განათლების, მეცნიერებისა და
ახალგაზრდობის სამინისტრო

ფიზიკა 7

მასწავლებლის წიგნი

პირველი ნაწილი



ქეთევან ტატიშვილი თემურ შენგელია ოთარ ღონღაძე
ზურაბ ბერია გიორგი ლომიძე

ფიზიკა 7

მასწავლებლის წიგნი
პირველი ნაწილი

სახელმძღვანელო შექმნილია
საქართველოს განათლების, მეცნიერებისა და ახალგაზრდობის სამინისტროს მიერ

საქართველოს განათლების, მეცნიერებისა და ახალგაზრდობის სამინისტრო
თბილისი
2026

ფიზიკა
VII კლასი, I ნაწილი
მასწავლებლის წიგნი

საქართველოს განათლების, მეცნიერებისა და ახალგაზრდობის სამინისტრო
პირველი გამოცემა, თბილისი, 2026 წ.

ავტორები:
ქეთევან ტატიშვილი
თემურ შენგელია
თანაავტორები:
ოთარ ღონღაძე
ზურაბ ბერია

ავტორთა ჯგუფის ხელმძღვანელი: გიორგი ლომიძე

სამეცნიერო რეცენზენტი: ნიკოლოზ ჩხაიძე
ფსიქოლოგი-მეთოდისტი: ნუცა საღარაძე
რედაქტორი: დარეჯან ინჯგია
ილუსტრატორი: ნინო ხვინგია
დამკაბადონებელი: ლია მოსეშვილი
ყდის დიზაინერი: ნინო ხვინგია

სახელმძღვანელო განკუთვნილია მეშვიდე კლასის მასწავლებლებისთვის და შექმნილია ეროვნული სასწავლო გეგმის მოთხოვნების შესაბამისად.
ფოტო გარეკანზე აკადემიკოს ელგუჯა მეძმარიაშვილის პირადი არქივიდანაა.

სახელმძღვანელოს კომპლექტის შემადგენლობა:
მოსწავლის წიგნი I და II ნაწილები;
მასწავლებლის წიგნი I და II ნაწილები.

განათლების, მეცნიერებისა და ახალგაზრდობის სამინისტრო

© საქართველოს განათლების, მეცნიერებისა და ახალგაზრდობის სამინისტრო

სარჩევი

1. სახელმძღვანელოს კონცეფცია 4

2. სახელმძღვანელოს პარაგრაფების აგებულება 5

3. ეროვნული სასწავლო გეგმის სტანდარტი ფიზიკაში 6

4. სასწავლო შინაარსის შესაბამისობა ესგ-ს სავალდებულო თემებსა და სამიზნე ცნებებთან 10

5. პარაგრაფების მეთოდური გზამკვლევი 12

0.1 .ფიზიკა-ბუნების შემსწავლელი მეცნიერება 12

0.2. ფიზიკა-ექსპერიმენტული მეცნიერება 19

0.3. ლაბორატორიული სამუშაო № 1 — ფიზიკური სიდიდეების გაზომვა 25

1.1. ნივთიერების აგებულება 31

1.2. ნივთიერების შემადგენელი ნაწილაკების მოძრაობა 39

1.3. ლაბორატორიული სამუშაო № 2 — რაზეა დამოკიდებული დიფუზიის სისწრაფე 46

1.4. ნივთიერების შემადგენელი ნაწილაკების ურთიერთქმედება 53

1.5. ნივთიერების აგრეგატული მდგომარეობები 59

1.6. ლაბორატორიული სამუშაო №3 — რაზეა დამოკიდებული ნივთიერება მძიმეა თუ მსუბუქი 66

1.7. ნივთიერების სიმკვრივე 72

2.1. მექანიკური მოძრაობა 82

2.2. თანაბარი მოძრაობა და თანაბარი მოძრაობის სიჩქარე 89

2.3. არათანაბარი მოძრაობა და საშუალო სიჩქარე 99

2.4. მოძრაობის ფარდობითობა 110

დამატებითი ამოცანების ამოხსნები 121

თავი 1. VII კლასის ფიზიკის სახელმძღვანელოს კონცეფცია

მეშვიდე კლასის ფიზიკის სახელმძღვანელო (მოსწავლის წიგნი და მასწავლებლის წიგნი) შემუშავებულია ეროვნული სასწავლო გეგმის შესაბამისად და ეფუძნება ზოგადი განათლების ეროვნულ მიზნებს. მისი შინაარსი, სტრუქტურა და მეთოდური კომპონენტები აგებულია საბუნებისმეტყველო საგნების სწავლების თანამედროვე პრინციპების გათვალისწინებით და უზრუნველყოფს სწავლა-სწავლების პროცესის ეფექტიან დაგეგმვას, განხორციელებასა და შეფასებას.

ეროვნული სასწავლო გეგმის მისია და მიზნები სახელმძღვანელოში რეალიზდება სამი ძირითადი პრინციპის საფუძველზე:

I. სიღრმისეული სწავლა-სწავლების უზრუნველყოფა - სახელმძღვანელო ორიენტირებულია ცნებების სიღრმისეულ და მრავალმხრივ დამუშავებაზე. მისი მიზანია:

- **მოსწავლის შინაგანი ძალების გააქტიურება და მაღალი სააზროვნო უნარების განვითარება:** აქცენტი კეთდება კრიტიკულ და შემოქმედებით აზროვნებაზე, მონაცემთა ანალიზზე, ვარაუდების გამოთქმასა და ექსპერიმენტის დაგეგმვაზე.
- **ცოდნის ეტაპობრივი აგება:** პარაგრაფების სტრუქტურა მიჰყვება ნაბიჯ-ნაბიჯ შემეცნების პროცესს - წინარე ცოდნის გააქტიურებიდან ახალი ცოდნის გააზრებამდე.
- **საგანთაშორისი კავშირები და ცოდნის ტრანსფერი (გადატანა):** საკითხების განხილვა ხდება სხვა საბუნებისმეტყველო საგნებთან (ქიმია, ბიოლოგია) ინტეგრირების შესაძლებლობით და მიღებული ცოდნა უკავშირდება რეალურ ცხოვრებას (მედიცინა, ტექნოლოგია, ეკოლოგია, მრეწველობა, სოფლის მეურნეობა, ინჟინერია).
- **სწავლის სტრატეგიების დაუფლება:** სასწავლო აქტივობები ხელს უწყობს მოსწავლეთა მიერ საკუთარი სწავლის პროცესის გააზრებას, გამოყენებული სტრატეგიების შეფასებას, მიღებული შედეგების ანალიზსა და შემდგომი სასწავლო ნაბიჯების დაგეგმვას.
- **მყარი, დინამიკური და ფუნქციური ცოდნის შეძენა:** ცოდნა არ შემოიფარგლება თეორიით — იგი ვლინდება ამოცანებში, პრაქტიკულ, ლაბორატორიულ, შემაჯამებელ და შემოქმედებით დავალებებში.

II. პოზიტიური სასწავლო გარემო და ფუნქციური უნარები

აქტივობების განხორციელებისას კლასის ორგანიზების შემოთავაზებული ფორმები ემსახურება პოზიტიური სასწავლო გარემოს შექმნას. მრავალფეროვანი დავალებები მიმართულია ძირითადი ფუნქციური უნარების კომპლექსურ განვითარებაზე:

- **კრიტიკული აზროვნება:** ვითარდება ტექსტში ჩართული ანალიტიკური კითხვებით, მონაცემთა/გრაფიკების ინტერპრეტაციით, დასაბუთებითა და ვარაუდების შემოწმებით.
- **შემოქმედებითობა:** ყალიბდება პრობლემის გადაჭრის ალტერნატიული გზებისა და მოდელების შემუშავებით; ცდებისა და კვლევების დაგეგმვით;
- **თანამშრომლობა:** ყალიბდება წყვილებში და ჯგუფურ პრაქტიკულ მუშაობებში, საერთო მიზნისა და პასუხისმგებლობის გაზიარებით.
- **კომუნიკაცია:** ვითარდება სადისკუსიო საკითხების, კვლევის შედეგების პრეზენტაციისა და სამეცნიერო ენით აზრის მკაფიოდ, დასაბუთებულად ჩამოყალიბების გზით.
- **ხასიათი/ნებელობა:** ყალიბდება საკუთარი სწავლის პროცესის მართვის, თვითშეფასებისა და ინდივიდუალური შესაძლებლობის რეალიზების მხარდაჭერით.
- **მოქალაქეობა:** ვითარდება ეკოლოგიური, ადგილობრივი და გლობალური პრობლემების (მაგ: მეცნიერების მიღწევები, სამეცნიერო ეთიკა) განხილვისას.

III. ინკლუზიური განათლება და დიფერენცირებული სწავლება

სასწავლო-მეთოდური კომპლექტი დაფუძნებულია სწავლის უნივერსალური დიზაინის (UDL) პრინციპებზე და ითვალისწინებს მოსწავლეთა ინდივიდუალურ მზაობასა და სწავლის სტილს:

დიფერენცირებული დავალებები: მოსწავლის წიგნი და მასწავლებლის წიგნი მოიცავს მხარდამჭერ, არჩევით და გაღრმავებულ აქტივობებს.

სპეციალური საჭიროებების მხარდაჭერა: მასწავლებლის წიგნში წარმოდგენილია კონკრეტული ინსტრუქციები შემოქმედებითი დავალებებისა და ტექსტური მასალის ადაპტირებისთვის (სსსმ მოსწავლეთათვის).

აღქმის მრავალფეროვანი არხები: ტექსტში ჩართულია დამხმარე ვიზუალური სქემები, სურათები, მინიშნებები, QR-კოდები ვიდეო და სხვა რესურსებისთვის, დამატებითი საკითხავი მასალები მაღალი აკადემიური ინტერესის მქონე მოსწავლეებისთვის.

