შესასრულებლად? • წარმართა თუ არა კომპლექსურ დავალებაზე მუშაობის პროცესი დაგეგმილის შესაბამისად? გახდა თუ არა საჭირო პირველად გეგმებში ცვლილებების შეტანა? • ვისთან ითანამშრომლეთ კომპლექსურ დავალებაზე მუშაობის პროცესში? (რა დახმარება გაუწიეთ თანაკლასელებს/მშობელს/მასწავლებელს; რა მხარდაჭერა მიიღეთ მათგან)
თვითაქტუალიზაცია	ენტუზიაზმი ყველა საქმის მიმართ ავტონომიურობა საკუთარი თავის პოზიტიური შეფასება	<ul style="list-style-type: none"> • 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?

	ადამიანებისა და სამყაროს მიმართ კეთილგანწყობა	<ul style="list-style-type: none"> • თქვენი აზრით, რა სამსახური გაუწიეთ სხვა ადამიანებს თქვენ მიერ შესრულებული კომპლექსური დავალებით?
	პროცესზე ორიენტირებულობა	<ul style="list-style-type: none"> • როგორ დაგეგმე კომპლექსურ დავალებაზე მუშაობის პროცესი? რა ფაქტორებს ითვალისწინებდი სამუშაო პროცესის დაგეგმვისას? წარიმართა თუ არა კომპლექსურ დავალებაზე მუშაობის პროცესი დაგეგმილის შესაბამისად? გახდა თუ არა საჭირო პირველად გეგმებში ცვლილებების შეტანა?

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

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

ამდენად, მასწავლებლის წიგნში ქართვინ 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, კვლევითი სამუშაოს განხორციელებას ასევე თან ახლავს 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 იგივეა მიმართებით და აბსტრაქტულ დონეებთან.

შეფასების კრიტერიუმი	კომენტარი
<p>პრესტრუქტურული დონე მოსწავლეს საკითხთან დაკავშირებით არ აქვს რელევანტური ინფორმაცია.</p>	<p>მოსწავლემ ვერ შეასრულა დავალება</p>
<p>უნისტრუქტურული დონე მოსწავლეს აქვს მხოლოდ ერთი არასტრუქტურირებული ასოციაცია/წარმოდგენა განსახილველ საკითხთან დაკავშირებით.</p>	<p>მოსწავლეს აქვს ერთი იდეა დავალებასთან მიმართებით: 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.</p>
<p>მულტისტრუქტურული დონე მოსწავლეს აქვს მხოლოდ რამდენიმე, ერთმანეთთან დაუკავშირებელი, უსისტემო ასოციაცია/წარმოდგენა განსახილველ საკითხთან დაკავშირებით.</p>	<p>შესასწავლ საკითხთან დაკავშირებით შეუძლია წარმოადგინოს 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.</p>
<p>მიმართებითი დონე მოსწავლეს შეუძლია:</p> <ul style="list-style-type: none"> • სამიზნე ცნებასთან დაკავშირებული ფაქტებისა და მოვლენების კრიტიკულად და ურთიერთდაკავშირებულად გააზრება და გაანალიზება; • სამიზნე ცნების მკვიდრი წარმოდგენების ურთიერთდაკავშირებულად გაანალიზება; • კონკრეტულ სამიზნე ცნებასთან დაკავშირებული ინფორმაციის კონტექსტუალიზება (საგნის სხვა სამიზნე ცნებებთან დაკავშირება). • მიმართებით დონეზე საკითხის/სამიზნე ცნების გააზრება ნიშნავს ეროვნული სასწავლო გეგმით განსაზღვრული შედეგის მიღწევას. თუმცა, შესაძლებელია მოსწავლე უფრო შორსაც წავიდეს, ანუ იმ განზოგადებებისკენ, რომლებიც აბსტრაქტული დონისთვისაა განსაზღვრული. 	<p>ცვლადი დენის ძრავის თემაზე ნამუშევრის წარდგენისას მოსწავლე შემოქმედებითად გადმოსცემს, თუ რატომ არის მისი მოდელი საინტერესო, კარგად აქვს გააზრებული ელექტრული დენის, როგორც ფიზიკური პროცესის არსი, ახასიათებს ელექტრომაგნიტური ინდუქციის მოვლენის აღძვრის პირობებს.</p>
<p>აბსტრაქტული დონე მოსწავლეს შეუძლია სამიზნე ცნებაზე მუშაობის პროცესში შეძენილი ცოდნისა და გამოცდილების ეროვნული სასწავლო გეგმის ხესაგნობრივ (მაკრო) ცნებებთან დაკავშირება.</p>	<p>მოსწავლე მსჯელობს გენერატორის მოქმედების პრინციპებზეც. იგი აკავშირებს ელექტრომაგნიტური ინდუქციის მოვლენას ცხოვრებისეულ მაგალითებთან და ასახელებს მოწყობილობებს, რომლებიც ელექტრული ენერჯის მექანიკურ ენერჯიად და, პირიქით, მექანიკური ენერჯის ელექტრულ ენერჯიად გარდაქმნის. მსჯელობს, თუ როგორ შეიძლება მიღებული ცოდნა გამოვიყენოთ სხვადასხვა ცხოვრებისეულ სიტუაციებში.</p>

საკონტროლო კითხვების პასუხები პარაგრაფების მიხედვით

§ 1.1

1. ბუნებრივ მაგნიტს უწოდებენ ბუნებაში მოპოვებულ რკინის მადანის ნაჭერს, რომელსაც რკინის სხეულების მიზიდვის უნარი აქვს. სხეულს, რომელმაც მაგნიტური თვისება გავლენით შეიძინა, ხელოვნურ მაგნიტს უწოდებენ;
2. ჩვეულებრივ, ნარჩენი დამაგნიტება ბევრად სუსტია დროებით დამაგნიტებაზე;
3. მაგნიტურ ისარი ღეროს ფორმის გრძელი და წვრილი მაგნიტია, რომლის პოლუსების უბნები ძალიან მცირე ზომისაა და კიდევშია განთავსებული, მთელი დანარჩენი ნაწილი კი მაგნიტურად ნეიტრალურია. მაგნიტურ ისარს მის ცენტრზე გამავალ ღერძზე თავისუფალი ბრუნვა შეუძლია;
4. მაგნიტების ერთსახელიანი პოლუსები ერთმანეთისაგან განიზიდება.

§ 1.2

1. ერთნაირი ნიშნით დამუხტული სხეულების მსგავსად, მაგნიტების ერთსახელია პოლუსები ერთმანეთს განიზიდავს. მაგნიტების სამხრეთ და ჩრდილოეთ პოლუსები ერთმანეთს მიიზიდავს, მსგავსად სხვადასხვა ნიშნით დამუხტული სხეულებისა;
2. არაგო მიუთითებდა ფაქტებზე, რომლის მიხედვით მეხის დაცემის სიახლოვეს არსებული კომპასები მწყობრიდან გამოვიდა, ფოლადის დანები და ჩანგლები კი დამაგნიტდა. ვინაიდან იმ პერიოდისთვის უკვე იცოდნენ, რომ ელვა ჰაერში გამავალ ძლიერ დენს წარმოადგენდა, კავშირი ელექტრულ და მაგნიტურ მოვლენებს შორის ცხადი გახდა;
3. წრფივი გამტარის მახლობლად მოთავსებული მაგნიტური ისარი გამტარში დენის გატარებისას ისე ორიენტირდება, რომ გამტართან მართ კუთხეს შექმნის;
4. მაგნიტურს უწოდებენ ძალებს, რომლებიც ბუნებრივი და ხელოვნური მაგნიტების მახლობლად, ასევე დენიანი გამტარის გარემომცველ სივრცეში მოქმედებს.

§ 1.3

1. ორი პარალელური დენიანი გამტარი მიიზიდება, თუ მათში ერთი მიმართულების დენები გადის;
2. მაგნიტური ველის შესასწავლად დენის მცირე ელემენტს იმიტომ ვერ გამოვიყენებთ, რომ თვით დენის მცირე ელემენტის შექმნაა შეუძლებელი, მუდმივი დენის არსებობისთვის საჭიროა წრედი შეკრული იყოს;
3. მაგნიტური ველის შესასწავლი ჩარჩოს ზომები მცირე იმიტომ უნდა იყოს, რომ ჩარჩოს ზომების ფარგლებში მაგნიტური ველი საგრძნობლად არ იცვლებოდეს;
4. ვერტიკალურ წრფივ დენიან გამტართან ახლოს დენიანი ჩარჩოს ის გვერდი თავსდება, რომელშიც დენი ისევეა მიმართული, როგორც გამტარში. გამტარში დენის მიმართულების შეცვლა ჩარჩოს ამ გვერდის განზიდვას და მისი მოპირდაპირე გვერდის მიზიდვას გამოიწვევს. შედეგად, ჩარჩო 180°-ით მობრუნდება;
5. ამჟამად ივარაუდა, რომ ნივთიერების შემადგენელი ნაწილაკების შიგნით ელემენტარული ელექტრული დენები ცირკულირებენ. თუ ამ დენების ცირკულაციის სიბრტყეები ერთმანეთის მიმართ ქაოსურადაა განლაგებული, მათი მაგნიტური მოქმედებები ერთმანეთს აკომპენსირებს და სხეული მაგნიტურ თვისებებს არ ავლენს. დამაგნიტებულ სხეულში კი ამავე დენების ცირკულაციის სიბრტყეები მოწესრიგებულად ისეა განლაგებული, რომ მათი მაგნიტური მოქმედებები ერთმანეთს აძლიერებს. შედეგად, სხეული მაგნიტურ თვისებებს ავლენს;
6. ატომის თეორიის თანახმად, ელემენტარულ ელექტრულ წრიულ დენს ატომში ბირთვის გარშემო ელექტრონის მოძრაობა წარმოადგენს;
7. დროთა განმავლობაში სხეულში ელემენტარული ელექტრული დენების ცირკულაციის სიბრტყეების მოწესრიგებული განლაგება ირღვევა, ამიტომ სხეულის ნარჩენი დამაგნიტებაც სუსტდება.

§ 1.4

1. მაგნიტური ველის ინდუქცია ვექტორული სიდიდე იმიტომ უნდა იყოს, რომ მაგნიტური ისარსა და მოქნილ სადენებზე დაკიდებულ მცირე ზომის დენიან ჩარჩოს მაგნიტური ველი აბრუნებს. ამასთან, მათი მობრუნება გრძელდება მანამ, ვიდრე მკაცრად განსაზღვრულ მდგომარეობას არ დაიკავენ;
2. დენიან ჩარჩოზე მაგნიტური ველის მხრიდან მოქმედი ძალების მაქსიმალური მომენტი ჩარჩოს ფართობისა და მასში გამავალი დენის ძალის პროპორციულია;
3. შეფარდება $M_{max}/(IS)$ ჩარჩოს თვისებებზე დამოკიდებული არ არის, ის მხოლოდ სივრცის მოცემულ წერტილში არსებულ მაგნიტური ველით განისაზღვრება. სწორედ ამიტომ გამოდგება ეს შეფარდება ველის მახასიათებელ სიდიდედ;
4. თუ სივრცის მოცემულ წერტილში მაგნიტურ ველს ქმნის რამდენიმე დენი (მაგნიტი), ამ წერტილში მათ მიერ შექმნილი ველების მაგნიტური ინდუქციები გეომეტრიულად იკრიბება.

§ 1.5

1. წრფივი დენიანი გამტარის მაგნიტური ინდუქციის წირები ამ გამტარის მართობულ სიბრტყეში მდებარე კონცენტრული წრეწირებია, რომელთა ცენტრები გამტარზე მდებარეობს; თუ მარჯვენა ხელის 90°-ით გაშლილი ცერა თითი წრფივ გამტარში დენის მიმართულებას მიუთითებს, მაშინ მოხრილი ოთხი თითი გამტარის მიერ შექმნილი მაგნიტური ველის წირების შემოვლის მიმართულებას გვიჩვენებს;
2. თუ სოლენოიდის სიგრძე გაცილებით დიდია მის დიამეტრზე, მაშინ სოლენოიდის შიგნით შექმნილი მაგნიტური ველი დიდი მიახლოებით ერთგვაროვნად შეიძლება მივიჩნიოთ;
3. დედამიწის გეოგრაფიული და მაგნიტური პოლუსები დასახელებით ერთმანეთს არ ემთხვევა: დედამიწის მაგნიტური ჩრდილოეთ პოლუსი გეოგრაფიულ სამხრეთ პოლუსთან ახლოს მდებარეობს, მაგნიტური სამხრეთ პოლუსი კი — გეოგრაფიულ ჩრდილოეთ პოლუსთან;
4. მაგნიტური ველის ძალწირები შეკრულობის მიზეზი ისაა, რომ მაგნიტურ ველს არ აქვს წყარო—მაგნიტური მუხტი არ არსებობს.

§ 1.6

1. მაგნიტური ველის მხრიდან დენიან გამტარზე მოქმედი ძალა კულონური ძალებისაგან იმით განსხვავდება, რომ არ არის ცენტრული;
2. წრფივი დენიან გამტარზე მოქმედი ამპერის ძალის მოდული მაქსიმალური რომ იყოს ის ერთგვაროვანი მაგნიტური ველის ინდუქციის ვექტორის მართობულად უნდა მოვათავსოთ, ხოლო ნულის ტოლი რომ იყოს—პარალელურად.

§ 1.7

1. დენიანი გამტარების ურთიერთქმედება ხორციელდება შემდეგნაირად: ერთი დენიანი გამტარი მის გარემომცველ სივრცეში ქმნის მაგნიტურ ველს, რომელიც მეორე გამტარში გამავალ დენზე მოქმედებს და პირიქით;
2. წრფივი დენიანი გამტარის მაგნიტური ველის ინდუქციის მოდული გამტარიდან დაშორების უკუპროპორციულად იცვლება.

§ 1.8

1. ერთგვაროვან მაგნიტურ ველში მოძრავ მუხტზე მოქმედი ლორენცის ძალა მაქსიმალური იქნება მაშინ, როდესაც მუხტის სიჩქარე მაგნიტური ინდუქციის ვექტორის მართობულია;
2. ერთგვაროვან მაგნიტურ ველში მოძრავ მუხტზე ლორენცის ძალა მაშინ არ იმოქმედებს, როდესაც მუხტის სიჩქარე მაგნიტური ინდუქციის ვექტორის გასწვრივაა მიმართული;
3. სხვადასხვანიშნა და მუხტულ ნაწილაკებზე ერთი და იმავე მიმართულების ლორენცის ძალამ რომ იმოქმედოს, ისინი ურთიერთსაპირისპიროდ უნდა მოძრაობდნენ.

§ 1.9

1. მას-სპექტრიგრაფისა და ციკლოტრინის მუშაობის პრინციპი ეფუძნება იმ ფაქტს, რომ ერთგვაროვან მაგნიტურ ველში მისი ინდუქციის ვექტორის მართობულად შეჭრილი დამუხტული ნაწილაკი წრეწირზე მოძრაობს;
2. მას-სპექტროგრაფში ნაწილაკის კვალი საშუალებას იძლევა დიდი სიზუსტით გაიზომოს ტრაექტორიის სომრუდის რადიუსი. იცინა რა ნაწილაკის ელექტრული მუხტი, მისი სიჩქარე და მაგნიტური ველის ინდუქციის მოდული, $m = \frac{|q|B}{v}R$ ფორმულით ითვლიან ნაწილაკის მასას. ეს კვალი საშუალებას იძლევა დიდი სიზუსტით გაიზომოს ტრაექტორიის რადიუსი და, შესაბამისად, განისაზღვროს ნაწილაკის მასა;
3. ციკლოტრონში დამუხტული ნაწილაკების აჩქარება მიმდინარეობს დუანტებს შორის ღარში;
4. ციკლოტრონში დამუხტული ნაწილაკები სპირალურ ტარაექტორიაზე მოძრაობენ;
5. დედამიწის მაგნიტური ველი კოსმოსური სივრციდან დედამიწისკენ ძალიან დიდი სიჩქარით მოძრავი დამუხტული ნაწილაკების ტრაექტორიას ცვლის და ამით დედამიწის ზედაპირს მასზე ამ ნაწილაკების მოხვედრისგან იცავს;

§ 1.10

1. ჰისტერეზისის მოვლენა იმაში მდგომარეობს, რომ ფერომაგნეტიკის დამამაგნიტებელ მაგნიტურ ველში მოთავსებისას მისი დამაგნიტება წინა დამაგნიტებაზეა დამოკიდებული;
2. ელექტრონის ბრუნვა ორბიტაზე (წრიული დენი) წარმოქმნის მაგნიტურ ველს, რომელსაც ორბიტალურ მაგნიტურ ველს უწოდებენ, ხოლო მისი „ბრუნვა“ საკუთარი ღერძის გარშემო ქმნის სპინურს მაგნიტურ ველს;
3. დომენებს უწოდებენ კრისტალში არსებულ მცირე ზომის თავისთავად დამაგნიტებულ ისეთ უბნებს, რომელთა დამაგნიტება გამოწვეულია ელექტრონების სპინური მაგნიტური ველების შეკრების შედეგად.

§ 1.11

1. გამტარში არსებული დადებითი და უარყოფითი დამუხტული ნაწილაკები გამტართან ერთად ერთი მიმართულებით გადაადგილდება, ამიტომ მათზე მოქმედ ლორენცის ძალებს საპირისპირო მიმართულება აქვს, რაც მათ განცალკევებას იწვევს;
2. გამტარში ემ ძალა რომ არ აღიძრას, ის უნდა ვამოძრაოთ ერთგვაროვანი მაგნიტური ველის ინდუქციის ვექტორის პარალელურად.

§ 1.12

1. როდესაც დენის წყაროსთან მიერთებული პირველი კოჭა არ მოძრაობს, გალვანომეტრთან შეერთებულ მეორე კოჭაში დენი არ აღიძვრება;
2. თუ კოჭას თავთან მაგნიტს კოჭას ღერძის მართობულად ვამოძრავებთ, კოჭაში დენი არ აღიძვრება, რადგან ამ დროს კოჭას გამჭოლი მაგნიტური ინდუქციის წირების რაოდენობა არ შეიცვლება;
3. თუ უძრავ მაგნიტს კოჭას მივუახლოვებთ, კოჭაში დენი აღიძვრება. მნიშვნელობა არ აქვს მაგნიტი მოძრაობს უძრავი კოჭას მიმართ, თუ პირიქით. ორივე შემთხვევაში კოჭას გამჭოლი მაგნიტური ინდუქციის წირების რაოდენობა იცვლება.

§ 1.13

1. ბრტყელი შეკრული კონტურის გამჭოლი მაგნიტური ნაკადი დამოკიდებულია მაგნიტური ინდუქციის ვექტორის მოდულზე, კონტურით შემოსაზღვრული ზედაპირის ფართობზე, მაგნიტური ინდუქციის ვექტორსა და კონტურის ნორმალს შორის არსებულ კუთხეზე;
2. ბრტყელი შეკრული კონტურის გამჭოლი მაგნიტური ნაკადი მაქსიმალურია, როდესაც მაგნიტური ინდუქციის ვექტორსა და კონტურის ნორმალს ერთი მიმართულება აქვს; ნულის ტოლი კი მაშინაა. როდესაც მაგნიტური ინდუქციის ვექტორი და კონტურის ნორმალი ურთიერთმართობულია;
3. იმ შეკრული კონტურის გამჭვალავი ნაკადია მეტი, რომელშიც გამავალი მაგნიტური ძალების რიცხვიც მეტია.

§ 1.14

1. მაგნიტის გამტარი რგოლიდან დაშორებისას მას გამტარი რგოლი მიიზიდავს;
2. მაგნიტი გაჭრილ რგოლთან იმიტომ არ ურთიერთქმედებს, რომ ჭრილი ხელს უშლის რგოლში ინდუქციური დენის წარმოქმნას;
3. მაგნიტს და კოჭას დაშორებისას ერთმანეთი რომ განეზიდათ მაგნიტი თავისთავად, მზარდი სიჩქარით გააგრძელებდა კოჭასაგან დაშორებას. ეს კი კოჭას გამჭოლი მაგნიტური ნაკადის უფრო სწრაფ შემცირებას გამოიწვევდა, რაც თავის მხრივ გაზრდიდა ინდუქციურ დენს და, შესაბამისად, მაგნიტისა და კოჭას ერთმანეთის განზიდვის ძალას. ამრიგად, გარე ძალების მუშაობის შესრულების გარეშე მივიღებდით მაგნიტის კინეტიკური ენერჯისა და კოჭაში დენის ძალის ზრდას, რაც ენერჯის მუდმივობის კანონს ეწინააღმდეგება.

§ 1.15

1. N ერთნაირი ხვისსაგან შემდგარ კონტურში აღძრული ინდუქციის ემმ, ერთ ხვიაში აღძრულ ემმ-ს N -ჯერ იმიტომ აღემატება, რომ ყოველ ხვიაში აღძრული ინდუქციის ემმ ერთნაირია და ხვиеბი ერთმანეთთან მიმდევრობითაა შეერთებული;
2. ელექტრომაგნიტური ინდუქციის კანონით მაგნიტური ნაკადის ერთეული 1 ვებერი ასე განიმარტება: ჩაკეტილი გამტარი კონტურით შემოსაზღვრული ზედაპირის გამჭოლი მაგნიტური ნაკადი 1 ვებერის ტოლია, თუ 1 წმ-ის განმავლობაში ამ ნაკადის ნულამდე თანაბრად შემცირებისას კონტურში 1 ვ ინდუქციის ემმ აღიძვრება.

§ 1.16

1. როგორც ვიცით, მაგნიტური ველი მხოლოდ მოძრავ დამუხტულ ნაწილაკებზე მოქმედებს, გამტარი კონტური კი უძრავია, ამიტომ უშუალოდ მაგნიტური ველი ინდუქციურ დენს ვერ წარმოქმნის. მართალია, გამტარში თავისუფალი დამუხტული ნაწილაკები მოძრაობს, მაგრამ ეს მოძრაობა ქაოსურია და მაგნიტური ველის მხრიდან მოქმედი ძალა მათ ვერ განაცალკევებს;
2. გრიგალური ელექტრული ველის ძალწირები შეკრულია, ამიტომ მის ყველა უბანზე მუხტის გადატანისას გრიგალური ელექტრული ველის მუშაობას ერთი ნიშანი აქვს. შესაბამისად, ამ ველის მუშაობა შეკრულ ტრანექტორიაზე ნულის ტოლი არ იქნება;
3. ფუკოს დენებს უწოდებენ ძალიან მცირე წინაღობის მასიურ გამტარებში წარმოქმნილ ინდუქციურ დენებს.

§ 1.17

1. კოჭაში დენის ძალის მატებისას წარმოიქმნება გრიგალური ელექტრული ველი, რომლის დაძაბულობა დენის საწინააღმდეგოდაა მიმართული, ამიტომ გრიგალური ელექტრული ველი დენის მატებას ეწინააღმდეგება. შედეგად, კოჭასთან შეერთებული ნათურა დაგვიანებით ინთება;
2. ჩამრთველის გამორთვისას კოჭაში დენის ძალა იკლებს, წარმოქმნილი გრიგალური ელექტრული ველის დაძაბულობას დენის მიმართულება აქვს და ეწინააღმდეგება მის შემცირებას. შედეგად, ჩაკეტილ კონტურებში დენი მყისიერად არ წყდება;
3. ინერჯის გამო, სხეულის სიჩქარის მოცემულ მნიშვნელობამდე გაზრდისათვის ან მოძრავი სხეულის დასამუხრუჭებლად გარკვეული დროა საჭირო. ანალოგიურად, წრედის ჩართვისას, თვითინდუქციის გამო დენის ძალა მყისიერად ვერ აღწევს მოცემულ მნიშვნელობას, დენის წყაროდან გათიშვის შემდეგ კი დენი მყისიერად არ წყდება;
4. კონტურის ინდუქციურობა რიცხობრივად ტოლია თვითინდუქციის იმ ემმ-ის, რომელიც აღიძვრება მასში 1 წმ-ის განმავლობაში დენის ძალის 1 ა-ით ცვლილებისას;
5. კონტურის ინდუქციურობა ფიზიკური სიდიდეა, რომელიც დამოკიდებულია მხოლოდ გამტარის გეომეტრიაზე და იმ გარემოს მაგნიტურ თვისებებზე, რომელშიც კონტურია მოთავსებული.

§ 1.18

1. გრიგალური ელექტრული ველი უარყოფით მუშაობას ასრულებს წრედის შეკვრისას, როდესაც ის ხელს უშლის დენის ძალის ზრდას; გრიგალური ველი დადებით მუშაობას ასრულებს წრედის გათიშვისას, როდესაც ის ხელს უშლის დენის ძალის შემცირებას;
2. დენის ცვლილების პროცესში ინდუქციურობა იმავე როლს ასრულებს, რასაც სხეულის მასა სიჩქარის ცვლილებისას. დენის ძალის ანალოგი კი სხეულის სიჩქარეა.

§ 1.19

1. მუდმივი დენის ძრავას ძირითადი ნაწილებია: ინდუქტორი, ღუზა და კოლექტორი ელექტრული მუსებით;
2. მუსების დანიშნულებაა დენის წყაროდან ელექტრული დენი ღუზას გრაგნილებს მიაწოდოს;
3. ელექტრული დენი ღუზის იმ გრაგნილს მიეწოდება, რომლის სიბრტყეშიც ინდუქტორის მაგნიტური ინდუქციის ვექტორია განთავსებული, რათა ღუზის გრაგნილის გამტარებზე მოქმედი ამპერის ძალა ყოველთვის მაქსიმალური იყოს;
4. ელექტროძრავას მოძრავ ნაწილს როტორს უწოდებენ, უძრავ ნაწილს კი—სტატორს;
5. მუდმივი დენის გენერატორის მუშაობას საფუძვლად ელექტრომაგნიტური ინდუქციის მოვლენა უდევს. კერძოდ, ერთგვაროვან მაგნიტურ ველში გამტარი ჩარჩოს ბრუნვისას მასში ინდუქციის ემ ძალის აღძვრა;
6. თუ მუდმივი დენის გენერატორის ინდუქტორის გრაგნილების კვება თვით გენერატორში გამომუშავებული დენით ხორციელდება, მას **დინამო მანქანას** უწოდებენ.

§ 2.1

1. რხევით მოძრაობას ახასიათებს განმეორებადობის თვისება—მერხევი სხეულის მახასიათებელი ფიზიკური სიდიდეები (კოორდინატი, სიჩქარე, აჩქარება, ძალა) ზუსტად ან მიახლოებით იმეორებს თავის მნიშვნელობას;
2. საწყის მდებარეობაში დაბრუნება ყოველთვის ერთი სრული რხევის შესრულებას არ ნიშნავს. მაგალითად, თუ საწყისად წონასწორულ მდებარეობას ავირჩევთ, ამ მდებარეობაში ქანქარა პერიოდის ნახევრის შემდეგ დაბრუნდება და შესრულებული იქნება ნახევარი რხევა;
3. რხევის სიხშირე გვიჩვენებს რამდენი სრული რხევა შესრულდა დროის ერთეულში;
4. მერხევი სხეული ერთი სრული რხევის შესრულებისას ოთხი ამპლიტუდის ტოლ მანძილს გაივლის.

§ 2.2

1. მერხევი სისტემაში მიმდინარე რხევები მიღევადი მაშინაა, როდესაც მასში შიდა ძალებთან ერთად წინააღმდეგობის ძალებიც მოქმედებს;
2. მერხევი სხეულის ფაზა განსაზღვრავს სხეულის მექანიკურ მდგომარეობას დროის მოცემულ მომენტში;
3. რხევის ციკლური სიშირე 2π წმ-ში შესრულებულ რხევათა რიცხვს გვიჩვენებს.

§ 2.3

1. ზამბარიანი ქანქარას რხევისას მთელი პროცესის განმავლობაში დრეკადობის ძალა წონასწორობის მდებარეობისაკენაა მიმართული;
2. სხეულის მასის გაზრდით ზამბარიანი ქანქარას რხევის პერიოდი გაიზრდება; ზამბარის სიხისტის შემცირებითაც რხევის პერიოდი გაიზრდება.

§ 2.4

1. იმისათვის, რომ ფიზიკური ქანქარა მათემატიკურ ქანქარად მივიჩნიოთ, საჭიროა თოკის სიგრძე ბევრად მეტი იყოს სხეულის ზომებზე, ხოლო თოკის მასა— სხეულის მასაზე. ასევე საჭიროა, რომ თოკი თითქმის უჭიმვადი იყოს;
2. მათემატიკური ქანქარას სიგრძის შემცირებით მისი რხევის პერიოდი შემცირდება;
3. ვინაიდან მთვარეზე თავისუფალი ვარდნის აჩქარება უფრო ნაკლებია, ვიდრე დედამიწაზე, ამიტომ მთვარეზე ქანქარას რხევის პერიოდი გაიზრდება.

§ 2.5

1. მაქსიმალური გადახრიდან წონასწორული მდებარეობისაკენ მოძრაობისას სხეულის სიჩქარე და კინეტიკური ენერგია იზრდება, შესაბამისად იკლებს პოტენციალური ენერგია;
2. ზამზარბაზნი ქანქარას მაქსიმალური სიჩქარე ზამზარბაზნის სიხისტეზე და რხევის ამპლიტუდაზე დამოკიდებული;
3. მათემატიკური ქანქარას მაქსიმალური სიჩქარე ტვირთის წონასწორული მდებარეობიდან აწევის მაქსიმალურ სიმაღლეზე და თავისუფალი ვარდნის აჩქარების მნიშვნელობაზე დამოკიდებული;
4. წინააღმდეგობის ძალები უარყოფით მუშაობას ასრულებს, ამიტომ ის სისტემის მექანიკური ენერგიის შემცირებას იწვევს. შედეგად, დროის განმავლობაში რხევის ამპლიტუდა მცირდება.

§ 2.6

1. ქანქარას რხევის საკუთარი სიხშირე მისი სიგრძით განისაზღვრება, ამიტომ მე-3 და მე-5 ქანქარას რხევის საკუთარი სიხშირეები ტოლია, დანარჩენების კი მათგან განსხვავებულია. გარე პერიოდული ზემოქმედება მე-3 ქანქარას რხევით იქმნება, შესაბამისად, მე-5 ქანქარას იძულებითი რხევის ამპლიტუდა იქნება დიდი, პირველი, მე-2 და მე-4 ქანქარებისა კი—მცირე;
2. ვინაიდან რეზონანსის დროს გარე პერიოდული ძალის სიხშირე სისტემის რხევის საკუთარ სიხშირეს ემთხვევა, ამიტომ რხევის მთელი დროის განმავლობაში გარე ძალის მიერ შესრულებული მუშაობა დადებითი იქნება. შედეგად, სისტემის ენერგია სწრაფად გაიზრდება, რაც რხევის ამპლიტუდის ზრდას იწვევს;
3. რადგან წინააღმდეგობის ძალები უარყოფით მუშაობას ასრულებს, ამიტომ რაც უფრო დიდია ეს ძალები, მით ნაკლებია რეზონანსული ამპლიტუდა, ანუ მით ნაკლებადაა გამოხატული რეზონანსი.

§ 2.7

1. მექანიკური ტალღის გავრცელებისათვის აუცილებელია გარემო, რომლის ნაწილაკები ურთიერთქმედებენ. ვაკუუმში ასეთი ნაწილაკები არ არის, ამიტომ მასში მექანიკური ტალღა ვერ გავრცელდება;
2. მიმართულებას, საითაც ტალღას ენერგია გადააქვს, ტალღის გავრცელების მიმართულებას უწოდებენ;
3. ერთსა და იმავე მყარ გარემოში გრძივი ტალღების გავრცელების სიჩქარე უფრო მეტია, ვიდრე—განივის.

§ 2.8

1. მოდელში, რომელიც ერთმანეთთან ზამზარბაზნით გადაბმულ ლითონის ბურთულებისაგან შემდგარ ჯაჭვს წარმოადგენს, გარემოს ინერტული თვისებები თავმოყრილია ბურთულებში, დრეკადი თვისებები კი — ზამზარბაზნებში;
2. ტალღა რხევის ერთი პერიოდის განმავლობაში ტალღის სიგრძის ტოლ მანძილს გადის;
3. ტალღის სიხშირე წყაროს რხევის სიხშირით განისაზღვრება, ამიტომ ერთი გარემოდან მეორეში გადასვლისას არ იცვლება.
4. ზამზარბაზნის გრძივი ტალღის გავრცელებისას ტალღის სიგრძე ტოლია, მაგალითად, ორი უახლოესი შეკუმშული უბნის ცენტრებს შორის მანძილის.