თავი 2. სახელმძღვანელოს პარაგრაფების აგებულება

მოსწავლის წიგნი:

- შესავალი, ინტერესის აღძვრა;
- საკვლევი კითხვა;
- რას ვისწავლით, რაში გამოვიყენებთ;
- ახალი მასალის შინაარსი ქვესაკითხებად;
- საკლასო აქტივობები:
  - ✓ კითხვები დისკუსიისთვის;
  - ✓ უპასუხეთ კითხვებს (შემაჯამებელი კითხვები);
  - ✓ რა ვისწავლეთ (პარაგრაფის ძირითადი დებულებები);
  - ✓ ეს საინტერესოა (დამატებითი საკითხავი მასალა);
- საშინაო აქტივობები:
  - ✓ საშინაო ცდები;
  - ✓ ამოცანები და ტესტები;

მასწავლებლის წიგნი:

- აქტივობების მოკლე მიმოხილვა;
- სასწავლო შედეგები;
- სტანდარტის შესაბამისი ინდიკატორები;
- შეფასების კრიტერიუმები;
- აქტივობების კომპონენტები და მათი აღწერა;
- შუალედური და საბოლოო დასკვნები;
- განმავითარებელი შეფასება;
- მასწავლებლის ინსტრუქცია;
- კითხვების პასუხები;
- საშინაო აქტივობების პასუხები/ამოცანების ამოხსნები;

თავი 3. ეროვნული სასწავლო გეგმის სტანდარტი ფიზიკაში

საგანი - „ფიზიკა“

სწავლა-სწავლების მიზნები

ფიზიკის სწავლა-სწავლება მიზნად ისახავს:

- ფიზიკური მოვლენებისა და პროცესების გაცნობას/შესწავლას, ფიზიკის კანონზომიერებების მეცნიერულ კონტექსტში გააზრებას; ინტერესის გაღვივებას ფიზიკის მიმართ, კვლევითი კომპეტენციების განვითარებას;
- ფიზიკასა და მის მომიჯნავე საგნებში შეძენილი ცოდნის ურთიერთდაკავშირების გზით ბუნების მოვლენებისა და სამყაროს ერთიანობის აღქმას;
- თანამედროვე ტექნოლოგიების შექმნა-განვითარებაში ფიზიკის როლის წარმოჩენას, ტექნოლოგიური პროგრესის მიმართ მიმღებლობის ჩამოყალიბებას (შესაძლო საფრთხეების გათვალისწინებით);
- სხვადასხვა სფეროს განვითარებისთვის *(მაგალითად, მედიცინა, სოფლის მეურნეობა, მრეწველობა)* ტექნოლოგიების როლის წარმოჩენას *(ეკოლოგიური უსაფრთხოების კომპონენტის გათვალისწინებით);* საბუნებისმეტყველო საგნებში შეძენილი ცოდნის გამოყენებას ყოველდღიურობის გასაუმჯობესებლად/ცხოვრებისეული პრობლემების გადასაჭრელად; სამოქალაქო ცნობიერების ამაღლებას - გარე სამყაროს მიმართ მზრუნველი დამოკიდებულების ჩამოყალიბებას.

ა) საბაზო საფეხური - სწავლის შედეგები

საგნის „ფიზიკა“ ფარგლებში საბაზო საფეხურის შედეგების მიღწევის/კომპეტენციების განვითარების საფუძველს ქმნის ცნებების **„ნივთიერება და ველი“, "ენერგია", "ძალა", „ფიზიკური პროცესი“** ურთიერთდაკავშირებული გააზრება. მათი გააზრების საფუძველზე მოსწავლეს შეუძლია:

სწავლის შედეგი	**შეფასების ინდიკატორი** - მოსწავლეს შეუძლია:	**სამიზნე ცნების მოცულობა** - მოსწავლე აცნობიეროს რომ:
(1) ნივთიერებისა და ველის ფიზიკური თვისებების რაოდენობრივი და თვისებრივი მახასიათებლების შესახებ მსჯელობა, მიღებული ცოდნის თანამედროვე ტექნოლოგიების შექმნა-განვითარებასთან დასაკავშირებლად და სამყაროს აგებულების შესახებ წარმოდგენების ჩამოსაყალიბებლად;	➢ ნივთიერებათა/სხეულთა ფიზიკური თვისებების (სითბური გაფართოვება/ელექტროგამტარებლობა/დრეკადობა და სხვა) **ახსნა** ნივთიერებათა გვაროვნობასა და აგრეგატულ მდგომარეობაზე დაყრდნობით; ➢ ნივთიერებათა ფიზიკური თვისებების ცვლილების თვისებრივი **დახასიათება;** ამ ცვლილების **დაკავშირება** ცვლილების გამომწვევ მიზეზებთან; ➢ ერთი და იგივე აგრეგატულ მდგომარეობაში მყოფ ნივთიერებათა **შედარება** მათი ფიზიკური თვისებების მიხედვით; სხვადასხვა აგრეგატულ მდგომარეობაში მყოფი ერთი და იმავე ნივთიერების ფიზიკური თვისებების შედარება; ➢ გრავიტაციული ველის შემქმნელი ობიექტების მახასიათებელი ფიზიკური სიდიდეების (მასა) **დაკავშირება** მათ მიერ შექმნილ ველთან; აღნიშნული ველის თვისებების ზოგადი აღწერა; ➢ ნივთიერებისა და ველის ფიზიკური თვისებების ცოდნის მნიშვნელობის შესახებ საკუთარი მოსაზრებების	<u>სამიზნე ცნება **"ნივთიერება და ველი"**</u>. ყველაფერი, რაც ბუნებაში არსებობს, არის მატერია. იგი ორი სახისაა: ნივთიერება და ველი. ყველა ნივთიერება შედგება უმცირესი ნაწილაკებისგან (მოლეკულებისგან, ატომებისგან და საბოლოოდ, ელემენტარული ნაწილაკებისგან); ნივთიერების ფიზიკური თვისებები დამოკიდებულია ამ ნივთიერების გვაროვნობაზე, მის აგრეგატულ მდგომარეობაზე, ხოლო ველის ფიზიკური თვისებები - ველის შემქმნელი ობიექტების პარამეტრებზე (მასა, მუხტი) და ამ ობიექტების განლაგებაზე; მატერიის ფიზიკური თვისებები შეიძლება შეიცვალოს შიდა/გარე ფაქტორებით. ეს თვისებები და მათი ცვლილება ხასიათდება ფიზიკური სიდიდეებით, რომლებიც იზომება ექსპერიმენტულად. ნივთიერებათა ფიზიკური თვისებების შესწავლა საფუძველს ქმნის ქიმიური და ბიოლოგიური მოვლენებისა და მათთან

	დასაბუთება და ამ ცოდნის დაკავშირება თანამედროვე ტექნოლოგიების განვითარებასთან; ➢ ნივთიერებისა და ველის ფიზიკური თვისებების გამოსაკვლევად შესაბამისი საკლასო/საშინაო ექსპერიმენტების ორგანიზება, მოსალოდნელი შედეგების წინასწარ **განჭვრეტა** და მისი **შედარება** ექსპერიმენტის შედეგებთან. ➢ ნივთიერებისა და ველის თვისებების მახასიათებელ ფიზიკურ სიდიდეთა გამოყენებით შესაბამისი სიტუაციური, ცხოვრებისეული და პრობლემაზე ორიენტირებული ამოცანების ამოხსნა/გადაჭრა.	დაკავშირებული სამიზნე ცნებების *(საგანი - ბიოლოგია: სამიზნე ცნება „სტრუქტურა და ფუნქცია“, საგანი - ქიმია: სამიზნე ცნება „შედგენილობა, აღნაგობა, თვისება“)* გააზრებისა და ფიზიკურ მოვლენებთან დაკავშირებისთვის.
(2) ენერგიის სახეების რაოდენობრივი და თვისებრივი მახასიათებლების შესახებ მსჯელობა, ენერგიის შენახვის კანონის გააზრება, სხვადასხვა სფეროში ცხოვრებისეულ და სიტუაციურ ამოცანებში სისტემების ენერგიის გარდაქმნების გასაანალიზებლად და განახლებადი და არაგანახლებადი ენერგიის მოხმარების შესახებ ცნობიერების ასამაღლებლად.	➢ ენერგიის სახეების ურთიერთგარდაქმნის თვისებრივი (მექანიკური და შინაგანი ენერგიის შემთხვევაში თვისებრივი და რაოდენობრივი) **დახასიათება**; ენერგიის შენახვის კანონის გამოყენებით ფიზიკური მოვლენებისა და პროცესების **ახსნა;** ➢ სისტემის შიგნით ენერგიის გარდაქმნებისა და სისტემის სრული ენერგიის ცვლილების მოვლენების **ახსნა** გამომწვევი მიზეზების გათვალისწინებით; ➢ დედამიწაზე განახლებადი ენერგორესურსების გამოყენების მნიშვნელობის შესახებ საკუთარი მოსაზრებების **დასაბუთება,** განახლებადი და არაგანახლებადი ენერგორესურსების გამოყენებისას მიღებული და მოსალოდნელი შედეგების (მათ შორის ეკოლოგიური პრობლემების/გამოწვევების) **შედარება;** ➢ ენერგიის სახეების (მექანიკური, შინაგანი, ელექტრული) თვისებრივი და რაოდენობრივი **დახასიათება.** შესაბამისი მახასიათებლების მიხედვით ერთმანეთთან **შედარება;** ➢ თითოეული სახის ენერგიის **დაკავშირება** სხეულის/სხეულთა სისტემის მიერ მუშაობის შესრულების უნართან (რაოდენობრივი კავშირები იგულისხმება მხოლოდ მექანიკური ენერგიისთვის); ➢ ენერგიის სახეების ურთიერთგარდაქმნის გამოსაკვლევად შესაბამისი საკლასო/საშინაო ექსპერიმენტების ორგანიზება, მოსალოდნელი შედეგების **პროგნოზირება** და მისი	<u>სამიზნე ცნება **"ენერგია"**</u>**.** სხეულთა ერთობლიობა ქმნის სისტემას. სხეულთა სისტემას, მასში შემავალი სხეულების მოძრაობის ან/და მათი ერთმანეთთან ურთიერთქმედების გამო გააჩნია გარკვეული ქმედების უნარი-მუშაობის შესრულების უნარი (გააჩნია ენერგია). ენერგია სისტემის მდგომარეობის ერთ-ერთი ძირითადი მახასიათებელია. სისტემას/სისტემის შემადგენელ სხეულებს გააჩნიათ სხვადასხვა სახის ენერგია **(მაგალითად: მექანიკური (კინეტიკური და პოტენციური), შინაგანი),** რომელიც შესაძლებელია გარდაიქმნას ერთი სახიდან მეორეში. სისტემის სრული ენერგიის ცვლილება შესაძლებელია მხოლოდ გარე ზემოქმედებით, შესაბამისად, ჩაკეტილი სისტემის სრული ენერგია არ იცვლება დროის განმავლობაში. ბუნებაში მიმდინარე ენერგიის გარდაქმნების შესახებ ცოდნა საფუძველს ქმნის ქიმიურ და ბიოლოგიურ მოვლენებში მიმდინარე ენერგეტიკული გარდაქმნების გასააზრებლად *(საგანი - ქიმია: სამიზნე ცნება „ქიმიური პროცესი“, საგანი - ბიოლოგია: სამიზნე ცნება „სასიცოცხლო თვისება“, საგანი - გეოგრაფია: სამიზნე ცნება "მდგრადი განვითარება").*