§ 2.9

1. სფერულ ტალღას წარმოიქმნის ერთგვაროვან გარემოში მფეთქავი სფერო. ცილინდრული ტალღა შეიძლება მივიღოთ მფეთქავი ღეროთი. ბრტყელ ტალღას მივიღებთ, თუ დრეკად გარემოში დიდ ფირფიტას მისი ზედაპირის მართობულად რხევით მოძრაობაში მოვიყვანთ;
2. კოჰერენტული ეწოდება ტალღებს, რომელთა წყაროების რხევის სიხშირეები ერთნაირია, ფაზათა სხვაობა კი—მუდმივი;

3. თუ რაიმე წერტილში მოსული ტალღების ფაზები ერთნაირია, მაშინ ამ წერტილში ტალღები ერთმანეთს აძლიერებს;
4. ტალღის დიფრაქცია ხვრელზე მაშინ განხორციელდება, როდესაც ხვრელის წირითი ზომები ტალღის სიგრძეზე ნაკლებია ან იმავე თანრიგისაა.

§ 2.10

1. ადამიანის ყური ბგერის სახით აღიქვამს ტალღებს, რომელთა სიხშირე $16 \text{ ჰც} \div 20 \text{ კჰც}$ დიაპაზონშია;
2. ულტრაბგერებს 20 კჰც -ზე მეტი სიხშირის ტალღებს უწოდებენ. 16 ჰც -ზე ნაკლები სიხშირის ტალღებს ინფრაბგერებს უწოდებენ;
3. ბგერის უწყვეტი სპექტრი არის ბგერათა ნაკრები, რომელთა სიხშირეები მოცემულ სპექტრულ დიაპაზონს მთლიანად ავსებს. ბგერის დისკრეტული სპექტრი არის ბგერათა ნაკრები, რომელიც გარკვეული სიხშირეების სასრული რაოდენობის ბგერებისაგან შედგება;
4. ბგერის ხმამაღლობას ძირითადად ბგერითი ტალღის ამპლიტუდა განსაზღვრავს—რაც უფრო მეტია ამპლიტუდა, მით ხმამაღალია ბგერა;
5. ტონის სიმაღლე ძირითადად ბგერითი ტალღის სიხშირით განისაზღვრება—რაც უფრო მეტია რხევის სიხშირე, მით მეტია ტონის სიმაღლე;
6. ობერტონები ძირითად სიხშირეზე მაღალი, მაგრამ სუსტი ბგერებია, რომლებიც ნებისმიერ ბგერაში შედის.

§ 2.11

1. უფრო მაღალი ტონის ბგერა დამკვირვებელს მასთან ბგერის წყაროს მიახლებსას ესმის;
2. თვითმფრინავი ბგერით დარტყმით ტალღას იმ მომენტში ქმნის, როდესაც მისი სიჩქარე ჰაერში ბგერის გავრცელების სიჩქარეს გაუტოლდება;
3. კამერტონი წარმოადგენს U-ს მაგვარ ლითონის დრეკად სხეულს, რომელსაც ბგერითი ტალღის გამოსხივება შეუძლია;
4. ექო რომ გავიგონოთ, ბგერის ამრეკლი წინააღმდეგობა უნდა იყოს დიდი ზომის და ტალღის წყაროდან გარკვეულზე მეტი მანძილით დაშორებული. ექოს პირველადი ბგერისაგან მაშინ განვასხვავებთ, თუ მათი მოსვლის მომენტებს შორის დროის შუალედი არანაკლებ $1/15$ წამის ტოლი იქნება;
5. რევებერაცია არის ბგერის წყაროს მოქმედების შეწყვეტის შემდეგ ბგერის შემდგომი სმენადობის მოვლენა, რომელიც ტალღის მიღევამდე ბგერის მრავალჯერ არეკვლითაა გამოწვეული;
6. ექოლოკაციის პრინციპი მდგომარეობს შემდეგში: იზომება გამოსხივებულ და წინააღმდეგობისაგან არეკლილი ტალღების ფიქსაციის დროის მომენტებს შორის სხვაობა, რაც ობიექტამდე მანძილის განსაზღვრის საშუალებას იძლევა.

§ 2.12

1. რხევით კონტურს, რომლის ელექტრული წინაღობა ძალიან მცირეა, იდეალურ რხევით კონტურს უწოდებენ;
2. რხევითი კონტურის კოჭაში დენის ძალა მაქსიმალურ მნიშვნელობას აღწევს მაშინ, როდესაც კონდენსატორი მთლიანადაა განმუხტული;
3. რხევითი კონტურის პერიოდის ზრდა კონდენსატორის ელექტროტევადობის ზრდისას შეიძლება ავხსნათ შემდეგი მოსაზრებით: დიდი ტევადობის კონდენსატორის განმუხტვა-დამუხტვისათვის უფრო მეტო დროის შუალედი საჭირო, ვიდრე— მცირე ტევადობის კონდენსატორისა. ასევე, რაც უფრო დიდია კოჭას ინდუქციურობა, მით მეტი დრო დასჭირდება დენის ზრდა-შემცირების პროცესს თვითინდუქციის მოვლენის გამო, რაც ჯამურად რხევის პერიოდის გაზრდას გამოიწვევს.

§ 2.13

1. თუ ცვლადი ემ ძალის მქონე წყაროს რხევით კონტურს მივუერთებთ, მასში შეიძლება აღიძრას იძულებითი არამილევადი ელექტრომაგნიტური რხევები;
2. ცვლადი დენის ემ ძალის მაქსიმალური მნიშვნელობა გამოითვლება ფორმულით: $E_0 = BS\omega$;
3. ცვლადი დენის წრედში ჩართული ვოლტმეტრი ძაბვის ეფექტურ მნიშვნელობას ზომავს;

4. ცვლადი დენის (ძაბვის) ამპლიტუდური მნიშვნელობა ეფექტურ მნიშვნელობას $\sqrt{2}$ -ჯერ, ანუ დაახლოებით 1,41-ჯერ აღემატება.

§ 2.14

1. ტრანსფორმატორის გრაგნილს, რომელიც ცვლადი დენის წყაროსთანაა მიერთებული, პირველადი გრაგნილი ეწოდება. ტრანსფორმატორის გრაგნილს, რომლიდანაც გარდაქმნილი ძაბვა მიიღება—მეორეული;
2. გულარის ყველა კვეთაში მაგნიტური ნაკადი ერთნაირია, ამიტომ ფარადეის კანონის თანახმად, პირველადი და მეორეული გრაგნილის თითოეულ ხვიაში ერთნაირი ინდუქციის ემძ აღიძვრება;
3. თუ ტრანსფორმაციის კოეფიციენტი ერთზე მეტია ($K > 1$, ტრანსფორმატორი დამადაბლებელია.

§ 2.15

1. ელექტროგადამცემი ხაზების სადენებში ელექტრული დენის გავლისას მათი გათბობა ენერგეტიკულ დანაკარგებს იწვევს, რომელიც გამოითვლება ფორმულით: $Q = \frac{I_0^2}{2} Rt$. წინაღობის შემცირება მხოლოდ სადენების განივკვეთის ფართობის გაზრდით შეიძლება, მაგრამ ეს სადენების მასის მნიშვნელოვან ზრდას გამოიწვევდა, რაც არახელსაყრელია, ამიტომ ენერგიის დანაკარგების შემცირების რეალური გზა მხოლოდ დენის ძალის შემცირებაა;
2. გადამცემ ხაზზე ძაბვის ზრდა შეზღუდულია სანდო იზოლაციის შესაძლებლობებით და სადენებზე გვირგვინისებრი განმუხტვის წარმოქმნის საშიშროების გამო;
3. ელექტროსადგურებთან, იქ სადაც ელექტროენერგია გენერირდება, ამამაღლებელი ტრანსფორმატორები დგას;
4. ელექტრული ენერგიის მომხმარებლებთან დამადაბლებელი ტრანსფორმატორები დგას.

§ 2.16

1. ელექტრომაგნიტური ველის სივრცეში გავრცელების მიზეზი ცვლადი მაგნიტური ველით ცვლადი გრიგალური ელექტრულ ველის და ცვლადი ელექტრული ველით ცვლადი მაგნიტური ველის წარმოქმნაა. ამასთან, აღძრული ველები სივრცის უფრო და უფრო მეტ არეს იკავებს;
2. ელექტრომაგნიტურ ტალღაში ელექტრული ველის დამაბულობისა და მაგნიტური ინდუქციის ვექტორის რხევების სიბრტყეები ურთიერთმართობულია;
3. ელექტრომაგნიტური ტალღის გავრცელების სიჩქარე ვაკუუმიდან გარემოში გადასვლისას მცირდება.

§ 3.1

1. ნიუტონის კორპუსკულური თეორიის მიხედვით სინათლე შედგებოდა ძალიან მცირე ზომის დრეკადი ნაწილაკების—კორპუსკულებისაგან.
2. ჰუკისა და ჰიუგენის მოსაზრებით სინათლე წარმოადგენდა მექანიკურ ტალღას, რომელიც ვრცელდებოდა მთელი სივრცის შემავსებელ ჰიპოთეტურ დრეკად გარემოში – ეთერში.
3. ერთმანეთთან დაპირისპირებული სინათლის ტალღური და კორპუსკულური თეორია გააერთიანა კვანტურმა ელექტროდინამიკამ. გაირკვა, რომ თვისებათა დუალიზმი არა მარტო სინათლეს, არამედ მატერიის ნებისმიერ სხვა ფორმასაც ახასიათებს.
4. იოს ჩრდილიდან გამოსვლის დაგვიანება წინასწარ გამოთვლილ მომენტთან შედარებით იმან გამოიწვია, რომ სინათლემ დედამიწასა და იუპიტერს შორის გაზრდილი მანძილის გავლას მეტი დრო მოანდომა, ანუ სინათლემ დამატებით, დაახლოებით, დედამიწის ორბიტის დიამეტრის ტოლი მანძილი გაიარა.
5. უკან დაბრუნებული სინათლე დამკვირვებელმა კვლავ რომ დაინახოს, სხივის მიერ 2 · 35,4 კმ-ის გასავლელად საჭირო დროში პრიზმის ამრეკლი ზედაპირი მის გვერდზე მყოფმა ისეთივე ზედაპირმა ჩაანაცვლოს. ვინაიდან პრიზმა რვაწახნაგაა, ამ დროში ის 45⁰-იანი კუთხით უნდა მოტრიალდეს.

§ 3.2

1. როცა ხვრელის ზომის შემცირებისას მისი დიამეტრი სინათლის ტალღის სიგრძის თანრიგისა გახდება, კონა გაგანიერდება—სინათლე გარს შემოუვლის ნახვრეტის კიდეებს.
2. ფერმას პრინციპის თანახმად, ორ წერტილს შორის სივრცეში სინათლე ვრცელდება იმ გზით, რომლის გასწვრივ მისი გავლის დრო მინიმალურია. ვინაიდან ერთგვაროვან გარემოში სინათლის სხივი მიმართულებას არ იცვლის, მინიმალური დროის შესაბამისი ოპტიკური გზა სწორი ხაზია.
3. ჩრდილის არედან სინათლის წყარო საერთოდ არ ჩანს, ნახევარჩრდილის არედან კი სინათლის წყაროს ნაწილი ჩანს.

§ 3.3

1. ოპტიკური დისკო წარმოადგენს რკალურ გრადუსებად დაყოფილ წრეს. მასზე შეუძლია გადაადგილება სინათლის წყაროს, რომელიც ნებისმიერ მდებარეობაში დისკოს ცენტრისკენ სინათლის მიმართულ კონას იძლევა. ამ ხელსაწყოთი შესაძლებელია, სინათლის სხივსა და რაიმე მიმართულებას ან ორ სხივს შორის კუთხის გაზომვა;
2. თუ სარკეზე დაცემულ სხივს არეკლილი სხივის საპირისპიროდ მივმართავთ, მაშინ არეკლილი სხივი მანამდე დაცემული სხივის საპირისპირო მიმართულებით გავრცელდება;
3. როდესაც სინათლის სხივი სარკის ზედაპირს მართობულად ხვდება, ის დაცემის წერტილში სარკისადმი აღმართულ მართობს მიყვება, ამიტომ დაცემის კუთხე 0° -ის ტოლია;
4. საგნებს, რომლებიც თვითონ არ ასხივებენ სინათლეს, დიფუზური არეკვლის შედეგად ვხედავთ;
5. მქისი ზედაპირის უსწორმასწორობის გამო მასზე პარალელური სხივების დაცემისას სხვადასხვა უბანზე დაცემის კუთხე ერთმანეთისაგან განსხვავებულია, ამიტომ განსხვავებულია მათი არეკვლის კუთხეებიც.

§ 3.4

1. სარკის წინ მყოფ დამკვირვებელს ეჩვენება, რომ მის სხივები გამოდის წერტილიდან, რომელიც მდებარეობს სარკის უკან, არეკლილი სხივების გაგრძელებათა გადაკვეთის წერტილში, ამიტომ წერტილის გამოსახულება წარმოსახვითია.
2. მნათი წერტილი და მისი გამოსახულება ბრტყელ სარკეში სარკის მიმართ სიმეტრიულია, ამიტომ სიმეტრიულია მთლიანად საგანი და მისი გამოსახულებაც, რაც თავისთავად ზომების თანხვედრასაც გულისხმობს;
3. თუ საგანს ბრტყელ სარკეს დავუახლოვებთ, საგნისა და მისი გამოსახულების სარკის მიმართ სიმეტრიულობის გამო, ისინი ერთმანეთს დაუახლოვდებიან.

§ 3.5

1. კუთხეს, სხივის დაცემის წერტილში ორი გარემოს გამყოფი ზედაპირისადმი გავლებულ მართობსა და გარდატეხილ სხივს შორის, გარდატეხის კუთხე ეწოდება;
2. თუ დაცემულ სხივს გარდატეხილი სხივის საპირისპიროდ მივმართავთ, მაშინ გარდატეხილი სხივი მანამდე დაცემული სხივის საპირისპირო მიმართულებით გავრცელდება;
3. როდესაც სხივი ორი გარემოს გამყოფ ზედაპირს მართობულად ეცემა, ის არ გარდატყდება. დაცემისა და გარდატეხის კუთხე 0° -ის ტოლია;
4. გარდატეხის მაჩვენებელი დამოკიდებულია ორივე გარემოს ოპტიკურ თვისებებსა და სინათლის ფერზე;
5. კვარცის გარდატეხის მაჩვენებელი წყლის მიმართ ტოლია: $\frac{n_{კვ} - 1,54}{n_{წყ} - 1,33} \approx 1,16$, წყლის გარდატეხის მაჩვენებელი კვარცის მიმართ კი— $\frac{n_{წყ} - 1,33}{n_{კვ} - 1,54} \approx 0,86$.

§ 3.6

1. ოპტიკურად მკვრივი გარემოდან ნაკლებად მკვრივ გარემოში სხივის გადასვლისას, დაცემის კუთხის ზრდისას გარდატეხის კუთხეც იზრდება, მაგრამ გარდატეხილი სხივის ენერგია (ინტენსივობა) იკლებს, არეკლილისა კი იმატებს. გარდატეხილი კონის ენერგია განსაკუთრებით სწრაფად მცირდება, როცა გარდატეხის კუთხე 90° -ს უახლოვდება;
2. დაცემის სრული შინაგანი არეკვლის ზღვრულ α_0 კუთხეს გარდატეხის 90° -იანი კუთხე შეესაბამება;
3. ორი გარემოს გამყოფი საზღვარი სარკედ შეიძლება გადაიქცეს იმ შემთხვევაში, თუ სინათლის სხივი ამ საზღვარს ოპტიკურად უფრო მეტად მკვრივი გარემოდან ეცემა და დაცემის კუთხე სრული შინაგანი არეკვლის ზღვრულ კუთხეზე მეტია.

§ 3.7

1. ბრტყელპარალელურ ფირფიტაზე დაცემული სხივის გაგრძელებასა და ფირფიტიდან გამოსულ სხივის შორის მანძილს სხივის წანაცვლებას უწოდებენ;
2. პრიზმის გარდამტეხ წახნაგებს შორის ორწახნაგა კუთხეს პრიზმის გარდამტეხი კუთხე ეწოდება; პრიზმაზე დაცემულ და მისგან გამოსულ სხივებს შორის კუთხეს, სხივის გადახრის კუთხე ეწოდება;
3. სხივის გადახრის კუთხე პრიზმაში მინიმალურია მასში სხივის სიმეტრიული სვლისას.

§ 3.8

1. ჰაერის სიმკვრივის შემცირებასთან ერთად მისი ოპტიკური სიმკვრივეც მცირდება;
2. ციური სხეულიდან ატმოსფეროში შემოსული სინათლის სხივი, დედამიწისაკენ სვლისას, თანდათან უფრო და უფრო მეტი ოპტიკური სიმკვრივის ჰაერის ფენებში ხვდება და დედამიწის ზედაპირისაკენ უხვევს. შედეგად, ყველა ციური სხეული ჰორიზონტიდან უფრო მაღლა გვეჩვენება, ვიდრე სინამდვილეშია;
3. ატმოსფერული ჰაერის სიმკვრივე სხვადასხვა მიზეზების გამო შემთხვევით ცვლილებებს განიცდის, რაც მისი გარდატეხის მაჩვენებლის ცვლილებას იწვევს. შედეგად, შორიდან წამოსული სინათლის სხივის მიმართულებაც მუდმივად მცირედით იცვლება, რაც თვალისთვის ციმციმად აღიქმება;
4. მირაჟი უდაბნოში ჩნდება მაშინ, როდესაც მზე უდაბნოს ქვიშას ძალიან ახურებს და მასთან ახლოს მყოფი ჰაერის ფენების სიმკვრივე ზედა ფენების სიმკვრივესთან შედარებით მკვეთრად იკლებს. ამ დროს დედამიწის ზედაპირისკენ მიმართული სინათლის სხივები ჰაერის ცხელ ფენებში მოხვედრისას მრუდდება და ზევით მიემართება. შედეგად, დამკვირვებელს ეჩვენება, რომ ისინი დედამიწიდან ირეკლება;
5. ზოგჯერ ზღვის თავზე ჩნდება მაშინ, როდესაც ზღვის ზედაპირიდან დაშორებისას ჰაერის ფენების ტემპერატურა მკვეთრად იზრდება. ნავიდან წამოსული სინათლის სხივი ზედა ფენებში მრუდდება და შემდეგ ხვდება ადამიანის თვალს. შედეგად, ის წყლის ზედაპირზე მყოფ ნავს მაღლა ხედავს.

§ 3.9

1. თხელი ლინზის ოპტიკური ცენტრი ეწოდება მის ცენტრში მდებარე წერტილს, რომელზეც გამავალი ნებისმიერი სხივი მიმართულებას არ იცვლის. ამ წერტილის მახლობლად ლინზის ზედაპირი შეიძლება ბრტყელპარალელურ ფირფიტად მივიჩნიოთ, რომელიც სხივის მიმართულებას არ ცვლის, წანაცვლება კი სრულიად უმნიშვნელოა;
2. ორმხრივამოზნექილი, ორმხრივჩაზნექილი, ბრტყელ-ამოზნექილი, ბრტყელ-ჩაზნექილი, ჩაზნექილ-ამოზნექილი;
3. ლინზებს, რომელთა შუა ნაწილი უფრო სქელია, ვიდრე კიდეები, შემკრებ ლინზებს უწოდებენ; ლინზებს, რომელთა შუა ნაწილი უფრო თხელია, ვიდრე კიდეები, გამზნებ ლინზებს უწოდებენ;
4. ლინზის ფოკალური სიბრტყე ეწოდება იმ წერტილთა ერთობლიობას, რომლებშიც სხვადასხვა ოპტიკური თანაღერძის პარალელური სხივები ლინზაში გარდატეხის შემდეგ გადაიკვეთება (ან გადაიკვეთება გარდატეხილ სხივთა გაგრძელებები). ფოკალური სიბრტყე მთავარი ოპტიკური ღერძის მართობულია და ფოკუსზე გადის;

5. რაც უფრო მცირეა ლინზის ფოკუსური მანძილი, მით ძლიერად გარდატეხს ის სხივებს, ამიტომაც ადებული ლინზის ოპტიკური ძალის მახასიათებელად ფოკუსური მანძილის შებრუნებული სიდიდე.

§ 3.10

1. მთავარი ოპტიკური ღერძის პარალელური სხივი შემკრებ ლინზაში გარდატეხის შემდეგ მთავარ ფოკუსში გაივლის;
2. მთავარი ფოკუსის გავლით შემკრებ ლინზაზე დაცემული სხივი გარდატეხის შემდეგ მთავარი ოპტიკური ღერძის პარალელურად გავრცელდება;
3. ლინზის ოპტიკურ ცენტრზე გამავალი სხივი გავრცელების მიმართულებას არ იცვლის;
4. მთავარი ოპტიკური ღერძის პარალელური სხივი გამზნევ ლინზაში ისე გარდატყდება, რომ მისი გაგრძელება მთავარ ფოკუსზე გადის.

§ 3.11

1. თხელი ლინზის ფორმულაში $\frac{1}{f}$ -ის წინ „+“ ნიშანი იწერება მაშინ, თუ ლინზა არის შემკრები; „-“ ნიშანი კი იწერება მაშინ, თუ ლინზა გამზნევია;
2. ლინზაში წარმოსახვითი გამოსახულების მიღების შემთხვევაში $\frac{1}{f}$ -ის წინ იწერება „-“ ნიშანი;
3. თხელი ლინზის ფორმულაში $\frac{1}{d}$ -ის წინ „-“ ნიშანი იწერება იმ შემთხვევაში, თუ ლინზას ეცემა კრებად სხივთა კონა, რომელთა გაგრძელებები ერთ წერტილში იკვეთება.

§ 3.12

1. წამწამოვანი კუნთის მეშვეობით იცვლება ბროლის სიმრუდე;
2. ბადურადან იმპულსი თავის ტვინს მხედველობითი ნერვით გადაეცემა;
3. თვალზე დაცემული სინათლის სხივი ყველაზე მეტად რქოვანას ზედაპირზე გარდატყდება;
4. თვალის ბროლის სიმრუდის ცვლა უზრუნველყოფს ერთი საგნიდან სხვა მანძილით დაშორებულ მეორე საგანზე მზერის გადატანისას ბადურაზე ორივე საგნის მკაფიო გამოსახულების მიღებას;
5. ახლომხედველობის კორექციას გამზნევლინზებიანი სათვალით ახორციელებენ;
6. ასტიგმატიზმის კორექცია შესაძლებელია ასტიგმატური ლინზით, რომლის სხვადასხვა უბანს განსხვავებული სიმრუდე და, შესაბამისად, სხვადასხვა ოპტიკური ძალა აქვს.

§ 3.13

1. ლუპით დასათვალიერებლად საგანს მის ფოკალურ სიბტყეში ათავსებენ;
2. ლინზას, რომელიც მიმართულია საგნისაკენ, ობიექტივი ეწოდება, ხოლო ლინზას, რომელიც მიმართულია თვალისაკენ—ოკულარი;
3. მიკროსკოპის ობიექტივით მიღებული გამოსახულება ნამდვილია, ოკულარით მიღებული კი— წარმოსახვითი;
4. დიდი კუთხური გამადიდებლობის მისაღებად რეფრაქტორის ობიექტივად არჩევენ გრძელფოკუსიანი ლინზას, ოკულარად კი—მოკლეფოკუსიანს.

§ 3.14

1. პიქსელი გამოსახულების მატრიცის ერთფეროვანი კვადრატული ელემენტია;
2. ფოტოაპარატიდან სხვადასხვა მანძილზე მდებარე საგნების გადაღებისას, მკაფიო გამოსახულების მისაღებად საჭიროა ობიექტივისა და შუქმგრძნობიარე ელემენტს შორის მანძილის შეცვლა, რაც ობიექტივის გადაადგილებით ხორციელდება;
3. ექსპოზიციის დრო დამოკიდებულია ფოტოემულსიის ან მატრიცის შექმგრძნობელობასა და განათებულობაზე;
4. დიაფრაგმის დანიშნულება ობიექტივის მოქმედი ნაწილის დიამეტრის ცვლილებაა, რითაც შესაძლებელია შუქმგრძნობიარე ელემენტზე დაცემული სინათლის ენერგიის რეგულირება. ასევე, დიაფრაგმის ზომის შემცირებით ფოტოაპარატიდან სხვადასხვა მანძილით დაშორებული წერტილების გამოსახულებები უფრო მკვეთრდება.

§ 3.15

1. გარდატეხის მაჩვენებლის ზრდის მიხედვით თეთრი სინათლის სპექტრის ფერები დალაგდება შემდეგი თანმიმდევრობით: წითელი, ნარინჯისფერი, ყვითელი, მწვანე, ცისფერი, ლურჯი და იისფერი;
2. თუ მინის სამკუთხა პრიზმას ლურჯი ფერის სინათლე დაეცემა, პრიზმიდან მხოლოდ ლურჯი სინათლე გამოვა;
3. მწვანე ფერის სინათლის გარდატეხის მაჩვენებელი უფრო დიდია, ვიდრე—ყვითელის;
4. თეთრი სინათლე ლურჯ მინაში გავლის შემდეგ იქნება ლურჯი, რომელსაც წითელი მინა შთანთქავს, ამიტომ თუ თეთრ მაგიდას ლურჯი და წითელი მინებით შევხედავთ, მას შავად აღვიქვამთ.

§ 3.16

1. ადამიანი, რომელიც დახურულ, უფანჯრო ლიფტში იმყოფება და გრძნობს, რომ ფეხებით აწევა საყრდენს, არ შეუძლია განსაზღვროს, ლიფტი წონასწორულ მდგომარეობაშია გრავიტაციულ ველში, თუ კოსმოსურ სივრცეში აჩქარებულად მოძრაობს ზევით. ასევე, თუ ადამიანი ლიფტში უწონობის მდგომარეობაშია, ვერ განსაზღვრავს ეს ლიფტის თავისუფალი ვარდნის გამოა, თუ გრავიტაციისაგან თავისუფალ კოსმოსურ სივრცეში იმყოფება.
2. აინშტაინის თეორიული ვარაუდი იმის შესახებ, რომ მზის გრავიტაციული ველის ზეგავლენით მის მახლობლად გამავალი სინათლის სხივები 83'-ით უნდა გადახრილიყო, შემოწმდა შემდეგი ცდით: მზის სრული დაბნელებისას გადაიღეს, ცის კაბადონზე მზის მახლობლად მყოფი ვარსკვლავების განლაგების სურათი. ის ამავე ვარსკვლავების განლაგების ჩვეულებრივი სურათისაგან აინშტაინის ნავარაუდევით განსხვავდებოდა.
3. გრავიტაციულ ლინზირებას შეუძლია გამოიწვიოს ობიექტების სიკაშკაშის მატება, მისი გამოსახულების შეცვლა, ერთი და იმავე ობიექტის მრავლობითი და განსხვავებული გამოსახულების მიღება.

პარაგრაფებისა და შემაჯამებელი ამოცანების ამოხსნები

I თავი.

- 4.1 შესაძლებელია. მაგალითად, გაცხელებით.
 - 4.2 ერთ ღეროს მეორე ღერო მივადოთ შუაში.
 - 4.3 შეუძლებელია.
 - 4.4 არა, რადგან რკინა და მაგნიტი მიიზიდავენ ერთმანეთს.
 - 4.5 დენიანი გამტარის გარშემო იქმნება მაგნიტური ველი, რომელიც კომპასის ისრის ორიენტირებაზე მოახდენს გავლენას.
 - 4.6 არა რადგან რკინა იზიდავს მაგნიტურ ისარს.
 - 4.7 $B = \frac{M_{\max}}{IS}$
 - 4.8 $M_{\max} = BIS = 6 \cdot 10^{-5} \text{ ნმ}$
 - 4.9 $S = 5 \cdot 8 \text{ სმ}^2 = 40 \cdot 10^{-4} \text{ მ}^2$; $I = \frac{M_{\max}}{BS} = 10 \text{ ა}$
 - 4.10 $M_{\max} = BISN$; $S = \frac{M_{\max}}{BIN} \approx 7 \cdot 10^{-4} \text{ მ}^2$
-
- 6.5 $F = BIl \sin \alpha$; $\frac{F_2}{F_1} = \frac{1}{4}$
 - 6.6 $F = BIl \sin \alpha$; $I = \frac{F}{Bl} = 1 \text{ ა}$

$$6.7 \quad F = BIl \sin \alpha; \quad l = \frac{F}{BI} = 4 \text{ მ}$$

$$6.8 \quad F = BIl \sin \alpha; \quad B = \frac{F}{Il \sin \alpha} = 0,4 \text{ ტლ}$$

$$6.9 \quad F = BIl \sin \alpha; \quad A = FS \cos \alpha = 2,25 \cdot 10^{-2} \text{ ჯ}$$

6.10 გამტარზე მოქმედებს თოკებში აღძრული $2T$ დაჭიმულობის ძალა, $F = BIl \sin \alpha$ ამპერისა და mg სიმძიმის ძალები. სამივე ძალა ვერტიკალურადაა მიმართული. ერთ შემთხვევაში $2T = mg + F = 4,56 \text{ ნ}$, მეორე შემთხვევაში $2T = mg - F = 0,24 \text{ ნ}$.

$$7.3 \quad F = k_m \frac{I_1 I_2}{r} \Delta l \text{ მანძილის 2-ჯერ გაზრდა ძალას 2-ჯერ შეამცირებს}$$

$$7.4 \quad F = k_m \frac{I_1 I_2}{r} \Delta l \text{ დენის ზალების ნამრავლი და შესაბამისად ძალაც გაიზრდება 4-ჯერ.}$$

$$7.5 \quad F = k_m \frac{I_1 I_2}{r} \Delta l = 19,2 \cdot 10^{-7} \text{ ნ}$$

$$7.6 \quad I_1 = \frac{Fr}{k_m I_2 \Delta l} = 0,75 \text{ ა}$$

$$7.7 \quad B = k_m \frac{I}{r} = 14 \cdot 10^{-7} \text{ ტლ}$$

$$7.8 \quad I = \frac{Br}{k_m} \approx 1,7 \text{ ა}$$

$$7.9 \quad B = k_m \frac{I}{r}; \quad B_1 = 2 \cdot 10^{-6} \text{ ტლ}; \quad B_2 = 4 \cdot 10^{-6} \text{ ტლ. მიღებული მაგნიტური ინდუქციები შევკრიბოთ ვექტორულად } B = \sqrt{B_1^2 + B_2^2 - 2B_1 B_2 \cos 120^\circ} \approx 5,3 \cdot 10^{-6} \text{ ტლ}$$

7.10 წერტილი, რომელშიც ინდუქციის ვექტორების ჯამი ნულია გამტარების მდებარეობების შემართებელ მონაკვეთზეა მოთავსებული. $B_1 = B_2; \frac{I_1}{l_2} = \frac{r_1}{r_2}; r_1 = 12 \text{ სმ}, r_2 = 60 \text{ სმ}$

$$8.4 \quad F_{\text{ლ}} = |q|vB \sin \alpha; \quad \frac{F_1}{F_2} = 8$$

$$8.5 \quad a = \frac{F}{m} = \frac{Bvq}{m}; \quad \frac{a_{\beta}}{a_{\alpha}} = 2$$

$$8.6 \quad F_{\text{ლ}} = |q|vB \sin \alpha = 1,6 \cdot 10^{-17} \text{ ნ}$$

$$8.7 \quad q = \frac{F}{Bv \sin \alpha} \approx 4,3 \cdot 10^{-11} \text{ კ}$$

$$8.8 \quad E = \frac{mv^2}{2}; \quad v = \sqrt{\frac{2E}{m}}; \quad F = Bvq = Bq \sqrt{\frac{2E}{m}}$$

$$8.9 \quad B = k_m \frac{I}{r}; \quad F = Bvq = 19,2 \cdot 10^{-23} \text{ ნ}$$

$$8.10 \quad Uq = \frac{mv^2}{2}; \quad v = \sqrt{\frac{2Uq}{m}}; \quad F = Bvq = 3,2 \cdot 10^{-14} \text{ ნ}$$

$$9.2 \quad R = \frac{mv}{Bq}; \quad \frac{R_1}{R_2} = 2$$

$$9.3 \quad R = \frac{mv}{Bq}; \quad \frac{R_e}{R_p} = \frac{1}{200}$$

$$9.4 \quad R = \frac{mv}{Bq}; v = \sqrt{\frac{2E}{m}}; R = \frac{\sqrt{2Em}}{Bq}; R_p = R_\alpha = R$$

$$9.5 \quad R = \frac{mv}{Bq} = 0,25 \text{ მ}$$

$$9.6 \quad R = \frac{mv \sin \alpha}{Bq} = 0,02 \text{ მ}$$

$$9.7 \quad T = \frac{2\pi m}{Bq}; n = \frac{t}{T} = 3$$

$$9.8 \quad h = \frac{2\pi mv \cos \alpha}{|q|B} \approx 3,3 \text{ მ}$$

$$9.9 \quad v = \sqrt{\frac{2E}{m}}; T = \frac{2\pi m}{Bq} \approx 22,3 \cdot 10^{-12} \text{ წმ}; h = \frac{2\pi mv \cos \alpha}{|q|B} \approx 9,4 \cdot 10^{-5} \text{ მ}$$