	შედარება ექსპერიმენტის შედეგებთან. ➢ ენერგიის სახეებთან და მათ გარდაქმნებთან დაკავშირებული სიტუაციური, ცხოვრებისეული და პრობლემაზე ორიენტირებული ამოცანების ამოხსნა/გადაჭრა.	
(3) ბუნების ძალების რაოდენობრივი და თვისებრივი მახასიათებლების შესახებ მსჯელობა ძალის მოქმედებით გამოწვეული შედეგების გასაანალიზებლად და ბუნების მოვლენებს შორის მიზეზ - შედეგობრივი კავშირების გასააზრებლად	➢ ადვილად დაკვირვებადი ძალების თვისებრივი და რაოდენობრივი **დახასიათება**, ყოველდღიურობაში მათი მოქმედების მაგალითების ამოცნობა და ამ მოქმედებით გამოწვეული შედეგების **ახსნა;** ➢ ურთიერთქმედების სახეების (გრავიტაციული, ელექტრული) თვისებრივი **დახასიათება** (გრავიტაციული და ელექტრული ურთიერთქმედების რაოდენობრივი დახასიათება); ბუნების მოვლენების მიმდინარეობაში ამ ურთიერთქმედებების როლის/მნიშვნელობის შესახებ საკუთარი მოსაზრებების **დასაბუთება** ადვილად დაკვირვებად მაგალითებზე დაყრდნობით. ➢ ადვილად დაკვირვებადი ძალების **შედარება** მათი წარმოქმნის მექანიზმისა და მოქმედების ხასიათის მიხედვით; ➢ ადვილად დაკვირვებადი ძალების **დაკავშირება** (შესაბამისი კანონზომიერების გამოკვეთა) მათი მოქმედებით გამოწვეულ შედეგებთან (მაგალითად, სხეულთა წონასწორობა/წონასწორობის დარღვევა, სიჩქარის ცვლილება, სხეულთა დეფორმაცია, ზედაპირზე წნევის წარმოქმნა). ამ შედეგების თვისებრივი და რაოდენობრივი **დახასიათება**; ➢ ადვილად დაკვირვებადი ძალების გამოსაკვლევად შესაბამისი საკლასო/საშინაო ექსპერიმენტების ორგანიზება, მოსალოდნელი შედეგების **პროგნოზირება** და მისი **შედარება** ექსპერიმენტის შედეგებთან. ➢ ადვილად დაკვირვებადი ძალების გამოყენებით სიტუაციური, ცხოვრებისეული და პრობლემაზე ორიენტირებული ამოცანების ამოხსნა/გადაჭრა.	<u>სამიზნე ცნება **"ძალა"**</u>**.** ბუნებაში მიმდინარე მოვლენების უმრავლესობა სხეულთა ურთიერთქმედებით ხორციელდება. სხეულებს შორის ურთიერთქმედება ხასიათდება ფიზიკური სიდიდით - ძალით. ძალის **(მაგალითად, სიმძიმის ძალა, დრეკადობის ძალა, ხახუნის ძალა, ამომგდები ძალა, ელექტრული ძალა)** მოქმედება განსაზღვრავს სხეულის მოძრაობის ცვლილებას ან/და მის დეფორმაციას, შედეგი კი დამოკიდებულია ძალის მოდულზე, მიმართულებასა და მოდების წერტილზე. ძალის მოქმედების შედეგების შესახებ ცოდნა საფუძველს ქმნის გარკვეული ქიმიური და ბიოლოგიური მოვლენების დასახასიათებლად მაგალითად: *წნევის წარმოქმნა სისხლძარღვებში, სუნთქვა, სახსრების მოქმედების პრინციპი, კოვალენტური და იონური ბმა (საგანი - ქიმია "ქიმიური მოვლენა/პროცესი", საგანი "ბიოლოგია" სამიზნე ცნება - "სასიცოცხლო თვისება").* **შენიშვნა:** ამ ეტაპზე განიხილება ერთი წრფის გასწვრივი ან ურთიერთმართობული ძალები. შემთხვევები, რომლებიც საჭიროებს ვექტორის გეგმილს ან ვექტორის მდგენელებად დაშლას საბაზო საფეხურზე არ განიხილება.
(4) ბუნებაში მიმდინარე ფიზიკური პროცესების რაოდენობრივი და თვისებრივი	➢ ფიზიკური მოვლენებისა და პროცესების (მაგალითად: ელექტრული; თერმოდინამიკური; მექანიკური; ოპტიკური) თვისებრივი და რაოდენობრივი **დახასიათება.**	<u>სამიზნე ცნება **"ფიზიკური პროცესი"**</u>**.** ბუნებაში ყოველდღიურად ვხვდებით უამრავ ცვლილებას, რომელთაც ბუნების მოვლენებს ვუწოდებთ. აღნიშნული მოვლენების

მახასიათებლების შესახებ მსჯელობა, ფიზიკურ პროცესებში შესაბამისი მიზეზ-შედეგობრივი კავშირების გაანალიზება ბუნების კანონზომიერებების მეცნიერულ კონტექსტში გასააზრებლად	➢ ფიზიკურ მოვლენათა/პროცესთა **შედარება** მათი მახასიათებლების მიხედვით; ➢ ბუნების მოვლენების აღმწერი კანონების მნიშვნელობის შესახებ საკუთარი მოსაზრებების **დასაბუთება** და ამ კანონების გამოყენებით შესაბამისი სიტუაციური, ცხოვრებისეული და პრობლემაზე ორიენტირებული ამოცანების ამოხსნა/გადაჭრა; ➢ სხვადასხვა ფიზიკური მოვლენისა და პროცესის სადემონსტრაციო საკლასო/საშინაო ექსპერიმენტების ორგანიზება, მოსალოდნელი შედეგების პროგნოზირება და მისი **შედარება** ექსპერიმენტის შედეგებთან; ➢ ფიზიკური პროცესის გამომწვევი მიზეზებისა და შედეგების ერთმანეთთან **დაკავშირება** და ამ კავშირების განმაპირობებელი ფაქტორების **ახსნა.**	დასახასიათებლად საჭიროა შესაბამისი ფიზიკური პროცესების თვისებრივი და რაოდენობრივი დახასიათება. ყველა ფიზიკურ პროცესს **(მაგალითად, სითბური გაფართოვება, დიფუზია, თანაბარი მოძრაობა, თანაბარაჩქარებული მოძრაობა, თბოგადაცემა, მუშაობის შესრულება)** აქვს მიზეზი და მოჰყვება შედეგი, რომელთა დაკავშირებაც შესაძლებელია ბუნების კანონების გამოყენებით. ბუნებაში მიმდინარე ფიზიკური პროცესების ახსნა/დახასიათება საფუძველს ქმნის გარკვეული ქიმიური და ბიოლოგიური მოვლენების დასახასიათებლად, მათსა და ფიზიკურ პროცესებს შორის პარალელების გასავლებად *(საგანი - ქიმია, სამიზნე ცნება „ქიმიური პროცესი“, საგანი - ბიოლოგია: სამიზნე ცნება „სასიცოცხლო თვისება“, საგანი - გეოგრაფია, სამიზნე ცნება "გეოგრაფიული მოვლენა/პროცესი").* ფიზიკური პროცესების რაოდენობრივი აღწერის დროს გამოიყენება მათემატიკური აპარატი *(მაგალითად: ფორმულები, განტოლებები, ფუნქციები, გრაფიკები, დიაგრამები, ცხრილები),* რაც აადვილებს მათემატიკის სამიზნე ცნენების *(„მათემატიკური მოდელი“, „ლოგიკა/ლოგიკური მსჯელობა“, „კანონზომიერება“)* გააზრებას. შენიშვნა: საბაზო საფეხურზე, თემების შინაარსიდან გამომდინარე უმეტეს შემთხვევაში განიხილება ფიზიკურ მოვლენათა თვისებრივი დახასიათება, რიგ შემთხვევებში კი თვისებრივთან ერთად რაოდენობრივი დახასიათებაც (იხ. თემების აღწერა). ფიზიკური მოვლენების/პროცესების რაოდენობრივი დახასიათების შემთხვევები, რომელებიც საჭიროებს ვექტორის გეგმილს ან ვექტორის მდგენელებად დაშლას საბაზო საფეხურზე არ განიხილება.

თავი 4. მოსწავლის წიგნის შინაარსის შესაბამისობა ეროვნული სასწავლო გეგმის სტანდარტით განსაზღვრულ სავალდებულო თემების შინაარსთან და სამიზნე ცნებებთან

თემა, თავი, პარაგრაფი	**სამიზნე ცნებები**			
ფიზიკა _ საბუნებისმეტყველო მეცნიერება	**ნივთიერება და ველი**	**ძალა**	**ენერგია**	**ფიზიკური პროცესი**
1. ფიზიკა – ბუნების შემსწავლელი მეცნიერება				
2. ფიზიკა – ექსპერიმენტული მეცნიერება				
3.ლაბორატორიული სამუშაო N1 - ფიზიკური სიდიდეების გაზომვა				
თემა 1. ნივთიერების აგებულება და თვისებები	**ნივთიერება და ველი**	**ძალა**	**ენერგია**	**ფიზიკური პროცესი**
1.1. ნივთიერების აგებულება				
1.2. ნივთიერების შემადგენელი ნაწილაკების მოძრაობა				
1.3.ლაბორატორიული სამუშაოN2 - რაზეა დამოკიდებული დიფუზიის სისწრაფე				
1.4. ნივთიერების შემადგენელი ნაწილაკების ურთიერთქმედება				
1.5. ნივთიერების აგრეგატული მდგომარეობები				
1.6.ლაბორატორიული სამუშაო N3 - რაზეა დამოკიდებული ნივთიერება „მძიმეა თუ მსუბუქი“?				
1.7. ნივთიერების სიმკვრივე				

თემა 2. მექანიკური მოვლენები. **თავი I. თანაბარი და არათანაბარი მოძრაობა**	ნივთიერება და ველი	ძალა	ენერგია	ფიზიკური პროცესი
2.1. მექანიკური მოძრაობა				
2.2. თანაბარი მოძრაობა. თანაბარი მოძრაობის სიჩქარე				
2.3. არათანაბარი მოძრაობა. საშუალო სიჩქარე				
2.4. მოძრაობის ფარდობითობა				

თავი 5. პარაგრაფების მეთოდური გზამკვლევი

პარაგრაფი № 1. ფიზიკა — ბუნების შემსწავლელი მეცნიერება

აქტივობების მოკლე მიმოხილვა

№	გაკვეთილი/ეტაპი	აქტივობის დასახელება	აქტივობის მიზანი	სამიზნე ცნება/ცნებები და ინდიკატორები
1	მოტივაცია და წინარე ცოდნის გააქტიურება	რა ხდება ჩვენ გარშემო?	მოსწავლე შეძლებს ბუნებასა და ყოველდღიურ ცხოვრებაში მიმდინარე ფიზიკური მოვლენების ამოცნობას, ცვლილებების აღწერას, სხვადასხვა მოვლენებს შორის მსგავსებისა და განსხვავებების აღმოჩენას და ამ მოვლენათა დასაჯგუფებლად კრიტერიუმების ჩამოყალიბებას.	ფიზიკური პროცესი — ფიზიკური მოვლენების თვისებრივი აღწერა; მოვლენათა შედარება მათი მახასიათებლების მიხედვით; ცვლილების მიზეზისა და შედეგის დაკავშირება.
2	კვლევა და ახალი ცოდნის აგება	სხეული, ნივთიერება თუ ფიზიკური მოვლენა?	მოსწავლე შეძლებს მარტივი ექსპერიმენტებისა და დაკვირვების საფუძველზე ერთმანეთისგან განასხვაოს ფიზიკური სხეული, ნივთიერება და ფიზიკური მოვლენა; გამოთქვას ვარაუდი, აღრიცხოს დაკვირვების შედეგები, აღწეროს მომხდარი ცვლილება და მტკიცებულებებზე დაყრდნობით ჩამოაყალიბოს დასკვნა.	ნივთიერება და ველი — სხეულისა და ნივთიერების ფიზიკური თვისებების აღწერა; ექსპერიმენტის დაგეგმვა და განხორციელება. ფიზიკური პროცესი — ცვლილების თვისებრივი დახასიათება; მიზეზ-შედეგობრივი კავშირის დადგენა.
3	ცოდნის ტრანსფერი, განმტკიცება და შეფასება	ფიზიკა ტექ-ნოლოგიებსა და ყოველდღიურ ცხოვრებაში	მოსწავლე შეძლებს ფიზიკური მოვლენებისა და პროცესების დაკავშირებას თანამედროვე ტექნოლოგიებთან, მედიცინასთან, კავშირგაბმულობასა და ყოველდღიურ ცხოვრებასთან; შეძლებს გააანალიზოს კონკრეტული ტექნოლოგიური პროცესი, დაასაბუთოს ფიზიკის ცოდნის პრაქტიკული მნიშვნელობა და მიღებული ცოდნა ახალ სიტუაციაში გამოიყენოს.	ფიზიკური პროცესი — პროცესების ამოცნობა და შედარება; ფიზიკის ცოდნის მნიშვნელობის დასაბუთება. ნივთიერება და ველი — ფიზიკური თვისებების ცოდნის ტექნოლოგიებთან დაკავშირება.
4	განმავითარებელი შეფასება	გასასვლელი ბარათი — სხეული, ნივთიერება და მოვლენა	მოსწავლე შეძლებს გაკვეთილზე მიღებული ცოდნის შეჯამებას, ფიზიკური სხეულის, ნივთიერებისა და მოვლენის მაგალითების დამოუკიდებლად დასახელებას, საკუთარი პასუხის დასაბუთებასა და თვითშეფასებას.	ნივთიერება და ველი; ფიზიკური პროცესი — ძირითადი ცნებების ერთმანეთისგან გამიჯვნა და ახალ მაგალითში გამოყენება.

სასწავლო შედეგები - მოსწავლე შეძლებს:

- ერთმანეთისგან განასხვაოს ფიზიკური სხეული, ნივთიერება და ფიზიკური მოვლენა;
- აღწეროს, რა ცვლილება მიმდინარეობს კონკრეტული ფიზიკური მოვლენის დროს;
- ფიზიკური მოვლენები დააჯგუფოს მათი მახასიათებლების მიხედვით;
- დაასაბუთოს, რომ ფიზიკური მოვლენის დროს ახალი ნივთიერება არ წარმოიქმნება;
- დააკავშიროს ფიზიკის ცოდნა ტექნოლოგიებთან და ყოველდღიურ ცხოვრებასთან;
- დაკვირვების საფუძველზე შეაგროვოს ინფორმაცია, შეავსოს ცხრილი და ჩამოაყალიბოს დასკვნა.

სტანდარტის შესაბამისი ინდიკატორები

- ნივთიერებისა და სხეულის ფიზიკური თვისებების დახასიათება;
- სხვადასხვა აგრეგატულ მდგომარეობაში მყოფი ერთი და იმავე ნივთიერების შედარება;
- ფიზიკური მოვლენის გამომწვევი მიზეზისა და შედეგის დაკავშირება;
- მარტივი საკლასო ექსპერიმენტის ჩატარება, შედეგის პროგნოზირება და დაკვირვების შედეგთან შედარება;
- ფიზიკური მოვლენებისა და პროცესების შედარება მათი მახასიათებლების მიხედვით;
- ფიზიკის ცოდნის თანამედროვე ტექნოლოგიებთან დაკავშირება.

შეფასების კრიტერიუმები

მოსწავლე სწორად განასხვავებს სხეულს, ნივთიერებასა და მოვლენას; აღწერს დაკვირვებულ ცვლილებას; ასახელებს მიზეზსა და შედეგს; საკუთარ კლასიფიკაციას ასაბუთებს; მიღებულ ცოდნას უკავშირებს ყოველდღიურობას ან ტექნოლოგიებს.

აქტივობა 1. რა ხდება ჩვენ გარშემო?

აქტივობის კომპონენტი	აღწერა
აქტივობის მიზანი	მოტივაცია და წინარე ცოდნის გააქტიურება
გამოყენებული სწავლების მიდგომა/მეთოდი	თანამშრომლობითი სწავლება („იფიქრე — დაწყვილდი — გააზიარე“); ვიზუალურ მასალაზე დაფუძნებული დისკუსია.
აქტივობის განხორციელება	მასწავლებელი მოსწავლეებს აჩვენებს სახელმძღვანელოში მოცემულ ან ეკრანზე გამოტანილ გამოსახულებებს: ელვა, ცისარტყელა, ქარბორბალა, ყინულის დნობა, მოძრავი ავტომობილი ან ბურთი, მბზინავი ნათურა და ჟღერადი მუსიკალური ინსტრუმენტი. მასწავლებელი არ ასახელებს მოვლენების ტიპებს და სვამს კითხვას: „რა საერთო აქვს გამოსახულ შემთხვევებს და რა იცვლება თითოეულ მათგანში?“ მოსწავლეები ჯერ ინდივიდუალურად ფიქრობენ, შემდეგ მეწყვილეს უზიარებენ მოსაზრებას და ბოლოს რამდენიმე წყვილი პასუხს კლასს აცნობს. დაფაზე იქმნება ცხრილი — „მოვლენა / რა იცვლება ან რა ხდება?“ — და ივსება მოსწავლეთა პასუხებით. **გასავითარებელი უნარები:** კრიტიკული აზროვნება; თანამშრომლობა და კომუნიკაცია.
კითხვები დაკვირვების დასაწყისში	• რას ვუწოდებთ ბუნების მოვლენას? • რა მოვლენებია გამოსახული სახელმძღვანელოს სურათებზე? • ფიზიკური მოვლენების რომელი სახეები იცით? **გასავითარებელი უნარები:** კომუნიკაცია; კრიტიკული აზროვნება.
კითხვები დაჯგუფებისა და შედარებისას	• რა ნიშნის მიხედვით დააჯგუფეთ მოვლენები? • როგორ დაადგინეთ, რა იცვლება თითოეულ შემთხვევაში? • რომელი ინფორმაცია დაგეხმარათ მოვლენების შედარებაში? **გასავითარებელი უნარები:** კრიტიკული აზროვნება; არგუმენტირებული დასკვნის ჩამოყალიბება.

აქტივობის კომპონენტი	აღწერა
კითხვები განზოგადების ეტაპზე	• შეიძლება თუ არა, რომ ერთი მოვლენა ერთდროულად რამდენიმე სახის ფიზიკურ მოვლენას მიეკუთვნებოდეს? • ელვის დროს მხოლოდ სინათლის მოვლენა მიმდინარეობს? • როგორ დააჯგუფებდით მოვლენას, რომლის დროსაც სხეული ერთდროულად მოძრაობს და ხმას გამოსცემს? **გასავითარებელი უნარები:** კრიტიკული და შემოქმედებითი აზროვნება; არგუმენტირებული დასკვნის ჩამოყალიბება.
მასწავლებლის ხელშემწყობი როლი	მასწავლებელი სვამს დამაზუსტებელ კითხვებს, მოსწავლეებს სთხოვს ცვლილების კონკრეტულად აღწერას და ხელს უწყობს მოვლენების შედარებას; ამ ეტაპზე მზა განმარტებებს არ იძლევა.
რესურსები	სახელმძღვანელოს სურათები; დაფა ან პროექტორი; მოვლენების ამსახველი ბარათები; სურვილის შემთხვევაში სახელმძღვანელოში მოცემული QR-რესურსი.
შეფასება	განმავითარებელი შეფასება მოსწავლეთა პასუხებზე დაკვირვებით: მოვლენას ამოიცნობს; აღწერს ცვლილებას; კლასიფიკაციას ასაბუთებს. **გასავითარებელი უნარები:** კრიტიკული აზროვნება; არგუმენტირებული დასკვნის ჩამოყალიბება.
დიფერენცირება	მხარდაჭერის საჭიროების მქონე მოსწავლეებს ეძლევათ სიტყვათა ბანკი: მოძრაობა, დნობა, ნათება, ჟღერადობა, გაცხელება. მაღალი მზაობის მოსწავლეები ასახელებენ მოვლენას, რომელიც ერთზე მეტ ფიზიკურ პროცესს მოიცავს, და საკუთარ კლასიფიკაციას ასაბუთებენ.

შუალედური დასკვნა

ბუნებაში და ჩვენს გარშემო მიმდინარე ცვლილებებსა და პროცესებს ბუნების მოვლენები ეწოდება, ხოლო მათი თვისებებისა და კანონზომიერებების მნიშვნელოვან ნაწილს ფიზიკა შეისწავლის.

აქტივობა 2. სხეული, ნივთიერება თუ ფიზიკური მოვლენა?

აქტივობის კომპონენტი	აღწერა
აქტივობის მიზანი	კვლევა და ახალი ცოდნის აგება
გამოყენებული სწავლების მიდგომა/მეთოდი	კვლევაზე დაფუძნებული სწავლება; ექსპერიმენტული სწავლება.
საკვლევი კითხვა	როგორ განვასხვაოთ ერთმანეთისგან ფიზიკური სხეული, ნივთიერება და ფიზიკური მოვლენა?
აქტივობის განხორციელება	მოსწავლეები მუშაობენ 3–4-კაციან ჯგუფებში. ჯგუფში ნაწილდება როლები: ექსპერიმენტის შემსრულებელი, დამკვირვებელი, მონაცემების ჩამწერი და მომხსენებელი. ჯგუფები ატარებენ სამ მინი-ექსპერიმენტს: 1) ყინულის დნობა; 2) რეზინის ზოლის გაჭიმვა ან რბილი მავთულის მოღუნვა; 3) მაგნიტისა და ლითონის სამაგრის ურთიერთქმედება. ყოველი ცდისას მოსწავლეები ასახელებენ სხეულს, ნივთიერებას, მომხდარ ცვლილებას და ადგენენ, წარმოიქმნა თუ არა ახალი ნივთიერება. **გასავითარებელი უნარები:** კვლევის უნარები; თანამშრომლობა და კომუნიკაცია.