9.10 სიჩქარის B ვექტორისადმი მართობი მდგენელი $v_{y1} > v_{y2}$; $R = \frac{mv_y}{Bq}$; $R_1 > R_2$; $h = \frac{2\pi mv \cos \alpha}{|q|B}$;
 $h_1 = h_2$

$$10.4 \quad E = vB \sin \alpha = 0,3 \text{ ვ/მ}$$

$$10.5 \quad v = \frac{E}{B \sin \alpha} = 10 \text{ მ/წმ}$$

$$10.6 \quad \mathcal{E} = vBl \sin \alpha = 5 \text{ ვ}$$

$$10.7 \quad B = \frac{\mathcal{E}}{vl \sin \alpha} \approx 3,3 \text{ მვბ}$$

$$10.8 \quad \sin \alpha = \frac{\mathcal{E}}{Bvl} = 0,32; \alpha \approx 19^\circ$$

$$10.9 \quad A = \mathcal{E}q = Bvlq \sin \alpha$$

$$10.10 \quad \mathcal{E} = vBl; I = \frac{\mathcal{E}}{R+r} \approx 0,5 \text{ ა}$$

$$13.6 \quad \Phi = BS \cos \alpha = 1,1 \text{ მვბ}$$

$$13.7 \quad S = 18 \cdot 10^{-3} \text{ მ}^2; \Phi = BS \cos 60^\circ = 22,5 \cdot 10^{-5} \text{ ვბ}$$

$$13.8 \quad S = \pi r^2; \Phi = BS \cos 45^\circ \approx 62,8 \cdot 10^{-5} \text{ ვბ}$$

$$13.9 \quad S = 256 \text{ სმ}^2; \Phi_1 = BS \cos 15^\circ; \Phi_2 = 0; \Delta \Phi \approx -4,9 \cdot 10^{-5} \text{ ვბ}$$

$$13.10 \quad S = \pi r^2; \Phi = BS \cos 17^\circ; S \cos 17^\circ \approx 0,12 \text{ მ}^2; \Phi = 0,012 + 0,006t$$

$$15.4 \quad \mathcal{E}_i = \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = 0,4 \text{ ვ}$$

$$15.5 \quad \mathcal{E}_i = -\frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = \frac{\Phi_1 - \Phi_2}{\Delta t} = -0,25 \text{ ვ}$$

$$15.6 \quad \mathcal{E}_i = -\frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = \frac{\Phi_1 - \Phi_2}{\Delta t} = \frac{S \cos 60^\circ (B_1 - B_2)}{\Delta t} = 2 \text{ მვ}$$

$$15.7 \quad I_i = \frac{\mathcal{E}_i}{R} = 0,6 \text{ ა}$$

$$15.8 \quad \mathcal{E}_i = \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = 0,09 \text{ ვ}; I_i = \frac{\mathcal{E}_i}{R} = 0,02 \text{ ა};$$

$$15.9 \quad S = \pi r^2; \Phi = BS; \mathcal{E}_i = \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = s \frac{\Delta B}{\Delta t} \approx 0,2 \text{ მვ}; I_i = \frac{\mathcal{E}_i}{R} \approx 0,13 \text{ მა}$$

$$15.10 \quad \Phi_1 = BSN; \quad \Phi_2 = \frac{BSN}{4}; \quad \Delta\Phi = \frac{3BSN}{4}; \quad \mathcal{E}_i = \frac{3BSN}{4t}; \quad I_1 = \frac{\mathcal{E}_i}{R} = \frac{3BSN}{4Rt}$$

17.4 $\Phi = LI$; ნაკადი გაიზრდება 3-ჯერ. ინდუქციურობა არ შეიცვლება

$$17.5 \quad L = \frac{\Phi}{I} = 0,5 \text{ ჰფ}$$

$$17.6 \quad \Phi_2 = 4\Phi_1; \quad 3\Phi_1 = 9 \text{ ვბ}; \quad \Phi_1 = 3 \text{ ვბ}$$

$$17.7 \quad \Phi_1 = 5\Phi_2; \quad 4\Phi_2 = 0,8 \text{ ვბ}; \quad \Phi_2 = 0,2 \text{ ვბ};$$

$$17.8 \quad \mathcal{E}_{\text{თ.ო}} = -L \frac{\Delta I}{\Delta t} = -0,06 \text{ ვ}$$

$$17.9 \quad L = \frac{\mathcal{E}\Delta t}{\Delta I} = 0,9 \text{ ჰფ}$$

$$17.10 \quad \mathcal{E} = \mathcal{E}_1 + L \frac{\Delta I}{\Delta t} = 4,5 \text{ ვ}$$

$$18.1 \quad W_{\text{მაგნ.}} = \frac{LI^2}{2} = 10 \text{ ჯ}$$

$$18.2 \quad I = \sqrt{\frac{2W}{L}} \approx 11 \text{ ა}$$

$$18.3 \quad L = \frac{2W}{I^2} = 8 \text{ ჰფ}$$

$$18.4 \quad W_{\text{მაგნ.}} = \frac{LI^2}{2}; \text{ შემცირდება } 25\text{-ჯერ}$$

$$18.5 \quad w_2 = 4w_1; \quad 3w_1 = 18 \text{ ჯ}; \quad w_1 = 6 \text{ ჯ}; \quad w_2 = 24 \text{ ჯ}$$

$$18.6 \quad \frac{w_2}{w_1} = 9; \quad \frac{I_2}{I_1} = 3; \quad 2I_1 = 4 \text{ ა}; \quad I_2 = 6 \text{ ა}$$

$$18.7 \quad \frac{w_2}{w_1} = 4; \quad \frac{I_2}{I_1} = 2; \quad I_1 = 1 \text{ ა}; \quad L = \frac{2w}{I^2} = 0,8 \text{ ჰფ}$$

$$18.8 \quad w = \frac{\Phi I}{2} = 10 \text{ ჯ}$$

$$18.9 \quad I = \frac{2w}{\Phi} = 8 \text{ ა}; \quad L = \frac{\Phi}{I} = 0,4 \text{ ჰფ}$$

$$18.10 \quad I = \frac{\mathcal{E}}{r} = 6 \text{ ა}; \quad L = \frac{2w}{I^2} = 0,4 \text{ ჰფ}$$

$$19.2 \quad M = NI\Phi; \text{ შემცირდება } 4\text{-ჯერ}$$

$$19.3 \quad M = NI\Phi; \text{ გაიზრდება } 6,25\text{-ჯერ}$$

$$19.4 \quad M = NI\Phi = 200 \text{ მბ}$$

$$19.5 \quad N = \frac{M}{I\Phi} = 300$$

$$19.8 \quad \mathcal{E} = 2\pi N\Phi\nu; \text{ გაიზრდება } 3\text{-ჯერ}$$

$$19.9 \quad \mathcal{E}_2 = 4\mathcal{E}_1; \quad 3\mathcal{E}_1 = 24 \text{ ვ}; \quad \mathcal{E}_1 = 8 \text{ ვ}; \quad \mathcal{E}_2 = 32 \text{ ვ}$$

$$19.10 \quad N = \frac{\mathcal{E}}{2\pi\Phi\nu} = 25$$

I თავის შემაჯამებელი ამოცანები

1. $M_{\max} = BISN=4,5 \text{ ნმ}$

4. $I = \frac{F}{Bl \sin \alpha} \approx 3,1 \text{ ა}$

5. ვერტიკალურად მიმართულ y და ჰორიზონტალურად მიმართულ x ღერძზე დაგეგმილებით მიიღება: $T \sin \alpha = F_s$; $T \cos \alpha = mg$; $mg \operatorname{tg} \alpha = F_s$; $\rho S l \operatorname{tg} \alpha = Bl$; $\rho = \frac{Bl}{S \cdot \operatorname{tg} \alpha}$

6. $B = k_m \frac{1}{r}$; $B_1=8 \cdot 10^{-7} \text{ ტლ}$; $B_2=12 \cdot 10^{-7} \text{ ტლ}$; $B=B_1+B_2=20 \cdot 10^{-7} \text{ ტლ}$

7. $F = k_m \frac{I_1 I_2}{r} \Delta l$; $I_1^2 = \frac{Fr}{2k \Delta l}$; $I_1 \approx 1,4 \text{ ა}$

8. დიაგონალზე მდებარე ერთი მიმართულების დენების მქონე გამტარების მიერ შექმნილი მაგნიტური ინდუქციის ვექტორები ერთმანეთს აკომპენსირებენ, ხოლო მოპირდაპირედ მოსიარულე დენების მქონე გამტარების მიერ შექმნილი მაგნიტური ინდუქციის ვექტორის მოდულები იკრიბებიან. $B = 2k_m \frac{1}{r} \approx 3,8 \cdot 10^{-7} \text{ ტლ}$

9. $Uq = \frac{mv^2}{2}$; $v = \sqrt{\frac{2uq}{m}}$; $F = Bvq \sin \alpha$; $a = \frac{F}{m}$; $a = \frac{B}{2} \sqrt{\frac{2uq^3}{m^3}}$

10. $R = \frac{mv}{Bq}$; $\frac{R_1}{R_2} = \frac{3}{4}$

11. $T = \frac{2\pi m}{Bq}$; $t = \frac{AC}{v \cos \alpha}$; $\frac{t}{T} = 2$; $B = \frac{4\pi m v \cos \alpha}{ACq} \approx 0,09 \text{ ტლ}$

12. $Bvq = Eq$; $v = \frac{E}{B} = 200 \text{ კმ/წმ}$

13. $E = vB \sin \alpha = 1 \text{ ვ/მ}$

14. $\mathcal{E} = vBl \sin \alpha$; $q = C\mathcal{E} = 0,5 \text{ ნკ}$

15. $\Phi = BS \cos 65^\circ$; $\Phi \approx 0,4 \text{ მვზ}$

16. $S = \pi r^2$; $\Phi = BS \cos 45^\circ \approx 0,14 \text{ ვზ}$

18. $\phi = BSN$; $\mathcal{E} = \frac{\Delta \phi}{\Delta t} = \frac{\Delta BSN}{\Delta t}$; $I = \frac{\mathcal{E}}{R}$; $q = It = 2,4 \text{ კ}$

19. $\phi = BSN$; $\mathcal{E} = \frac{\Delta \phi}{\Delta t} = \frac{\Delta BSN}{\Delta t}$; $I = \frac{\mathcal{E}}{R}$; $P = I^2 R \approx 0,144 \text{ ვტ}$

20. $L = \frac{\mathcal{E} \Delta t}{\Delta I} = 1,8 \text{ ჰფ}$

21. $U = Ir + L \frac{\Delta I}{\Delta t} = 26 \text{ ვ}$

22. $I_1 = \frac{\mathcal{E}}{R+r}$; $U_1 = I_1 R = 4 \text{ ვ}$; $U_2 = L \frac{\Delta I}{\Delta t} = 0,25 \text{ ვ}$; $\Delta U = -3,75 \text{ ვ}$

23. $\frac{CU^2}{2} = \frac{LI^2}{2}$; $I = U \sqrt{\frac{C}{L}} = 0,2 \text{ ა}$

24. $I = \frac{\mathcal{E}}{R+r} = 3 \text{ ა}$; $L = \frac{2w}{I^2} = 1,8 \text{ ჰფ}$

25. $v = \frac{\mathcal{E}}{2\pi \phi N}$; $T = \frac{1}{v} = 1 \text{ წმ}$

III თავი

2.2. $S=vt\approx 144\cdot 10^9$ მ

2.3. $\operatorname{tg}60^\circ=\frac{h}{l}$; $l=h/\operatorname{tg}60^\circ\approx 30$ მ

2.4. $\operatorname{tg}\alpha=\frac{h}{l}$; $\alpha=45^\circ$

2.5. $\frac{h_1}{l_1}=\frac{h_2}{l_2}$; $l_2=21$ მ

2.6. $\frac{h_1}{h_2}=\frac{l_1}{l_1-l_2}$; $l_1=6$ მ

2.7. $SO_2=220$ სმ ; $AO_2=110$ სმ ; $r=40$ სმ ; $SO_1=70$ სმ ; ΔSO_2C მსგავსია ΔSKO_1 ; $\frac{R}{r}=\frac{SO_2}{SK}$;
 $SK=\sqrt{(SO_1)^2-r^2}\approx 156$ სმ ; $R\approx 154$ სმ

2.8. $SO_2=200$ სმ ; $SB=125$ სმ ; $r=35$ სმ ; $SO_1=160$ სმ ; ΔSO_2C მსგავსია ΔSKO_1 ; $\frac{R}{r}=\frac{SO_2}{SK}$;
 $SK=\sqrt{(SO_1)^2-r^2}\approx 57$ სმ ; $R\approx 45$ სმ

2.9. $\frac{h_1}{h_2}=\frac{l_1}{l_1-l_2}$; $l_1=10,5$ მ ; $l_1-l_2=3,5$ მ

3.4 $\alpha=57^\circ$; $2\alpha=114^\circ$

3.5 $3\alpha=90^\circ$; $2\alpha=60^\circ$

3.6 $\alpha+\frac{2\alpha}{8}=90^\circ$; $\alpha=72^\circ$; $2\alpha=144^\circ$

3.7 $\alpha+\alpha=2\alpha$; $\alpha-10^\circ+\alpha-10^\circ=2\alpha-20^\circ$; შემცირდება 20° -ით

3.8 არეკვლის კუთხე იზრდება 14° -ით, შესაბამისად არეკლილ სხივსა და ზედაპირს შორის კუთხე მცირდება 14° -ით.