აქტივობის კომპონენტი	აღწერა
ექსპერიმენტი 1 — ყინულის დნობა	მოსწავლეები ყინულის კუბს ათავსებენ გამჭვირვალე ჭიქაში და აკვირდებიან ცვლილებას. ისინი აღწერენ სხეულის საწყის და საბოლოო მდგომარეობას, ადგენენ, რომ ყინულის კუბი ფიზიკური სხეულია, წყალი — ნივთიერება, ხოლო დნობა — ფიზიკური მოვლენა. ყურადღება მახვილდება იმაზე, რომ ახალი ნივთიერება არ წარმოქმნილა. **გასავითარებელი უნარები:** კვლევის უნარები; მონაცემების აღრიცხვა და გაანალიზება. **კითხვები საწყის ეტაპზე:** • რა არის ფიზიკური სხეული? • რა არის ნივთიერება? • რას ვუწოდებთ ფიზიკურ მოვლენას? • რა ნივთიერებისგან შედგება ყინულის კუბი? **გასავითარებელი უნარები:** კომუნიკაცია; კრიტიკული აზროვნება. **შუალედური ეტაპის კითხვები:** • როგორ დაადგინეთ, რომ ყინულის დნობისას ახალი ნივთიერება არ წარმოიქმნა? • როგორ აღწერეთ დაკვირვების შედეგები? **გასავითარებელი უნარები:** მონაცემების აღრიცხვა და გაანალიზება; კრიტიკული აზროვნება. **დასკვნითი ეტაპის კითხვები:** • თუ წყალი გაიყინება, მიიღება თუ არა ახალი ნივთიერება? • რატომ არის ყინულის დნობა ფიზიკური მოვლენა, ხოლო რკინის დაჟანგვა — არა? **გასავითარებელი უნარები:** კრიტიკული აზროვნება; არგუმენტირებული დასკვნის ჩამოყალიბება.
ექსპერიმენტი 2 — სხეულის ფორმის ცვლილება	მოსწავლეები ზომიერად ჭიმავენ რეზინის ზონარს ან ღუნავენ რბილ მავთულს. ისინი ერთმანეთს ადარებენ სხეულის საწყის და შეცვლილ ფორმას და ადგენენ, რომ შეიცვალა სხეულის ფორმა, თუმცა ნივთიერების შემადგენლობა უცვლელი დარჩა. **გასავითარებელი უნარები:** კვლევის უნარები; მონაცემების აღრიცხვა და გაანალიზება. **საწყისი კითხვები:** • რომელი ფიზიკური სხეული გამოიყენეთ და რა ნივთიერებისგან არის იგი დამზადებული? • რა მახასიათებელი შეიცვალა ექსპერიმენტის დროს? **გასავითარებელი უნარები:** კომუნიკაცია; კრიტიკული აზროვნება. **შუალედური კითხვები:** • რა ნიშნით განასხვავეთ ფიზიკური სხეული და ნივთიერება? • როგორ შეადარეთ სხეულის საწყისი და საბოლოო მდგომარეობა? **გასავითარებელი უნარები:** კრიტიკული აზროვნება; არგუმენტირებული დასკვნის ჩამოყალიბება. **დასკვნითი კითხვები:** • თუ მინის ბოთლი დაიმსხვრევა, შეიცვლება თუ არა მინის შემადგენლობა? • შეიძლება თუ არა ერთი და იგივე ნივთიერებისგან სხვადასხვა ფიზიკური სხეულის დამზადება? **გასავითარებელი უნარები:** კრიტიკული აზროვნება; არგუმენტირებული დასკვნის ჩამოყალიბება.

აქტივობის კომპონენტი	აღწერა
ექსპერიმენტი 3 — მაგნიტისა და ლითონის სამაგრის ურთიერთქმედება	მოსწავლეები მაგნიტს ლითონის სამაგრთან აახლოებენ და აღწერენ სამაგრის მოძრაობას. ისინი ასკვნიან, რომ ურთიერთქმედების შედეგად შეიცვალა სხეულის მდებარეობა, თუმცა ახალი ნივთიერება არ წარმოქმნილა. **გასავითარებელი უნარები:** კვლევის უნარები; მონაცემების აღრიცხვა და გაანალიზება. **საწყისი კითხვები:** • რისგან არის დამზადებული ლითონის სამაგრი? • რა ფიზიკური მოვლენა დაფიქსირდა მაგნიტის მიახლოებისას? **გასავითარებელი უნარები:** კომუნიკაცია; კრიტიკული აზროვნება. **შუალედური კითხვები:** • რა თანმიმდევრობით ჩაატარეთ ექსპერიმენტები? • როგორ დაადგინეთ, რომ სამაგრის მოძრაობა მაგნიტის მიახლოებამ გამოიწვია? **გასავითარებელი უნარები:** კრიტიკული აზროვნება; არგუმენტირებული დასკვნის ჩამოყალიბება. **დასკვნითი კითხვები:** • შეიძლება თუ არა ერთი ფიზიკური სხეული რამდენიმე ნივთიერებისგან შედგებოდეს? • როგორ შეიცვლებოდა შედეგი, მაგნიტი სამაგრისგან უფრო შორს რომ დაგვეჭირა? **გასავითარებელი უნარები:** პრობლემის გადაჭრის უნარი; არგუმენტირებული დასკვნის ჩამოყალიბება.
მასწავლებლის ხელშემწყობი როლი	მასწავლებელი აკვირდება პროცესს, სვამს დამაზუსტებელ კითხვებს, ეხმარება მოსწავლეებს განსხვავების დანახვაში — „რისგან არის დამზადებული?“ და „რა დაემართა?“ — და ჯგუფებს დასკვნის მტკიცებულებით დასაბუთებას თხოვს.
რესურსები	გამჭვირვალე პლასტმასის ჭიქა; ყინულის ერთი ან ორი კუბი; მცირე რაოდენობის წყალი; პლასტმასის ან ლითონის კოვზი; რეზინის ზონარი ან რბილი სპილენძის მავთული; მაგნიტი; ლითონის სამაგრები; სამუშაო ფურცელი; ხელსახოცი.
უსაფრთხოება	მავთულის ბოლოები წინასწარ უნდა იყოს მოხრილი ან დაცული; მინის ნაცვლად სასურველია პლასტმასის ჭიქის გამოყენება;
შეფასება	მინი-კვლევის შეფასება კრიტერიუმებით: სხეულისა და ნივთიერების გამიჯვნა; მოვლენის აღწერა; ვარაუდის გამოთქმა; მონაცემების ცხრილში აღრიცხვა; დასკვნის მტკიცებულებით დასაბუთება. **გასავითარებელი უნარები:** მონაცემების აღრიცხვა და გაანალიზება; არგუმენტირებული დასკვნის ჩამოყალიბება.
დიფერენცირება	მოსწავლეთა ნაწილს ეძლევა წინასწარ მომზადებული სამუშაო ფურცელი და სიტყვათა ბანკი; სტანდარტული ჯგუფები ცხრილს დამოუკიდებლად ავსებენ; მაღალი მზაობის მოსწავლეები ადარებენ ყინულის დნობასა და რკინის დაჟანგვას და ხსნიან, რატომ არის ერთი ფიზიკური, მეორე კი ქიმიური მოვლენა.

მოსწავლის სამუშაო ცხრილის ნიმუში

ფიზიკური სხეული	რისგან არის დამზადებული — ნივთიერება	რა მოხდა?	წარმოიქმნა თუ არა ახალი ნივთიერება?
ყინულის კუბი	წყალი	დადნა	არა
რეზინის ზოლი	რეზინი	გაიწელა	არა
ლითონის სამაგრი	ლითონი	მაგნიტისკენ გადაადგილდა	არა

მართებული დასკვნა

ფიზიკური სხეული არის კონკრეტული ობიექტი ან ნივთიერების განსაზღვრული ნაწილი; ნივთიერება არის მასალა, რომლისგანაც სხეული შედგება; ფიზიკური მოვლენა არის სხეულთან ან ნივთიერებასთან დაკავშირებული ცვლილება, რომლის დროსაც ახალი ნივთიერება არ წარმოიქმნება.

აქტივობა 3. ფიზიკა ტექნოლოგიებსა და ყოველდღიურ ცხოვრებაში

აქტივობის კომპონენტი	აღწერა
აქტივობის დანიშნულება	ცოდნის ტრანსფერი, განმტკიცება და შეფასება
გამოყენებული სწავლების მიდგომა/მეთოდი	შემთხვევებზე/მაგალითზე დაფუძნებული სწავლება; თანამშრომლობითი სწავლება.
აქტივობის განხორციელება	მასწავლებელი ჯგუფებს აძლევს ტექნოლოგიების ამსახველი სურათებიან ბარათებს: მობილური ტელეფონი, სამედიცინო ტომოგრაფი, ხელოვნური თანამგზავრი, ელექტრული ნათურა, ოპტიკური კაბელი, ავტომობილი ან მატარებელი. ბარათების მეორე დასტაში მოცემულია ფიზიკის სფეროები ან მოვლენები: ელექტრული, მაგნიტური, სინათლის, მექანიკური, ბგერითი და სითბური მოვლენები. მოსწავლეები აწყვილებენ ტექნოლოგიასა და შესაბამის ფიზიკურ მოვლენას. რამდენიმე კავშირის დასახელება დასაშვებია, თუმცა ჯგუფმა არჩევანი უნდა დაასაბუთოს. **გასავითარებელი უნარები:** კრიტიკული აზროვნება; თანამშრომლობა და კომუნიკაცია.
კითხვები ბარათების გაცნობისას	• ფიზიკის რომელი სფეროები მონაწილეობს მობილური ტელეფონის მუშაობაში? • რას შეისწავლის ოპტიკა? • რომელ ფიზიკურ პროცესს უკავშირდება თანამგზავრის მოძრაობა? **გასავითარებელი უნარები:** კომუნიკაცია; კრიტიკული აზროვნება.
კითხვები ბარათების დაწყვილებისას	• რა ნიშნით დააწყვილეთ ტექნოლოგია და ფიზიკური მოვლენა? • როგორ დაასაბუთეთ თქვენი არჩევანი? • რომელ დაკვირვებას დაეყრდენით? **გასავითარებელი უნარები:** კრიტიკული აზროვნება; არგუმენტირებული დასკვნის ჩამოყალიბება.
ცოდნის ტრანსფერის შესაბამისი კითხვები	• როგორ შეიცვლებოდა ჩვენი ცხოვრება ელექტრული მოვლენების შესახებ ცოდნის გარეშე? • რატომ არის ფიზიკის ცოდნა მნიშვნელოვანი მედიცინისთვის? • რა პრობლემის გადაჭრაში შეიძლება დაგვეხმაროს თანამგზავრებთან დაკავშირებული ტექნოლოგიები? • რა დადებითი და უარყოფითი შედეგი შეიძლება ჰქონდეს ტექნოლოგიურ განვითარებას? **გასავითარებელი უნარები:** პრობლემის გადაჭრის უნარი; არგუმენტირებული დასკვნის ჩამოყალიბება.
მასწავლებლის ხელშემწყობი როლი	მასწავლებელი სთხოვს მოსწავლეებს, პასუხი დაასაბუთონ მოწყობილობის დანიშნულების დახმარებით ან რაიმე თვალსაჩინო ნიშნით; რთული ტექნიკური მექანიზმის სრულ ახსნას არ მოითხოვს.
რესურსები	ტექნოლოგიებისა და ფიზიკური მოვლენების ამსახველი ბარათები; სახელმძღვანელოს სურათები; სურვილის შემთხვევაში QR-რესურსი.
შეფასება	ზეპირი განმავითარებელი უკუკავშირი კრიტერიუმებით: სწორი კავშირი; არგუმენტის სიზუსტე; ჯგუფურ მსჯელობაში მონაწილეობა. **გასავითარებელი უნარები:** თანამშრომლობა და კომუნიკაცია; არგუმენტირებული დასკვნის ჩამოყალიბება.
დიფერენცირება	მხარდაჭერის საჭიროების მქონე მოსწავლეებს ეძლევათ ვიზუალური მინიშნებები ან წინასწარ შემცირებული არჩევანი. მაღალი მზაობის მოსწავლეები ასახელებენ ტექნოლოგიას, რომლის მუშაობაშიც რამდენიმე ფიზიკური მოვლენა ერთდროულად მონაწილეობს, და მსჯელობენ მის სარგებელსა და შესაძლო რისკზე.

დაწყვილების მაგალითები

ტექნოლოგია	ფიზიკური მოვლენა ან სფერო
ოპტიკური კაბელი	სინათლის გავრცელება
ხელოვნური თანამგზავრი	მექანიკური მოძრაობა და გრავიტაციული ურთიერთქმედება
მობილური ტელეფონი	ელექტრული, მაგნიტური და ბგერითი მოვლენები
სამედიცინო ტომოგრაფი	ელექტრომაგნიტური მოვლენები

მინი აქტივობა განმავითარებელი შეფასებისთვის

გასასვლელი ბარათი

მოსწავლე ასრულებს სამ წინადადებას: ფიზიკური სხეულის მაგალითია .....; ნივთიერების მაგალითია .....; ფიზიკური მოვლენის მაგალითია ....., რადგან ..... .

გასავითარებელი უნარები: კომუნიკაცია; არგუმენტირებული დასკვნის ჩამოყალიბება.

მასწავლებლის ინსტრუქცია

წინასწარ განუმარტეთ მოსწავლეებს, რომ მხოლოდ სიტყვის შესაბამის სვეტში ჩაწერა საკმარისი არ არის. სადაო ან კონტექსტზე დამოკიდებულ მაგალითებში მთავარი არის კლასიფიკაციის საფუძვლის სწორად დასაბუთება.

მოსწავლის წიგნში მოცემული კითხვების პასუხები:

1. ფიზიკა საბუნებისმეტყველო მეცნიერებაა და ის ფიზიკურ მოვლენებს შეისწავლის;
2. ფიზიკური სხეულია ყველაფერი, რასაც ფორმა და მოცულობა აქვს. ფიზიკური სხეულის მაგალითებია: წიგნი, სამაჯური, ვარსკვლავი, კომპიუტერი, ფანქარი, აისბერგი და სხვა;
3. იმას, რისგანაც ფიზიკური სხეული შედგება, ნივთიერება ეწოდება. ნივთიერების მაგალითებია: რკინა, ოქრო, წყალი, სპირტი, მარილი, ჟანგბადი, აზოტი და სხვა;
4. ბუნებაში მიმდინარე ყოველგვარ ცვლილებას ბუნებრივი მოვლენა ეწოდება;
5. ბუნების მოვლენას, რომლის დროსაც იცვლება სხეულის ფორმა, ზომა, აგრეგატული მდგომარეობა, სიჩქარე, მდებარეობა, მაგრამ არ იცვლება სხეულის შემადგენელი ნივთიერება, ფიზიკური მოვლენა ეწოდება. ფიზიკური მოვლენის მაგალითებია: წყლის აორთქლება, ყინულის დნობა, წვიმის წვეთის ვარდნა, ნისლის წარმოქმნა, ხმის გავრცელება, რკინის მოღუნვა, ზამბარის შეკუმშვა და სხვა. თუმცა არსებობს ისეთი ფიზიკური მოვლენებიც, რომლის დროსაც ადგილი აქვს ნივთიერების გარდაქმნას (ატომის ბირთვის გარდაქმნის პროცესი), მაგრამ მიღებულია, რომ ფიზიკური მოვლენა ზემოთმოყვანილი სახით განიმარტოს. ქიმიური მოვლენების დროს ნივთიერება გარდაიქმნება და ახალი ნივთიერება წარმოიქმნება. ქიმიური მოვლენის მაგალითებია: ქაღალდის წვა, რკინის დაჟანგვა, ცომის აფუება, ფოთლების ლპობა, რძის დამჟავება და სხვა.

პარაგრაფი № 2 — ფიზიკა - ექსპერიმენტული მეცნიერება

აქტივობების მოკლე მიმოხილვა

№	გაკვეთილი/ეტაპი	აქტივობის დასახელება	აქტივობის მიზანი	სამიზნე ცნება/ცნებები და ინდიკატორები
1	მოტივაცია, ახალი ცოდნის აგება და განმტკიცება	როგორ იკვლევს ფიზიკა მოვლენებს და როგორ აღწერს მათ?	მოსწავლე შეძლებს დაკვირვების, ჰიპოთეზისა და ექსპერიმენტის ერთმანეთისგან განსხვავებას; ფიზიკური სიდიდის, რიცხვითი მნიშვნელობისა და ერთეულის დაკავშირებას; SI-ის ძირითადი ერთეულების ამოცნობასა და მარტივ გარდაქმნებში გამოყენებას.	ფიზიკური პროცესი — ფიზიკური მოვლენებისა და პროცესების თვისებრივი დახასიათება; მიზეზისა და შედეგის დაკავშირება. ნივთიერება და ველი — ფიზიკური თვისებების ექსპერიმენტულად გაზომვისა და შესაბამისი ერთეულებით აღწერის გააზრება.
2	კვლევა, ცოდნის გამოყენება და შეფასება	რომელი ბოთლი დაეცემა პირველად?	მოსწავლე შეძლებს ვარაუდის ჩამოყალიბებას, მარტივი ექსპერიმენტის დაგეგმვასა და ჩატარებას, დაკვირვების შედეგის აღწერას, ჰიპოთეზის შედეგთან შედარებას და მტკიცებულებაზე დაფუძნებული დასკვნის ჩამოყალიბებას.	ფიზიკური პროცესი — სადემონსტრაციო/საკლასო ექსპერიმენტის ორგანიზება, შედეგის პროგნოზირება და ექსპერიმენტთან შედარება; მიზეზ-შედეგობრივი კავშირის გაანალიზება. ძალა — ადვილად დაკვირვებადი ძალის მოქმედებით გამოწვეული მოძრაობის ცვლილების თვისებრივი აღწერა.
3	განმავითარებელი შეფასება	გასასვლელი ბარათი — კვლევის გზა და გაზომვა	მოსწავლე შეძლებს კვლევის ეტაპების სწორი თანმიმდევრობით დალაგებას, ფიზიკური სიდიდის რიცხვითი მნიშვნელობის ერთეულით წარმოდგენას და მიღებული პასუხის დასაბუთებას.	ფიზიკური პროცესი; ნივთიერება და ველი — ძირითადი ცნებების მოკლე შეჯამება და ახალ მაგალითში გამოყენება.

სასწავლო შედეგები - მოსწავლე შეძლებს:

- განასხვავოს დაკვირვება, ჰიპოთეზა და ექსპერიმენტი და აღწეროს მათი როლი მეცნიერულ კვლევაში;
- მოიყვანოს მაგალითი, როგორ შეიძლება ყოველდღიური გამოცდილებით ჩამოყალიბებული მოსაზრება ექსპერიმენტმა გადაამოწმოს ან უარყოს;
- განმარტოს, რომ ფიზიკურ სიდიდეს აქვს რიცხვითი მნიშვნელობა და ერთეული;

- ამოიცნოს SI-ის ძირითადი ერთეულები: მეტრი, წამი და კილოგრამი და შეასრულოს ერთეულთა მარტივი გარდაქმნები;
- ჩაატაროს მარტივი ექსპერიმენტი, გამოთქვას პროგნოზი, აღრიცხოს შედეგი და დასკვნა მტკიცებულებით დაასაბუთოს;
- გააცნობიეროს, რომ ჰაერის წინააღმდეგობამ შეიძლება გავლენა იქონიოს სხეულთა ვარდნის შედეგზე და შედეგის მიღებისას გასათვალისწინებელია ექსპერიმენტის პირობები.

სტანდარტის შესაბამისი ინდიკატორები

- ფიზიკური მოვლენებისა და პროცესების თვისებრივი და რაოდენობრივი დახასიათება;
- სხვადასხვა ფიზიკური მოვლენისა და პროცესის სადემონსტრაციო საკლასო/საშინაო ექსპერიმენტების ორგანიზება, მოსალოდნელი შედეგების პროგნოზირება და მისი შედარება ექსპერიმენტის შედეგებთან;
- ფიზიკური პროცესის გამომწვევი მიზეზებისა და შედეგების ერთმანეთთან დაკავშირება და ამ კავშირების განმაპირობებელი ფაქტორების ახსნა;
- ნივთიერებისა და ველის ფიზიკური თვისებების გამოსაკვლევად შესაბამისი საკლასო/საშინაო ექსპერიმენტების ორგანიზება, მოსალოდნელი შედეგების წინასწარ განჭვრეტა და მისი შედარება ექსპერიმენტის შედეგებთან;
- ადვილად დაკვირვებადი ძალების დაკავშირება მათი მოქმედებით გამოწვეულ შედეგებთან, მათ შორის სხეულის მოძრაობის ცვლილებასთან.

შეფასების კრიტერიუმები

მოსწავლე სწორად ასახელებს მეცნიერული კვლევის ძირითად ეტაპებს; დაკვირვების საფუძველზე აყალიბებს შემოწმებად ჰიპოთეზას; ექსპერიმენტის შედეგს ადარებს პროგნოზს; ფიზიკურ სიდიდეს წარმოადგენს რიცხვითი მნიშვნელობითა და ერთეულით; სწორად ამოიცნობს SI-ის ძირითად ერთეულებს; ექსპერიმენტულ დასკვნას ამყარებს მტკიცებულებით და მიუთითებს შედეგზე მოქმედ შესაძლო ფაქტორებს.

აქტივობა 1. როგორ იკვლევს ფიზიკა მოვლენებს და როგორ აღწერს მათ?

აქტივობის კომპონენტი	აღწერა
აქტივობის მიზანი	მოტივაცია, ახალი ცოდნის სისტემატიზება და განმტკიცება. მოსწავლეებმა გაიაზრონ მეცნიერული კვლევის ლოგიკა და ფიზიკური სიდიდის გაზომვით აღწერის საფუძვლები.
გამოყენებული სწავლების მიდგომა/მეთოდი	ინტერაქტიული მინი-ლექცია; კითხვა-პასუხი.
აქტივობის განხორციელება	მასწავლებელი გაკვეთილს იწყებს ორი წინააღმდეგობრივი მოსაზრებით: „მძიმე სხეული ყოველთვის უფრო სწრაფად ვარდება“ და „ჟჰაერო სივრცეში სხვადასხვა მასის სხეულები ერთდროულად ვარდება“. მოსწავლეები მოკლედ აფიქსირებენ, რომელ მოსაზრებას ეთანხმებიან და რატომ. შემდეგ მასწავლებელი ლექციურად, მაგრამ შეკითხვებითა და მოსწავლეთა ჩართულობით, აწყობს პარაგრაფის დიდი მოცულობის მასალას ორ ნაწილად. I ნაწილი — მეცნიერული კვლევის გზა: არისტოტელეს მოსაზრება; გალილეის ლოგიკური წინააღმდეგობა; ჰაერის გავლენის შემცირების მცდელობა; მონეტისა და ბუმბულის ცდა ჟჰაერო მილში; თანმიმდევრობა — დაკვირვება → ვარაუდი → ექსპერიმენტი → შედეგის შედარება ვარაუდთან → დასკვნა/კვლევის ხელახლა დაგეგმვა. II ნაწილი — ფიზიკური სიდიდეები და გაზომვა: თვისებრივი და რაოდენობრივი აღწერის განსხვავება; ფიზიკური სიდიდის ორი აუცილებელი კომპონენტი —