3.9 $2\alpha\cdot 20\%=16^\circ$; $\alpha=40^\circ$

3.10 $44^\circ+2\gamma=90^\circ$; $\gamma=23^\circ$

4.3 $l_1=2d$; $l_2=2(d+10\text{ სმ})=2d+20$ სმ ; გაიზრდება 20 სმ-ით

4.4 $v_2=2v_1$; შორდება 6 მ/წმ სიჩქარით

4.5 $\frac{H}{h}=\frac{x}{12-x}$; $x=8$ მ

4.6 $h=\frac{H}{2}=1$ მ

4.8 სარკის მიმართ ციციანთელას სიჩქარე $v_1=5$ მ/წმ, გამოსახულების სიჩქარე დედამიწის მიმართ $v_2=2v_1=10$ სმ/წმ

4.9 მნათი წერტილი და მისი პირველადი გამოსახულებები განლაგებულნი არიან მართკუთხა სამკუთხედის წვეროებში, რომლის კათეტები 120 სმ და 160 სმ-ია, ჰიპოტენუზა კი – 200 სმ

4.10 მნათი წერტილი და მისი პირველადი გამოსახულებები განლაგებულნი არიან ტოლგვერდა სამკუთხედის წვეროებში, რომლის გვერდის სიგრძე 70 სმ-ია

$$5.1 \frac{v_0}{v_1} = n ; n=2$$

$$5.2 v_1 = \frac{v_0}{n_1} ; v_2 = \frac{v_0}{n_2} ; \frac{v_2}{v_1} = \frac{n_1}{n_2} ; \text{შემცირდება } 2,2\text{-ჯერ}$$

$$5.3 \frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{n_2}{n_1} ; \frac{n_1}{n_2} = \frac{\sin 45^\circ}{\sin 60^\circ} \approx 0,82$$

$$5.4 \frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{n_2}{n_1} ; \sin \beta = \frac{\sin \alpha}{n_{\text{ფ}}} = 0,66$$

$$5.5 \sin \beta = \frac{\sin \alpha}{n_{\text{ფ}}} ; \beta \approx 45^\circ$$

$$5.7 \operatorname{tg} 30^\circ = \frac{h_1}{l_1} ; l_1 = \operatorname{tg} 30^\circ \cdot h_1 ; \frac{\sin 60^\circ}{\sin \beta} = \frac{n_2}{n_1} ; \sin \beta = \frac{\sin 60^\circ}{n_{\text{ფ}}} ; \operatorname{tg} \beta = \frac{l_2}{h_2} ; l_2 = h_2 \cdot \operatorname{tg} \beta ; l_1+l_2 \text{ ტბის ფსკერზე ჩრდილის სიგრძე.}$$

$$5.8 \alpha + \beta = 90^\circ ; \frac{\sin \alpha}{\sin(90-\alpha)} = \frac{n_2}{n_1} ; \operatorname{tg} \alpha = n_{\text{ალ}} ; \alpha \approx 68^\circ$$

$$5.9 \frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{n_2}{n_1} ; \sin \beta = \frac{\sin \alpha}{n_{\text{ფ}}} ; \beta \approx 33^\circ ; \gamma + 90^\circ - \beta + 90^\circ - \beta + \beta = 180^\circ ; \gamma = \beta$$

$$5.10 \text{კუთხის სიმცირის გამო } \sin \alpha \approx \operatorname{tg} \alpha ; \sin \beta \approx \operatorname{tg} \beta ; \operatorname{tg} \alpha = \frac{a}{h_1} ; \operatorname{tg} \beta = \frac{a}{h_2} ; \frac{\operatorname{tg} \alpha}{\operatorname{tg} \beta} = \frac{h_2}{h_1} = \frac{n_3}{n_{\text{ფ}}} ; h_2 = 120 \text{ სმ}$$

$$6.2 \frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{n_2}{n_1} ; \sin \beta = \sin \alpha \cdot n_{\text{ფყ}} ; \beta \approx 59^\circ$$

$$6.3 \frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{n_2}{n_1} ; \sin \alpha = \sin 55^\circ \cdot \frac{n_{\text{ფ}}}{n_0} ; \alpha \approx 46^\circ$$

$$6.4 \sin \alpha_0 = \frac{n_2}{n_1} ; n_1 = \frac{1}{\sin \alpha_0} \approx 1,4$$

$$6.5 \sin \alpha_0 = \frac{n_2}{n_1} \approx 0,76$$

$$6.6 \sin \alpha_0 = \frac{n_2}{n_1} \approx 0,61 ; \alpha_0 \approx 38^\circ$$

$$6.7 \sin \alpha_0 = \frac{n_2}{n_1} ; \operatorname{tg} \alpha_0 = \frac{R}{h} ; R \approx 1,33 \text{ მ}$$

$$6.8 \sin \alpha_0 = \frac{n_2}{n_1} ; \operatorname{tg} \alpha_0 = \frac{R}{h} ; h = \frac{R}{\operatorname{tg} \alpha_0} ; h \approx 3 \text{ მ}$$

6.10 დავუშვათ სინათლის სხივი გამოდის გვერდითა კედლიდან ჰაერში და მიუყვება კედელს.

ჭიქის ფსკერზე სინათლის სხივის დაცემის კუთხეს დავარქვათ α , მინაში გარდატეხის კუთხეს β .

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{n_2}{n_1} ; \frac{\sin(90^\circ - \beta)}{\sin 90^\circ} = \frac{n_1}{n_2} ; \cos \beta \approx 0,6 ; \sin \beta = \sqrt{1 - \cos^2 \beta} = 0,8 ; \sin \alpha = \sin \beta \cdot 1,7 = 1,36 \text{ რაც}$$

შეუძლებელია. თუ გვერდითა კედლიდან სხივის გამოსვლის კუთხე 90° -ზე ნაკლები იქნებოდა $\sin \alpha$ -ს კიდევ უფრო მეტს მივიღებდით.

$$7.1 \frac{\sin 55^\circ}{\sin 45^\circ} = \frac{n_2}{n_1} ; n_2 \approx 1,17$$

$$7.2 \quad \frac{\sin 75^\circ}{\sin \beta} = \frac{n_2}{n_1}; \sin \beta \approx 0,6; \beta \approx 37^\circ; \alpha - \beta = 38^\circ$$

$$7.3 \quad \frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{n_2}{n_1}; \sin \beta = \sin \alpha \cdot \frac{n_1}{n_2}; CB = \text{tg} \beta \cdot AC$$

$$7.4 \quad \frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{n_2}{n_1}; \sin \beta = \sin \alpha \cdot \frac{n_1}{n_L}; CD = \text{tg} \alpha \cdot AC; CB = \text{tg} \beta \cdot AC; BD = CD - CB$$

$$7.5 \quad h = d \sin \alpha_1 \left(1 - \sqrt{\frac{1 - \sin^2 \alpha_1}{n^2 - \sin^2 \alpha_1}} \right)$$

$$7.8 \quad \alpha = 27^\circ; \frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{n_2}{n_1}; \sin \beta = \sin \alpha \cdot \frac{n_1}{n_2}; \beta \approx 17^\circ; \alpha - \beta = 10^\circ$$

$$11.1 \quad D = \frac{1}{F}; D = 5 \text{ დპტრ}$$

$$11.2 \quad D = \frac{1}{F}; D = 10 \text{ დპტრ}$$

$$11.3 \quad \frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f}; d = f; \frac{1}{F} = \frac{2}{d}; F = 15 \text{ სმ}$$

$$11.4 \quad F = \frac{1}{D}; \frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f}; 2d = f; \frac{1}{8} = \frac{1}{d} + \frac{1}{2d} = \frac{3}{2d}; d = 12 \text{ სმ}$$

$$11.5 \quad \frac{1}{F} = \frac{1}{d} - \frac{1}{f} \text{ გამოსახულება წარმოსახვითია რადგან } d < F; \frac{1}{f} = \frac{1}{d} - \frac{1}{F}; f = 100 \text{ სმ}$$

$$11.6 \quad -\frac{1}{F} = \frac{1}{d} - \frac{1}{f}; F = d = 12,5 \text{ სმ}; \frac{1}{f} = \frac{2}{F}; f = \frac{F}{2} = 6,25 \text{ სმ}; \Gamma = \frac{h_2}{h_1} = \frac{f}{d} = 0,5$$

$$11.7 \quad d = F + 5; f = 37 - F; \frac{1}{F} = \frac{1}{F+5} + \frac{1}{37-F}; F \approx 9,5 \text{ სმ}; D \approx 10,5 \text{ დპტრ}$$

$$11.8 \quad -\frac{1}{F} = \frac{1}{d} - \frac{1}{f}; \frac{h_2}{h_1} = \frac{f}{d}; d = 3f; h_2 = 3 \text{ სმ}$$

$$11.9 \quad d = 8 \text{ სმ}; f = 2 \text{ სმ}; -D = \frac{1}{d} - \frac{1}{f}; D = -37,5 \text{ დპტრ}$$

$$11.10 \text{ სინათლის სხივის შექცევადობის თვისების გამოყენებით ამოვხსნათ ამოცანა. } d = 5 \text{ სმ}; f = 11 \text{ სმ}; \frac{1}{F} = \frac{1}{d} - \frac{1}{f}; F \approx 9,2 \text{ სმ}$$

$$13.1 \quad \Gamma = \frac{d_0}{F} = 5$$

$$13.2 \quad F = \frac{d_0}{\Gamma} = 6,25 \text{ სმ}$$

$$13.3 \quad \Gamma = \frac{\delta d_0}{F_1 F_2}; F_2 = 2,5 \text{ სმ}$$

$$11.4 \quad \Gamma = \frac{\delta d_0}{F_1 F_2} = 750$$

$$11.5 \quad \Gamma = \frac{F_1}{F_2} = 1250$$

$$11.6 \quad \Gamma = \frac{F_1}{F_2}; F_1 = 9,6 \text{ მ}$$

$$11.8 \quad l = F_1 + F_2 = 30 \text{ სმ}$$

11.9 ავაგოთ გამოსახულება ჯერ პირველ ლინზაში, შემდეგ მეორეში. რადგან სინათლის წერტილოვანი წყარო პირველი ლინზიდან ორმაგ ფოკუსშია მოთავსებული მასში მიღებული გამოსახულებაც ორმაგ ფოკუსში იქნება ლინზის მეორე მხარეს. მეორე ლინზისთვის მივიღებთ: $d_2 = 10 \text{ სმ}$, დავწეროთ ლინზის ფორმულა. $\frac{1}{F_2} = \frac{1}{d_2} + \frac{1}{f_2}; f_2 = 40 \text{ სმ}$

11.10 ორივე ლინზაში მიღებული გამოსახულება იქნება ნამდვილი. ვიპოვოთ თითოეული ლინზისთვის გამოსახულებიდან ლინზამდე მანძილი. $\frac{1}{24} = \frac{1}{32} + \frac{1}{f_1}$; $f_1 = 92$ სმ; $\frac{1}{21} = \frac{1}{28} + \frac{1}{f_2}$; $f_2 = 84$ სმ; გამოსახულებებს შორის მანძილი ტოლია 240 სმ

III თავის შემაჯამებელი ამოცანები

1. $t = \frac{S}{v} = 310$ წთ
2. $l = \frac{h}{\operatorname{tg} \alpha} \approx 15,4$ მ
3. $O_1O_2 = R + L + r$; $O_2A = r + l$; ΔO_1AC მსგავსია ΔO_2AB ; $\frac{R}{r} = \frac{O_1A}{O_2A} = \frac{R+L+2r+l}{r+l}$; $l \approx 84613318$ კმ
4. $s = \pi r^2$; $\operatorname{tg} 30^\circ = \frac{r}{h}$; $r = h \cdot \operatorname{tg} 30^\circ$; $S \approx 243$ მ²
7. $2\alpha + 2\beta = 6\alpha$; $\beta = 2\alpha = 40^\circ$
8. $\alpha = 60^\circ$; $2\alpha = 120^\circ$
9. $25^\circ + \alpha + 110^\circ + 25^\circ + \alpha = 180^\circ$; $\alpha = 10^\circ$
10. $v_1 = 6$ მ/წმ; $v_2 = 8$ მ/წმ; $v = \sqrt{v_1^2 + v_2^2} = 10$ მ/წმ
13. $\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{n_2}{n_1}$; $\beta \approx 41^\circ$; $\operatorname{tg} \beta = 0,86$; $a = h \cdot \operatorname{tg} \beta \approx 1,72$ მ; $R = r + a = 2,12$ მ; $S = \pi R^2 = 14,11$ მ²
14. სინათლის სხივი ვერ გადადის მეორე გარემოში.
16. $\sin \alpha_0 = \frac{n_2}{n_1} = 0,5$; $\alpha_0 = 30^\circ$
17. $\sin \alpha_0 = \frac{n_2}{n_1}$; $\operatorname{tg} \alpha_0 = \frac{\sin \alpha_0}{\sqrt{1 - \sin^2 \alpha_0}}$; $r = \frac{h}{\operatorname{tg} \alpha_0}$; $\frac{r_1}{r_2} = \frac{\operatorname{tg} \alpha_2}{\operatorname{tg} \alpha_1} \approx 0,96$; $\frac{s_1}{s_2} = \frac{r_1^2}{r_2^2} = 0,93$
18. $\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{n_\theta}{n_\phi}$; $\frac{\sin \beta}{\sin 90} = \frac{n_3}{n_\theta}$; $\sin \alpha = \frac{n_3}{n_\phi}$; $\alpha \approx 49^\circ$
26. $-\frac{1}{F} = \frac{1}{d} - \frac{1}{f}$; $-\frac{1}{18} = \frac{1}{32} - \frac{1}{f}$; $f = 12$ სმ; $\Gamma = \frac{f}{d} = \frac{1}{3}$
27. $d + f = 64$ სმ; $F = \frac{1}{D} = 16$ სმ; $\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f}$; $\frac{1}{16} = \frac{1}{64-f} + \frac{1}{f}$; $64f - f^2 = 1024$; $(f - 32)^2 = 0$; $f = 32$ სმ
28. $-\frac{1}{F} = \frac{1}{d} - \frac{1}{f}$; $\frac{h_2}{h_1} = \frac{f}{d}$; $h_2 = 24$ სმ
29. $\frac{1}{20} = \frac{1}{60} + \frac{1}{f}$; $f = 30$ სმ; $d_2 = 10$ სმ; $2d_2 = 20$ სმ
30. ორივე ლინზაში მიღებული გამოსახულება იქნება ნამდვილი. ვიპოვოთ თითოეული ლინზისთვის გამოსახულებიდან ლინზამდე მანძილი. $\frac{1}{8} = \frac{1}{12} + \frac{1}{f_1}$; $f_1 = 24$ სმ; $\frac{1}{10} = \frac{1}{20} + \frac{1}{f_2}$; $f_2 = 20$ სმ; გამოსახულებებს შორის მანძილი ტოლია 76 სმ

II თავი

- 1.5 $\frac{N_1}{N_2} = \frac{T_2}{T_1}$; $T_1 = T_2 \frac{N_2}{N_1}$; $T_1 = 3$ წმ
- 1.6 $\frac{N_1}{N_2} = \frac{T_2}{T_1}$; $T_1 = T_2 \frac{N_2}{N_1}$; $T_1 = 0,5$ წმ
- 1.7 $v_1 = \frac{N_1}{t_1}$; $N_2 = v_2 \cdot t_2$; $N_2 = 180$
- 1.9 $N = vt$; $S = 4AN$; $S = 40$ მ

$$1.10 \quad S = 4Avt; \quad v = \frac{s}{4At}; \quad T = \frac{1}{v}; \quad T=1 \text{ } \text{с}$$

$$2.2 \quad v = \frac{N}{t}; \quad \omega = 2\pi v; \quad \omega=10\pi \text{ } \text{с}^{-1}$$

$$2.3 \quad x=A\sin\omega t; \quad \omega=2\pi v; \quad v=0,5 \text{ } \text{с}; \quad T=2 \text{ } \text{с}$$

$$2.4 \quad x=A\sin\omega t; \quad A=0,2 \text{ } \text{м}; \quad v=10 \text{ } \text{с}; \quad N = vt; \quad S = 4AN; \quad S=120 \text{ } \text{м}$$

$$2.6 \quad x = A \sin(\omega t + \varphi_0); \quad \omega=2\pi v; \quad \varphi_0=\frac{\pi}{4}; \quad N = vt; \quad N=60$$

$$2.7 \quad v_{\max} = A\omega; \quad a_{\max} = A\omega^2;$$

$$2.8 \quad x=0,25\sin(\frac{\pi}{2}+\pi t); \quad x_0=0,25\sin\frac{\pi}{2}; \quad x_0=0,25 \text{ } \text{м}; \quad x_1=0,25\sin\frac{3\pi}{2}; \quad x_1=-0,25 \text{ } \text{м}$$

$$2.9 \quad A=0,2 \text{ } \text{м}; \quad T=0,4 \text{ } \text{с}; \quad \omega = \frac{2\pi}{T}; \quad v_{\max} = A\omega; \quad a_{\max} = A\omega^2$$

$$2.10 \quad x=A\sin\frac{2\pi}{T}t; \quad x=0,5\sin\frac{\pi}{5}t; \quad x_1=0$$

$$3.2 \quad F = ma; \quad a = \frac{kx}{m}; \quad a = 80 \text{ } \text{м/с}^2$$

$$3.4 \quad T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}; \quad k = \frac{4\pi^2 m}{T^2}; \quad K=400 \text{ } \text{Н/м}$$

$$3.5 \quad T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}; \quad T_2 = 2T_1; \quad v_2 = 0,5v_1$$

$$3.6 \quad m_2 = 2m_1; \quad K_2=2K_1; \quad T_2=T_1$$

$$3.7 \quad mg = kx; \quad \frac{m}{k} = \frac{x}{g}; \quad T = 2\pi\sqrt{\frac{x}{g}}$$