აქტივობის კომპონენტი	აღწერა
	რიცხვითი მნიშვნელობა და ერთეული; გაზომვა, როგორც იმავე სახის სიდიდესთან შედარება; SI-ის ძირითადი ერთეულები — მეტრი, წამი, კილოგრამი. დაფაზე იწერება რამდენიმე გარდაქმნა: 1 კმ = 1000 მ; 1 სთ = 3600 წმ; 1 კგ = 1000 გ; 1 ლ = 0,001 მ³. ბოლოს მოსწავლეები ღებულობენ ჩანაწერს (მაგ.: „15“, „15 კგ“, „სხეული მძიმეა“) და ადგენენ, რომელია მათში სრული რაოდენობრივი აღწერა, რომელია მხოლოდ რიცხვი და რომელია თვისებრივი აღწერა.
პირველი ნაწილის კითხვები	• რას ვუწოდებთ დაკვირვებას? • რა არის ჰიპოთეზა? • რა დანიშნულება აქვს ექსპერიმენტს? • რა დასკვნამდე მივიდა გალილეი სხეულთა ვარდნის შესახებ? **გასავითარებელი უნარები:** კრიტიკული აზროვნება; კომუნიკაცია.
კითხვები კვლევის სქემის აგებისას	• როგორ შეიძლება დაკვირვებიდან შემოწმებად ჰიპოთეზამდე მისვლა? • რა უნდა შევადაროთ ექსპერიმენტის დასრულების შემდეგ? • რატომ ცდილობდა გალილეი ჰაერის გავლენის შემცირებას? • რა მონაცემი ან დაკვირვება ჩაითვლებოდა ჰიპოთეზის საწინააღმდეგო მტკიცებულებად? **გასავითარებელი უნარები:** კვლევის უნარები; კრიტიკული აზროვნება; არგუმენტირებული დასკვნის ჩამოყალიბება.
კითხვები ფიზიკური სიდიდეების (II) ნაწილისთვის	• რა ორი ნაწილისგან შედგება ფიზიკური სიდიდის მნიშვნელობა? • რომელია SI-ის სიგრძის, დროისა და მასის ერთეულები? • რატომ არ არის ჩანაწერი „15“ საკმარისი მასის დასახასიათებლად? • როგორ გადავიყვანოთ 2,5 კგ გრამებში ან 3 წუთი წამებში? **გასავითარებელი უნარები:** მონაცემების აღრიცხვა და გაანალიზება; პრობლემის გადაჭრა.
კითხვები განზოგადების ეტაპზე	• როდის არის დაკვირვება საკმარისი და როდის გვჭირდება ექსპერიმენტი? • რატომ შეიძლება ერთი და იგივე ფიზიკური სიდიდის რიცხვითი მნიშვნელობა სხვადასხვა ერთეულში განსხვავდებოდეს? • რა პრობლემა წარმოიქმნებოდა, ყველა ქვეყანა განსხვავებულ ერთეულებს რომ იყენებდეს? • როგორ შეიძლება არასწორად შერჩეულმა ექსპერიმენტის პირობებმა მცდარ დასკვნამდე მიგვიყვანოს? **გასავითარებელი უნარები:** კრიტიკული აზროვნება; პრობლემის გადაჭრა; არგუმენტირებული დასკვნის ჩამოყალიბება.
მასწავლებლის ხელშემწყობი როლი	მასწავლებელი დიდ მასალას მოკლე, მკაფიო ლოგიკურ ნაწილებად აწვდის, თუმცა ყოველ ნაწილში აჩერებს ახსნას და მოსწავლეებს სთხოვს ვარაუდის გამოთქმას და დასაბუთებას ან მაგალითის მოყვანას. არ აწვდის მზა პასუხს პრობლემურ კითხვებზე მანამდე, სანამ მოსწავლეები საკუთარ არგუმენტებს არ გამოთქვამენ. არ გადადის სიჩქარისა და თავისუფალი ვარდნის რაოდენობრივ კანონებზე, რომლებიც ამ პარაგრაფის ფარგლებს სცდება.

აქტივობის კომპონენტი	აღწერა
რესურსები	მოსწავლის წიგნის ტექსტი და სურათები; დაფა/პროექტორი; კვლევის ეტაპების სქემა; SI ერთეულებისა და ათწილადი თავსართების ცხრილი; სამი მოკლე ჩანაწერის ბარათები.
შეფასება	ზეპირი განმავითარებელი უკუკავშირი და ბარათების დახარისხება. კრიტერიუმები: კვლევის ეტაპების სწორად დალაგება; ჰიპოთეზისა და დასკვნის გამიჯვნა; ფიზიკური სიდიდის სრული ჩანაწერის ამოცნობა; SI ერთეულის სწორად შერჩევა.
დიფერენცირება	მხარდაჭერის საჭიროების მქონე მოსწავლეებს ეძლევათ კვლევის ეტაპების არეული ბარათები და სიტყვათა ბანკი: დაკვირვება, ჰიპოთეზა, ექსპერიმენტი, შედეგი, დასკვნა; გარდაქმნებისთვის — მზა თანაფარდობები. სტანდარტული მზაობის მოსწავლეები დამოუკიდებლად ასრულებენ მარტივ გარდაქმნებს. მაღალი მზაობის მოსწავლეები ხსნიან, რატომ არის „მძიმეა“ თვისებრივი აღწერა, ხოლო „15 კგ“ — რაოდენობრივი და ქმნიან საკუთარ მაგალითს.

შუალედური დასკვნა

ფიზიკური მოვლენის მეცნიერული შესწავლა დაკვირვებას, შემოწმებადი ვარაუდის ჩამოყალიბებასა და ექსპერიმენტს მოიცავს. ფიზიკური სიდიდის რაოდენობრივი აღწერისთვის აუცილებელია რიცხვითი მნიშვნელობისა და ერთეულის ერთად მითითება.

აქტივობა 2. რომელი ბოთლი დაეცემა პირველად?

აქტივობის კომპონენტი	აღწერა
აქტივობის მიზანი	კვლევა, ცოდნის გამოყენება და განმავითარებელი შეფასება. მოსწავლეებმა ექსპერიმენტულად გადაამოწმონ ვარაუდი სხეულის სიმძიმესა და ვარდნის დროის კავშირზე და გააცნობიერონ ექსპერიმენტის პირობების მნიშვნელობა.
გამოყენებული სწავლების მიდგომა/მეთოდი	კვლევაზე დაფუძნებული სწავლება; ექსპერიმენტული სწავლება.
საკვლევი კითხვა	ერთნაირი ფორმისა და ზომის, მაგრამ განსხვავებული მასის ორი ბოთლიდან რომელი დაეცემა იატაკზე პირველად, თუ მათ ერთსა და იმავე სიმაღლიდან ერთდროულად ჩამოვაგდებთ?
აქტივობის განხორციელება	მოსწავლეები მუშაობენ 3–4-კაციან ჯგუფებში. თითოეულ ჯგუფში ინაწილებენ როლებს: ექსპერიმენტის შემსრულებელი, დამკვირვებელი, მონაცემების ჩამწერი და მომხსენებელი. ჯგუფი ჯერ წერილობით აფიქსირებს ვარაუდს და არგუმენტს. შემდეგ ატარებს ქვემოთ აღწერილ ცდას, შედეგს ადარებს პროგნოზს და აყალიბებს მოკლე დასკვნას. იმისათვის, რომ ექსპერიმენტი 15-20 წუთში ჩაეტიოს, თითოეული ჯგუფი ატარებს ორ ცდას; კლასში ერთობლივი განხილვისას ჯგუფები ადარებენ შედეგებს.
ექსპერიმენტი — სახელმძღვანელოში	1. აიღეთ ორი ზუსტად ერთნაირი პლასტმასის ბოთლი. ერთ ბოთლში ჩაასხით წყალი დაახლოებით ნახევრამდე, მეორე კი თითქმის გაავსეთ და ორივეს თავსახური მჭიდროდ დაახურეთ. 2. დაიჭირეთ ბოთლები სხვადასხვა ხელში, იატაკიდან ორივე დაახლოებით 1 მ

აქტივობის კომპონენტი	აღწერა
მოცემული საკლასო აქტივობა	სიმაღლეზე. 3. გამოთქვით და ჩაწერეთ ვარაუდი: თუ ბოთლებს ხელს ერთდროულად გაუშვებთ, რომელი დაეცემა პირველად? 4. ერთდროულად გაუშვით ორივე ბოთლი. დამკვირვებელი აფიქსირებს, დაეცა თუ არა რომელიმე აშკარად ადრე. ცდა გაიმეორეთ ერთხელ. 5. შეადარეთ შედეგი ჰიპოთეზას და ჩამოაყალიბეთ დასკვნა: ამ პირობებში იყო თუ არა ვარდნის დრო დამოკიდებული ბოთლის სიმძიმეზე? მოსალოდნელი შედეგი: ერთნაირი ფორმისა და ზომის ბოთლები პრაქტიკულად ერთდროულად ეცემა. მცირე სხვაობა შეიძლება გამოიწვიოს ხელების არაზუსტმა ერთდროულმა გაშვებამ, სიმაღლის განსხვავებამ ან ბოთლების გადახრამ. **გასავითარებელი უნარები:** კვლევის უნარები; მონაცემების აღრიცხვა და გაანალიზება; თანამშრომლობა.
კითხვები ექსპერიმენტის დაწყებამდე	• რომელი ძალა იწვევს ბოთლების ქვემოთ მოძრაობას? • რა განსხვავებაა ორ ბოთლს შორის და რა აქვთ ერთნაირი? • რას ნიშნავს ვარაუდი? **გასავითარებელი უნარები:** კრიტიკული აზროვნება; კომუნიკაცია.
კითხვები ექსპერიმენტის ჩატარებისას	• რომელი პირობები უნდა შევინარჩუნოთ ორივე ბოთლისთვის ერთნაირი? • როგორ დავრწმუნდეთ, რომ ბოთლები ერთდროულად გავუშვით? • რატომ ვიმეორებთ ცდას? • როგორ აღვრიცხავთ შედეგს, თუ განსხვავება თვალით მკაფიოდ არ ჩანს? **გასავითარებელი უნარები:** კვლევის უნარები; მონაცემების აღრიცხვა და გაანალიზება; პრობლემის გადაჭრა.
კითხვები დასკვნისა და ტრანსფერის ეტაპზე	• გვაძლევს თუ არა ეს ცდა უფლებას ვთქვათ, რომ ყველა ფორმის სხეული ჰაერში ერთდროულად დაეცემა? რატომ? • რა მოხდებოდა, ერთი ბოთლის ნაცვლად ქაღალდის ფურცელი რომ გამოგვეყენებინა? • რა გავლენა შეიძლება ჰქონდეს ჰაერის წინააღმდეგობას? • რას ურჩევდით ადამიანს, რომელიც მხოლოდ ყოველდღიურ დაკვირვებაზე დაყრდნობით ამტკიცებს, რომ მძიმე სხეული ყოველთვის უფრო სწრაფად ვარდება? **გასავითარებელი უნარები:** კრიტიკული აზროვნება; არგუმენტირებული დასკვნის ჩამოყალიბება.
მასწავლებლის ხელშემწყობი როლი	მასწავლებელი ამოწმებს, რომ ჯგუფებმა წინასწარ ჩამოაყალიბეს ვარაუდი და განსაზღვრეს უცვლელი პირობები. განსხვავებული შედეგის მიღებისას არ აცხადებს ჯგუფის პასუხს მცდარად; სთხოვს გააანალიზონ შესაძლო ექსპერიმენტული შეცდომები და განმეორებით შეამოწმონ. ხაზს უსვამს, რომ საკლასო ცდა ჰაერში ტარდება და მისი დასკვნა კონკრეტულ პირობებს ეხება.
რესურსები	თითო ჯგუფისთვის: ორი ერთნაირი პლასტმასის ბოთლი თავსახურებით; წყალი; ხელსახოცი; სამუშაო ფურცელი; სურვილის შემთხვევაში მობილური ტელეფონით შენელებული ვიდეოგადაღება მხოლოდ მასწავლებლის ნებართვით.