$$3.8 \quad T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}; \quad N = \frac{t}{T}; \quad S = 4AN$$

$$3.9 \quad \omega = \sqrt{\frac{k}{m}}; \quad v_{\max} = A\omega; \quad a_{\max} = A\omega^2$$

$$3.10 \quad K_1=6K; \quad K_2=2K; \quad k_3 = \frac{k_1 k_2}{k_1 + k_2}; \quad K_3=600 \text{ } \text{Н/м}; \quad T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{K_3}}$$

$$4.6 \quad T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}; \quad N = \frac{t}{T}$$

$$4.7 \quad \frac{N_1}{N_2} = \sqrt{\frac{l_2}{l_1}}; \quad l_2=4l_1; \quad l_1=10 \text{ } \text{м}; \quad l_2=40 \text{ } \text{м}; \quad l_1+l_2=50 \text{ } \text{м}$$

$$4.8 \quad l_1 = \frac{gT_1^2}{4\pi^2}; \quad l_2 = \frac{gT_2^2}{4\pi^2}; \quad T = 2\pi\sqrt{\frac{l_1+l_2}{g}}; \quad T = \sqrt{T_1^2 + T_2^2}$$

$$4.9 \quad l_1 = \frac{gT_1^2}{4\pi^2}; \quad l_2 = \frac{gT_2^2}{4\pi^2}; \quad T = 2\pi\sqrt{\frac{l_1-l_2}{g}}; \quad T = \sqrt{T_1^2 - T_2^2}$$

$$4.10 \quad g = G\frac{M}{R^2}; \quad g_1 = G\frac{M}{4R^2}; \quad T = 2\pi\sqrt{\frac{4l}{g}}; \quad T=4 \text{ } \text{с}$$

$$5.3 \quad E = \frac{kA^2}{2}; \quad E = 20 \theta \chi$$

$$5.4 \quad E = \frac{kA^2}{2}; \quad E = E_k + E_p; \quad E = 2E_p; \quad E_p = 0,5E$$

$$5.5 \quad E = \frac{kA^2}{2}; \quad E = E_{kmax}$$

$$5.6 \quad E = \frac{kA^2}{2}; \quad E = E_{kmax}; \quad E = \frac{mv_{max}^2}{2}; \quad v_{max} = \sqrt{\frac{2E}{m}}$$

$$5.7 \quad E = \frac{kA^2}{2}; \quad E = E_k + E_p; \quad E = 4E_k; \quad v = \sqrt{\frac{2E_k}{m}}$$

$$5.8 \quad E = E_{kmax}; \quad E = E_{pmax}; \quad mgh = \frac{mv_{max}^2}{2}; \quad v_{max} = \sqrt{2gh}$$

$$5.9 \quad E = E_{kmax}; \quad E = E_{pmax}; \quad mgh = \frac{mv_{max}^2}{2}; \quad v_{max} = \sqrt{2gh}; \quad h = \frac{1}{2}$$

$$5.10 \quad h = l - l \cdot \cos \alpha; \quad h_1 = l(1 - \cos \alpha_1); \quad h_2 = l(1 - \cos \alpha_2); \quad \frac{E_2}{E_1} = \frac{1 - \cos \alpha_2}{1 - \cos \alpha_1}$$

$$6.6 \quad T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}; \quad v_1 = \frac{l}{T}; \quad v_2 = v_1$$

$$6.7 \quad T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}; \quad m = \frac{kT^2}{4\pi^2}$$

$$6.9 \quad v = \frac{s}{t}; \quad t = T$$

$$6.10 \quad v = \frac{s}{t}; \quad t = T; \quad T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$$

$$8.3 \quad v = \frac{N}{t}; \quad v = \lambda \nu$$

$$8.4 \quad v = \frac{N}{t}; \quad v = \lambda \nu; \quad \lambda = \frac{v}{\nu}$$

$$8.5 \quad v = \frac{N}{t}; \quad v = \frac{v}{\lambda}$$

$$8.6 \quad v = \frac{N}{t}; \quad v = \lambda \nu; \quad s = v \cdot t_1$$

$$8.7 \quad v = \lambda \nu; \quad v_1 = v_2; \quad v_2 = 2v_1$$

$$8.8 \quad \frac{\lambda_2}{\lambda_1} = \frac{v_2}{v_1}$$

$$8.9 \quad v_1 + v_2 = \frac{N_1 \cdot \lambda}{t_1}; \quad v_1 - v_2 = \frac{N_2 \cdot \lambda}{t_2};$$

$$8.10 \quad v_1 \cdot t = v_2(t + t_1); \quad s = v_1 \cdot t$$

$$10.5 \quad S = v_1 \cdot t_1; \quad t_2 = \frac{S}{v_2}$$

$$10.6 \quad v_1 \cdot t = v_2(t + t_1); \quad s = v_1 \cdot t$$

$$10.7 \quad S_1 = v_\delta \cdot t; \quad S_2 = v_\omega \cdot t; \quad \operatorname{tg} 60^\circ = \frac{s_1}{s_2} = \frac{v_\delta}{v_\omega}$$

$$10.8 \quad h = \frac{g \cdot t_1^2}{2}; t_1 = \sqrt{\frac{2h}{g}}; t_2 = \frac{h}{v}; t = t_1 + t_2$$

$$10.9 \quad t_1 = \sqrt{\frac{2h}{g}}; l = v_1 \cdot t_1; S = \sqrt{h^2 + l^2}; t_2 = \frac{S}{v_2}$$

$$10.10 \quad S = v_1 \cdot t_1 - v_2 \cdot t_2; t_2 = \frac{S}{v_1 + v_2}; t_1 = \frac{t_2(v_1 - v_2)}{v_1 + v_2}$$

$$11.5 \quad v_1 \cdot t_1 - v_2 \cdot t_2; t_2 = \frac{S}{v_1 + v_2}; \frac{t_1}{t_2} = \frac{v_1 + v_2}{v_1 - v_2}$$

$$11.6 \quad S_1 = v \cdot t_1; S_2 = v \cdot t_2 = v(t_1 + \Delta t); h^2 = \left(\frac{S_2}{2}\right)^2 - \left(\frac{S_1}{2}\right)^2$$

$$11.7 \quad v_1 = \frac{1}{T_1} = \frac{v_0}{1 - \frac{v_1}{v}}$$

$$11.8 \quad v_2 = \frac{1}{T_2} = \frac{v_0}{1 + \frac{v_1}{v}}$$

$$11.10 \quad t = t_1 + t_2; t_2 = \frac{l}{v_2}; t_{\max} = \frac{t_1}{2}; h = \frac{g t_1^2 \max}{2}$$

$$12.2 \quad T = 2\pi\sqrt{LC}; C = \frac{\epsilon\epsilon_0 S}{d}; \frac{T_2}{T_1} = \sqrt{\frac{\epsilon_2}{\epsilon_1}}$$

$$12.4 \quad T = 2\pi\sqrt{LC}; C_1 = C; C_2 = 4C; T_2 = 2T_1$$

$$12.5 \quad T = 2\pi\sqrt{LC}; C_1 = C; C_2 = \frac{C}{4}; T_2 = \frac{T_1}{2}$$

$$12.6 \quad T = 2\pi\sqrt{LC}; C = \frac{T^2}{4\pi^2 L}$$

$$12.7 \quad E = \frac{CU_0^2}{2}; E = \frac{LI_0^2}{2}; \frac{CU_0^2}{2} = \frac{LI_0^2}{2}; I_0 = U_0 \sqrt{\frac{C}{L}}$$

$$12.8 \quad E = \frac{CU_0^2}{2}; E = \frac{CU^2}{2} + \frac{LI^2}{2}; \frac{LI^2}{2} = \frac{E}{2}; I = \sqrt{\frac{E}{L}}$$

$$12.9 \quad E = \frac{q_0^2}{2C}; \frac{q^2}{2C} = \frac{E}{4}; q = \frac{q_0}{2}; \cos \frac{2\pi}{T} t = 0,5; \frac{2\pi}{T} t = \frac{\pi}{3}; t = \frac{T}{6}$$

$$12.10 \quad E = \frac{q_0^2}{2C}; \frac{q^2}{2C} = \frac{E}{2}; q = \frac{q_0}{\sqrt{2}}; \cos \frac{2\pi}{T} t = \frac{1}{\sqrt{2}}; \frac{2\pi}{T} t = \frac{\pi}{4}; t = \frac{T}{8}$$

$$13.5 \quad U_0 = U_{\text{ЭЭ}} \cdot \sqrt{2}; U_0 > U_{\text{ЭЭ}}$$

$$13.6 \quad U_{\text{ЭЭ}} = I_{\text{ЭЭ}} \cdot R; U_0 = U_{\text{ЭЭ}} \cdot \sqrt{2}$$

$$13.7 \quad I_{\text{ЭЭ}} = \frac{U_{\text{ЭЭ}}}{R}; I_0 = I_{\text{ЭЭ}} \cdot \sqrt{2}$$

$$13.8 \quad P_0 = \frac{U_0^2}{2R}$$

$$13.9 \quad I_{\text{ЭЭ}} = \frac{I_0}{\sqrt{2}}; \sin \frac{2\pi}{T} t = \frac{1}{\sqrt{2}}; \frac{2\pi}{T} t = \frac{\pi}{4}; t = \frac{T}{8}$$

$$13.10 \quad Q = \frac{U_0^2}{2R} \cdot t$$

$$14.6 \quad \frac{U_1}{U_2} = \frac{I_2}{I_1} = k; I_1 = \frac{I_2}{k}; P = U_1 I_1$$

$$14.7 \quad U_2 = \frac{P}{I_2}; U_1 = U_2 \cdot k$$

$$14.8 \quad \frac{U_1}{U_2} = \frac{I_2}{I_1} = k; I_2 = \frac{I_1}{4}; p = I^2 R; \frac{P_2}{P_1} = \frac{1}{16}$$

$$14.9 \quad \frac{U_1}{U_2} = \frac{I_2}{I_1} = k; I_2 = \frac{I_1}{5}; p = I^2 R; \frac{P_2}{P_1} = \frac{1}{25}; P_{\text{ცაბ}} = P_{\text{ბ6}} \cdot 2\%; P_{\text{სას}} = P_{\text{ბ6}} \cdot 98\%$$

$$14.10 \quad U_1 = \mathcal{E}_1; U_2 = \mathcal{E}_2 - I_2 r_2; \mathcal{E}_2 = U_2 + I_2 r_2; \frac{\mathcal{E}_1}{\mathcal{E}_2} = k$$

II თავის შემაჯამებელი ამოცანები

$$1. \quad v_1 = \frac{N_1}{t_1}; N_2 = v_2 \cdot t_2$$

$$2. \quad S = 4AN$$

$$3. \quad S = 4Avt; v = \frac{s}{4At}$$

$$4. \quad v_{\text{max}} = A\omega; a_{\text{max}} = A\omega^2$$

$$6. \quad F = ma; a = \frac{kx}{m}$$

$$7. \quad T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}; m_1 = m; m_2 = 8m; k_1 = k; k_2 = 2k; T_2 = 2T_1$$

$$8. \quad \omega = \sqrt{\frac{k}{m}}; v_{\text{max}} = A\omega; a_{\text{max}} = A\omega^2$$

$$9. \quad l_1 = \frac{gT_1^2}{4\pi^2}; l_2 = \frac{gT_2^2}{4\pi^2}; T = 2\pi \sqrt{\frac{l_1 - l_2}{g}}; T = \sqrt{T_1^2 - T_2^2}$$

$$10. \quad g = G \frac{M}{R^2}; g_1 = G \frac{M}{9R^2}; T = 2\pi \sqrt{\frac{9l}{g}}$$

$$11. \quad E = mg \frac{A^2}{2l} \quad (\text{იხ 2.5 ერთად ამოვხსნათ ამოცანა})$$

$$12. \quad E = E_{k\text{max}}; E = E_{p\text{max}}; mgh = \frac{mv_{\text{max}}^2}{2}; v_{\text{max}} = \sqrt{2gh}; h = \frac{1}{2}; a = \frac{v^2}{R}$$

$$13. \quad v = \frac{s}{t}; t = T; T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$$

$$14. \quad v = \frac{N}{t}; v = \lambda \nu; \lambda = \frac{v}{\nu}$$

$$16. \quad h = \frac{g t_1^2}{2}; t_1 = \sqrt{\frac{2h}{g}}; t_2 = \frac{h}{v}; t = t_1 + t_2$$

$$17. \quad S = v_1 \cdot t_1; t_2 = \frac{S}{v_2}$$

$$18. \quad v_1 \cdot t_1 - v_2 \cdot t_1; t_2 = \frac{S}{v_1 + v_2}; \frac{t_1}{t_2} = \frac{v_1 + v_2}{v_1 - v_2}$$

$$19. \quad v_1 = \frac{1}{T_1} = \frac{v_0}{1 - \frac{v_1}{v}}$$

$$20. \quad T = 2\pi \sqrt{LC}; C_1 = C; C_2 = 9C; T_2 = 3T_1$$

$$21. \quad E = \frac{q_0^2}{2C}; \frac{q^2}{2C} = \frac{E}{2}; q = \frac{q_0}{\sqrt{2}}; \cos \frac{2\pi}{T} t = \frac{1}{\sqrt{2}}; \frac{2\pi}{T} t = \frac{\pi}{4}; t = \frac{T}{8}$$








22. $E = \frac{q_0^2}{2C}$; $\frac{q^2}{2C} = \frac{3E}{4}$; $q = \frac{q_0\sqrt{3}}{2}$; $\cos\frac{2\pi}{T}t = \frac{\sqrt{3}}{2}$; $\frac{2\pi}{T}t = \frac{\pi}{6}$; $t = \frac{T}{12}$
23. $P_0 = \frac{U_0^2}{2R}$; $I_0 = \frac{U_0}{R}$; $I_{\text{эф}} = \frac{I_0}{\sqrt{2}}$
24. $Q = \frac{U_0^2}{2R} \cdot t$; $Q = cm(T_2 - T_1)$; $m = \rho V$
25. $\frac{U_1}{U_2} = \frac{I_2}{I_1} = k$; $I_2 = kI_1$; $U_2 = \frac{P}{I_2}$
26. $U_1 = \mathcal{E}_1$; $U_2 = \mathcal{E}_2 - I_2 r_2$; $\mathcal{E}_2 = U_2 + I_2 r_2$; $\frac{\mathcal{E}_1}{\mathcal{E}_2} = k$; $\mathcal{E}_1 = k \cdot \mathcal{E}_2$
27. $\frac{U_1}{U_2} = \frac{I_2}{I_1} = k$; $I_2 = \frac{I_1}{5}$; $p = I^2 R$; $\frac{p_2}{p_1} = \frac{1}{25}$
28. $\frac{U_1}{U_2} = \frac{I_2}{I_1} = k$; $I_2 = \frac{I_1}{5}$; $p = I^2 R$; $\frac{p_2}{p_1} = \frac{1}{9}$; $P_{\text{QS5}} = P_{\text{б6}} \cdot 3\%$; $P_{\text{бб}} = P_{\text{б6}} \cdot 97\%$
29. $S = v_0 t$
30. $2S = v_0 t$; $s = \frac{v_0 t}{2}$

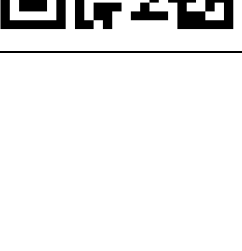
სასწავლო რესურსების QR კოდები და მოკლე ბმულები მოსწავლის წიგნის პარაგრაფების მიხედვით

1	CERN – ის კოლაიდერი - პირობა	http://tiny.cc/ki87vz		https://drive.google.com/file/d/1aXXisJki-f4a7U3Py-O2tMxZJrRw3Ppl/view
2	მოკლე რეფერატის ნიმუში	http://tiny.cc/2k87vz		https://drive.google.com/file/d/1WDrnAxTlpic91E3iQ0CUoy1U-Uli_mEp/view
3	სიმულაცია-CK12-რა ენერჯიაა საჭირო ბირთვის დასაშლელად	http://tiny.cc/7k87vz		https://interactives.ck12.org/simulations/physics/high-energy-particles/app/index.html?screen=sandbox&lang=en&referrer=ck12Launcher&backUrl=https://interactives.ck12.org/simulations/physics.html
4	ვიდეოგზამკვლევი-CK12-რა ენერჯიაა საჭირო ბირთვის დასაშლელად	http://tiny.cc/ck87vz		https://drive.google.com/file/d/1i4dEuwiDvV0r0dJWOs0bVtvi6sFsvbZk/view
5	§ 1.8 ლორენცის ძალა-ვიდეორგოლი ქართულ ენაზე-ლორენცის ძალა, იონების მოძრაობა წრიულ ტრაექტორიაზე	http://tiny.cc/nk87vz		https://www.youtube.com/watch?app=desktop&v=7nYiwSFUsCQ
6	§ 1.8 ლორენცის ძალა-ვიდეორგოლი (ქართულ ენაზე) - დიდი ადრონული კოლაიდერი	http://tiny.cc/qk87vz		https://www.youtube.com/watch?app=desktop&v=PnFd_44ihYM

7	§ 1.8 ლორენცის ძალა-ვიდეორგოლი - ადრონული თერაპიის ვიზუალიზაცია	http://tiny.cc/rk87vz		https://www.youtube.com/watch?v=IN3pB7I ZbLA
8	§ 1.8 ლორენცის ძალა-LHC ანიმაცია	http://tiny.cc/wk87vz		https://www.youtube.com/watch?v=pQhbhp U9Wrg
9	როგორ მუშაობს ელექტრომაგნიტი?	http://tiny.cc/2l87vz		https://www.youtube.com/watch?app=desktop&v=cxELqN7wiSQ
10	§ 1.8 ლორენცის ძალა- CK-12 - ს სიმულაცია - ამაჩქარებლის დეტექტორში მუხტის მოძრაობა ხრახნწირზე	http://tiny.cc/4l87vz		https://interactives.ck12.org/simulations/physics/particle-tracks/app/index.html?screen=sandbox&language=en&referrer=ck12Launcher&backUrl=https://interactives.ck12.org/simulations/physics.html
11	§ 1.8 ლორენცის ძალა- ვიდეოგზამკვლევი- CK-12 - ს სიმულაცია - ამაჩქარებლის დეტექტორში მუხტის მოძრაობა ხრახნწირზე	http://tiny.cc/9l87vz		https://drive.google.com/file/d/1wwFTPbtfT BlGt7lu BaHQQLK12 mZgw9/view
12	§ 1.19 მუდმივი დენის ძრავა. მუდმივი დენის გენერატორი- ვიდეორგოლი - მარტივი ელექტროძრავის შექმნა	http://tiny.cc/1m87vz		https://www.youtube.com/watch?v=WI0pGk 0MMhg

13	ვიდეორგოლი ქართულ ენაზე, მაგნიტური მოვლენები Vol. 2 (ელექტრული ძრავა), Dachi's Science Channel	http://tiny.cc/6m87vz		https://www.youtube.com/watch?v=otv38aHIN-M
14	§ 1.19 მუდმივი დენის ძრავა. მუდმივი დენის გენერატორი-ვიდეორგოლი - მუდმივი დენის გენერატორის მოქმედების პრინციპი	http://tiny.cc/dm87vz		https://www.youtube.com/watch?v=Jh167TFECBk
15	§ 1.14 ინდუქციური დენის მიმართულება. ლენცის - წესი/ლენცის წესი_ვიდეორგოლი ქართულ ენაზე	http://tiny.cc/jm87vz		https://drive.google.com/file/d/1_dkxqNtE8AHaDM7euG9A0rmKeGby_JxG/view
16	§ 1.12 ელექტრომაგნიტური ინდუქცია-ელექტრომაგნიტური ინდუქცია-ქართულ ენაზე დამუშავებული ვიდეორგოლი	http://tiny.cc/mm87vz		https://drive.google.com/file/d/1-L77VBYRL2m-lXxbGeqhOncReQbUfwys/view
17	§ 1.19 მუდმივი დენის ძრავა. მუდმივი დენის გენერატორი-მუდმივი დენი გენერატორის მოქმედების პრინციპი - ვიდეორგოლი	http://tiny.cc/tm87vz		https://www.youtube.com/watch?app=desktop&v=Jh167TEECBk&t=9s
18	§ 1.19 მუდმივი დენის ძრავა. მუდმივი დენის გენერატორი-PHET - ის ვირტუალური ლაბორატორია - გენერატორის მოქმედების პრინციპი	http://tiny.cc/vm87vz		https://phet.colorado.edu/sims/cheerpi/faraday/latest/faraday.html?simulation=generator

19	§ 2.4 მათემატიკური ქანქარა-დედამიწის გრავიტაციული ველის ანიმაცია	http://tiny.cc/xm87vz		https://grace.jpl.nasa.gov/resources/6/grace-global-gravity-animation/
20	§ 2.10 ბგერითი ტალღები-მიღების ორკესტრი - ბგერა	http://tiny.cc/1n87vz		https://www.youtube.com/watch?app=desktop&v=cG0jprCQ6Ak&t=89s
21	§ 2.7 ტალღური პროცესი. ტალღის გავრცელება დრეკად გარემოში-ვიდეორგოლი - განივი ტალღა	http://tiny.cc/4n87vz		https://www.youtube.com/watch?app=desktop&v=g8GcMn7K0u4
22	§ 2.7 ტალღური პროცესი. ტალღის გავრცელება დრეკად გარემოში-ვიდეორგოლი -გრძივი ტალღა	http://tiny.cc/7n87vz		https://www.youtube.com/watch?v=fMJrtheQfZw
23	§ 2.7 ტალღური პროცესი. ტალღის გავრცელება დრეკად გარემოში-ბგერითი ტალღების მოსასმენი სიმულატორი	http://tiny.cc/cn87vz		https://javalab.org/en/sound_wave_en/
24	§ 2.11 დოპლერის ეფექტი. აკუსტიკური რეზონანსი. ექო-დოპლერის ეფექტი-მოსასმენი ანიმაცია	http://tiny.cc/en87vz		https://www.youtube.com/watch?v=eo_owZ2UK7E
25	§ 2.6 რეზონანსი-რეზონანსი-ბოკალის მსხვრევა	http://tiny.cc/hn87vz		https://www.youtube.com/watch?v=17tqXgvCN0E

26	§ 2.15 ელექტრონერგიის წარმოება, გადაცემა და განაწილება- ვიდეორგოლი - როგორ აღწევს ელექტროობა ჩვენ სახლამდე	http://tiny.cc/kn87vz		https://www.youtube.com/watch?v=4ZHd_Bqz-TA
27	§ 2.14 ცვლადი დენის გარდაქმნა. ტრანსფორმატორი- CK-12 - ის ვირტუალური ლაბორატორია, ტრანსფორმატორი	http://tiny.cc/mn87vz		https://interactives.ck12.org/simulations/physics/ac-transformer/app/index.html?screen=sandbox&lang=en&referrer=ck12Launcher&backUrl=https://interactives.ck12.org/simulations/physics.html
28	§ 3.8 სინათლის გარდატეხა ატმოსფეროში. მირაჟი-ეს ნავი ჰაერში ცურავს?	http://tiny.cc/vn87vz		https://www.youtube.com/watch?v=R-Lacu0VG3Y
29	§ 3.8 სინათლის გარდატეხა ატმოსფეროში. მირაჟი. წყლის ილუზია უდაბნოში	http://tiny.cc/0o87vz		https://www.youtube.com/watch?v=691SwCFzejM
30	§ 3.6 სრული შინაგანი არეკვლა- სრული შინაგანი არეკვლა წყალში	http://tiny.cc/2o87vz		https://www.youtube.com/watch?v=XrWBOKLXpn8
31	§ 3.3 სინათლის არეკვლა-გეოგებრა- სინათლის არეკვლა და გარდატეხა	http://tiny.cc/9o87vz		https://www.geogebra.org/m/zhddnr5d

32	§ 3.6 სრული შინაგანი არეკვლა-სრული-სინათლის სხივის გამრუდება წყალში	http://tiny.cc/do87vz		https://www.youtube.com/watch?v=zTx7UoPXvr4&t=29s
33	§ 3.8 სინათლის გარდატეხა ატმოსფეროში. მირაჟი-რა არის მირაჟი? - ვიდეორგოლი	http://tiny.cc/fo87vz		https://www.youtube.com/watch?v=stUG3l8GyKQ&t=9s
34	§ 3.9 ლინზები-ვიდეო - აალეხა ამოხსნეილი ლინზით	http://tiny.cc/ho87vz		https://www.youtube.com/watch?v=XGzww40HhX8&t=4s
35	§ 3.16 სინათლე და გრავიტაცია-ვირტუალური ლაბორატორია - გრავიტაციული ლინზირება	http://tiny.cc/lo87vz		https://javalab.org/en/gravitational_lensing_en/
36	§ 3.16 სინათლე და გრავიტაცია-გრავიტაციული ლინზირების ფოტო - გალაქტიკა ოთხი კვაზარის გამოსახულებით	http://tiny.cc/no87vz		https://www.jpl.nasa.gov/images/pia23641-gravitational-lensing-graphic
37	§ 3.16 სინათლე და გრავიტაცია-ვიდეორგოლი - გრავიტაციული ლინზირება	http://tiny.cc/po87vz		https://www.youtube.com/watch?v=4e2pICS9Fn4

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 ინსტრუმენტია 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 (ნასწავლი 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 მნიშვნელოვანი 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 მიდგომის 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 ინსტრუმენტებსა 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 წილადებსა 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 ჩამოყალიბებასა 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, 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, 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	დავალეზაზე 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 გააკეთებ რის შემდეგ?	
შედეგები	
დასკვნა რამ გამოიწვია მიღებული შედეგი?	

თარიღი: კვლევითი პროექტი								
მოსწავლე	შეფასების კრიტერიუმები							
	პროექტის მიზანი	კვლევის გეგმის შემუშავება	საკითხთან დაკავშირებული ინფორმაციის მოძიება	კვლევის ჩატარება	მონაცემების აღრიცხვა	ანალიზი და დასკვნის გამოტანა	პრეზენტაცია	ქულათა მაქსიმალური 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	<p>მუშაობს თუ არა მოსწავლე თანმიმდევრულად დამოუკიდებლად ან სხვებთან ერთად ცდილობს თუ არა იგი სხვებს დაეხმაროს?</p> <p>რამდენად წარმატებით ცდილობს იგი ითხოვოს და მიიღოს საჭირო დახმარება? ვისგან იღებს დახმარებას?</p> <p>არის თუ არა მოსწავლე დავალებზე კონცენტრირებული თუ ადვილად ეფანტება ყურადღება?</p> <p>აქტიურად ერთვება თუ არა იგი პრობლემის გადაწყვეტაში?</p>	
მოსწავლის მოსაზრებები	<p>ცდილობს თუ არა მოსწავლე ახსნას თავისი მოსაზრებები?</p> <p>სერიოზულად განიხილავს თუ არა იგი სხვების წინადადებებსა და მოსაზრებებს?</p>	
კომუნიკაცია	<p>ამყარებს თუ არა მოსწავლე სხვებთან კომუნიკაციას ინფორმაციის დაზუსტების და/ან გაცვლის მიზნით?</p> <p>კომფორტულად გრძნობს თუ არა მოსწავლე თავს როგორც „მოსაუბრის“, ისე „მსმენელის“ როლში?</p> <p>შეუძლია თუ არა თავისუფლად წარდგეს მთელი კლასის წინაშე?</p> <p>ახერხებს თუ არა მოსწავლე ნათლად და ადეკვატურად წარმოადგინოს როგორც ჯგუფის საერთო მოსაზრება, ისე საკუთარი ნააზრევი?</p>	

საშინაო ცდის აღწერის ოქმის ნიმუში

კრიტერიუმები	შესრულების დონე		
	დაბალი	საშუალო	მაღალი
ამოიცინობს და ასახელებს თემასთან დაკავშირებულ ცნებებს	მნიშვნელოვანი ხარვეზებით ამოიცინობს და ასახელებს თემასთან დაკავშირებულ ცნებებს	უშვებს შეცდომებს თემასთან დაკავშირებული ცნებების ამოცინობაში	სწორად ამოიცინობს და ასახელებს თემასთან დაკავშირებულ ცნებებს
აკეთებს ამოცანის შესაბამის ჩანაწერებს. ავსებს დაკვირვების ცხრილს	ამოცანის ჩანაწერებს და დაკვირვების ცხრილის ავსებს მნიშვნელოვანი ხარვეზებით	ჩანაწერებს და დაკვირვების ცხრილის შევსებას ახდენს ხარვეზებით	ყოველთვის სწორად აკეთებს ჩანაწერებს. სწორად ავსებს დაკვირვების ცხრილს
სწორად ახერხებს 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

შეფასების რუბრიკების ნიმუშები

მოსწავლის სახელი და გვარი	
გაკვეთილის თემა	
ცდის მიზანი	
მთავარი კითხვა რისი გაგება მაინტერესებს?	

<p>ვარაუდი (ჰიპოთეზა) ჩემი აზრით, რა იქნება შედეგი?</p>	
<p>ცვლადები რომელი სიდიდის ცვლილება გამოიწვევს რომლის ცვლილებას?</p>	
<p>მსვლელობა როგორი თანმიმდევრობით ჩავატარებ ცდას? რას გავაკეთებ რის შემდეგ?</p>	
<p>შედეგები</p>	
<p>დასკვნა რამ გამოიწვია მიღებული შედეგი?</p>	

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

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

კრიტერიუმები	შესრულების დონე		
	დაბალი	საშუალო	მაღალი
ამოიცივოს და ასახელებს თემასთან დაკავშირებულ ცნებებს	მნიშვნელოვანი ხარვეზებით ამოიცივოს და ასახელებს თემასთან დაკავშირებულ ცნებებს	უშვებს შეცდომებს თემასთან დაკავშირებული ცნებების ამოცნობაში	სწორად ამოიცივოს 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
<p>რას გვეკითხება ამოცანა?</p> <p>-----</p>	<p>გამოთვლებისთვის საჭირო ფორმულა</p> <p>-----</p>
<p>რა მონაცემები არის მოცემული?</p> <p>-----</p>	<p>ჩაწერე მონაცემები ფორმულაში</p> <p>-----</p>
<p>რა მონაცემი გჭირდება?</p> <p>-----</p>	<p>დააკვირდი ერთეულებს და გამოთვალე</p> <p>-----</p>

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. საგანი - ფიზიკა, გზამკვლევი მესამე თაობის ეროვნული სასწავლო გეგმის მიხედვით
<https://mes.gov.ge/uploads/files/gzamkvlevi/fizika.pdf>
2. ფიზიკის სწავლება სკოლაში თანამედროვე ტექნოლოგიების გამოყენებით.
<http://mastsavlebeli.ge/?p=18189> 31 მაისი, 2018, ლალი ნადირაძე.
3. ფიზიკა - გიორგი ლომიძე - ტელემეგზური #6
<https://www.youtube.com/watch?v=LmobXVGFfpE&t=358s>
4. ანიტა ვულფოლკი - განათლების ფსიქოლოგია, ილია ჭავჭავაძის სახელმწიფო უნივერსიტეტის გამომცემლობა, თბილისი, 2009 (Leinhardt, 2001, p. 334).
5. როგორ ვასწავლოთ მოსწავლეებს აზროვნება. მეთოდოლოგიური სახელმძღვანელო, 2007წ., თბილისი.
6. განმარტებითი ლექსიკონი განათლების სპეციალისტებისთვის (I და II ნაწილი), ეროვნული სასწავლო გეგმებისა და შეფასების ცენტრი, 2007-2008 წწ.
7. 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.
8. დისკუსია, როგორც საგანმანათლებლო რესურსი, 8 თებერვალი, 2017, ინგა ლომაძე.
<http://mastsavlebeli.ge/?p=13099>
9. თანამედროვე ფიზიკის საკვანძო ექსპერიმენტები, “როგორ დავგვეგმოდ და განვახორციელოთ პროექტ გაკვეთილი”, სოფიკო ლობჯანიძე
<http://mastsavlebeli.ge/?p=288>
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://library.iated.org/view/NADIRADZE2020USE>
14. Kapanadze, M., Bolte, C., Schneider, V., Slovinsky, E., (2015) *Enhancing Science Teachers' Continous 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
http://tesau.edu.ge/files/uploads/gabatlēbis_fakulteti/sadisertacio_cnobari/nino/2/18.11.17_last.pdf