აქტივობის კომპონენტი	აღწერა
უსაფრთხოება	გამოიყენეთ მხოლოდ პლასტმასის, მჭიდროდ დახურული ბოთლები. ცდის ადგილი უნდა იყოს თავისუფალი ჩანთებისგან და სხვა საგნებისგან. ბოთლები გაუშვით მხოლოდ დაახლოებით 1 მ სიმაღლიდან, ფეხებისგან მოშორებით; არ ისროლოთ. დაღვრილი წყალი დაუყოვნებლივ გაწმინდეთ. ცდას ერთდროულად ასრულებს მხოლოდ ერთი ჯგუფი განსაზღვრულ სივრცეში.
შეფასება	ჯგუფის კვლევითი სამუშაო ფასდება კრიტერიუმებით: ვარაუდის მკაფიო ფორმულირება; ერთნაირი პირობების დაცვა; შედეგის ზუსტად აღრიცხვა; ვარაუდის და შედეგის შედარება; დასკვნის მტკიცებულებით დასაბუთება; შესაძლო შეცდომის წყაროს დასახელება.
დიფერენცირება	მხარდაჭერის საჭიროების მქონე მოსწავლეებს ეძლევათ წინადადების დასაწყისები: „ვვარაუდობთ, რომ... რადგან...“; „დაკვირვებამ აჩვენა...“; „შედეგი ჰიპოთეზას...“. სტანდარტული მზაობის მოსწავლეები დამოუკიდებლად ავსებენ ცხრილს. მაღალი მზაობის მოსწავლეები აღწერენ დამატებით მიზეზებს და სთავაზობენ ცდის გაუმჯობესების გზას, მაგალითად ნელი ვიდეოს ან ერთდროული გამშვები მოწყობილობის გამოყენებას.

მოსწავლის სამუშაო ცხრილის ნიმუში

ცდის №	ბოთლების სახეობა	ვარაუდი	რას დავაკვირდით?	ვარაუდი დადასტურდა?	შესაძლო შეცდომის წყარო
1	წყლის რაოდენობა/მასა				
2	წყლის რაოდენობა/მასა				

მართებული დასკვნა

ერთნაირი ფორმისა და ზომის, მაგრამ განსხვავებული მასის ბოთლები ერთსა და იმავე სიმაღლიდან ერთდროულად გაშვებისას პრაქტიკულად ერთდროულად ეცემა. ამ ექსპერიმენტში განსხვავებული შედეგი შეიძლება გამოწვეული იყოს არა მასით, არამედ ჰაერის გავლენით ან ექსპერიმენტის პირობების არაზუსტი დაცვით. დასკვნაში შეიძლება გაითვალისწინოთ ზემოთჩამოთვლილი პირობები.

მინი აქტივობა განმავითარებელი შეფასებისთვის

ინდივიდუალურად შეასრულეთ: 1) დაალაგეთ სწორი თანმიმდევრობით — დასკვნა, დაკვირვება, ექსპერიმენტი, ვარაუდი; 2) ჩაწერეთ ერთი ფიზიკური სიდიდე მისი რიცხვითი მნიშვნელობითა და ერთეულით; 3) ერთი წინადადებით დაასაბუთეთ, რატომ არის ექსპერიმენტების ჩატარებისას ერთნაირი პირობების შენარჩუნება აუცილებელი.

გასავითარებელი უნარები: კომუნიკაცია; არგუმენტირებული დასკვნის ჩამოყალიბება.

მასწავლებლის ინსტრუქცია

ყურადღება გაამახვილეთ ერთეულების სწორ ჩაწერაზე და იმაზე, რომ მხოლოდ რიცხვის მითითება ფიზიკური სიდიდის სრულ მნიშვნელობას არ წარმოადგენს. სხეულთა ვარდნასთან დაკავშირებულ პასუხებში მოსწავლეებმა უნდა განასხვაონ უჰაერო სივრცის იდეალიზებული შემთხვევა და ჰაერში მიმდინარე რეალური ცდა; კონტექსტზე დამოკიდებული პასუხი დასაბუთების გარეშე არ ჩაითვალოს დასრულებულად.

მოსწავლის წიგნში მოცემული კითხვების პასუხები:

1. უცნობი მოვლენის შესწავლას იწყებენ დაკვირვებით, შემდეგ გამოთქვამენ ვარაუდს მოვლენის გამომწვევი მიზეზის ასახსნელად და ბოლოს, ატარებენ ექსპერიმენტს ამ ვარაუდის ჭეშმარიტების დასადასტურებლად;
2. ექსპერიმენტი არის ფიზიკური მოვლენის შესწავლის საბოლოო ეტაპი: თუ ექსპერიმენტმა ვარაუდის ჭეშმარიტება დაადასტურა, ეს ნიშნავს, რომ მოვლენის კანონზომიერება აღმოჩენილია;
3. გალილეო გალილეიმ ექსპერიმენტულად დაასაბუთა მისივე გამოთქმული ვარაუდის ჭეშმარიტება - ჰაერის გავლენა არის მიზეზი იმისა, რომ მსუბუქი სხეული უფრო ნელა ვარდება, ვიდრე მძიმე;

4 . თუ ექსპერიმენტმა ვარაუდის ჭეშმარიტება არ დაადასტურა, მოვლენის კვლევა თავიდან უნდა დაიწყოს.

5. სხვადასხვა ქვეყანაში ერთმანეთისაგან დამოუკიდებლად შემოღებული ზომა-წონის განსხვავებული ერთეულები დამატებით გამოთვლებს მოითხოვდა, რაც გაუგებრობებს იწვევდა. სწორედ ამიტომ შეთანხმდნენ ქვეყნები ჰქონოდათ ერთნაირი საზომი ერთეულები.

ლაბორატორიული სამუშაო № 1 — ფიზიკური სიდიდეების გაზომვა

აქტივობების მოკლე მიმოხილვა

№	გაკვეთილი/ეტაპი	აქტივობის დასახელება	აქტივობის მიზანი	სამიზნე ცნება/ცნებები და ინდიკატორები
1	კვლევა და ახალი ცოდნის აგება	მართკუთხა პარალელეპიპედის ფორმის სხეულის მოცულობის გაზომვა	მოსწავლე შეძლებს სახაზავით გაზომოს მართკუთხა პარალელეპიპედის სიგრძე, სიგანე და სიმაღლე; გაზომვის შედეგები აღრიცხოს ცხრილში; ფორმულით გამოთვალოს მოცულობა და შედეგი შესაბამისი ერთეულით წარმოადგინოს.	ნივთიერება და ველი — სხეულის ფიზიკური თვისების ექსპერიმენტულად გაზომვა და შედეგის ფიზიკური სიდიდით აღწერა. ფიზიკური პროცესი — გაზომვის პროცედურის ორგანიზება, მონაცემების აღრიცხვა და გაანალიზება.

№	გაკვეთილი/ეტაპი	აქტივობის დასახელება	აქტივობის მიზანი	სამიზნე ცნება/ცნებები და ინდიკატორები
2	კვლევა, ცოდნის გამოყენება და შეფასება	სხეულის მოცულობის განსაზღვრა მენზურით	მოსწავლე შეძლებს განსაზღვროს მენზურის დანაყოფის ფასი; სწორად წაიკითხოს სითხის მოცულობა; წყალში ჩაძირული სხეულის მოცულობა გამოთვალოს მოცულობათა სხვაობით და მიღებული შედეგი დაასაბუთოს.	ნივთიერება და ველი — სხეულის მოცულობის ექსპერიმენტულად განსაზღვრა. ფიზიკური პროცესი — მოსალოდნელი შედეგის პროგნოზირება, გაზომვების შედარება და მიზეზ-შედეგობრივი დასკვნის ჩამოყალიბება.

სასწავლო შედეგები - მოსწავლე შეძლებს:

- განსაზღვროს სახაზავისა და მენზურის დანაყოფის ფასი და გაზომვის შედეგი ჩაწეროს შესაბამისი ერთეულით;
- სახაზავით გაზომოს მართკუთხა პარალელეპიპედის სიგრძე, სიგანე და სიმაღლე;
- ფორმულით $V = a \cdot b \cdot c$ გამოთვალოს მართკუთხა პარალელეპიპედის მოცულობა;
- მენზურაში სითხის მოცულობა სწორად წაიკითხოს თვალის სითხის ზედაპირის დონეზე გასწორებით;
- სითხეში სრულად ჩაძირული სხეულის მოცულობა განსაზღვროს ფორმულით $V_{სხ} = V_2 - V_1$;
- გაზომვის მონაცემები აღრიცხოს სამუშაო ცხრილში, შეადაროს და დასკვნა მტკიცებულებით დაასაბუთოს;
- დაასახელოს გაზომვის შესაძლო შეცდომის წყაროები და დაიცვას ლაბორატორიული უსაფრთხოების წესები.

სტანდარტის შესაბამისი ინდიკატორები

- ნივთიერებისა და ველის ფიზიკური თვისებების გამოსაკვლევად შესაბამისი საკლასო ექსპერიმენტების დაგეგმვა და ჩატარება, მოსალოდნელი შედეგების წინასწარ განჭვრეტა და მისი შედარება ექსპერიმენტის შედეგებთან;
- ნივთიერებისა და ველის თვისებების მახასიათებელ ფიზიკურ სიდიდეთა გამოყენებით შესაბამისი სიტუაციური და პრობლემაზე ორიენტირებული ამოცანების გადაჭრა;
- ფიზიკური მოვლენებისა და პროცესების თვისებრივი და რაოდენობრივი დახასიათება;
- სხვადასხვა ფიზიკური მოვლენისა და პროცესის სადემონსტრაციო საკლასო ექსპერიმენტების დაგეგმვა და ჩატარება, მოსალოდნელი შედეგების პროგნოზირება და მისი შედარება ექსპერიმენტის შედეგებთან.

შეფასების კრიტერიუმები

მოსწავლე სწორად განსაზღვრავს საზომი ხელსაწყოს დანაყოფის ფასს; ზომავს პარალელეპიპედის სამივე განზომილებას; მონაცემებს შესაბამის ერთეულებში აღრიცხავს; მოცულობას სწორი ფორმულით გამოთვლის; მენზურის ჩვენებას თვალის სწორ მდგომარეობაში კითხულობს; სხეულის მოცულობას $V_2 - V_1$ სხვაობით ადგენს; დასკვნას მიღებული მონაცემებით ასაბუთებს და ასახელებს გაზომვის მინიმუმ ერთ შესაძლო შეცდომის წყაროს.

აქტივობა 1. მართკუთხა პარალელეპიპედის ფორმის სხეულის მოცულობის გაზომვა

აქტივობის კომპონენტი	აღწერა
აქტივობის მიზანი	კვლევა და ახალი ცოდნის აგება — მოსწავლემ უშუალო გაზომვებით განსაზღვროს სხეულის ხაზოვანი ზომები და გამოთვალოს მისი მოცულობა.
გამოყენებული სწავლების მიდგომა/მეთოდი	კვლევაზე დაფუძნებული სწავლება; ექსპერიმენტული სწავლება.
საკვლევი კითხვა	როგორ განვსაზღვროთ მართკუთხა პარალელეპიპედის ფორმის სხეულის მოცულობა მისი ხაზოვანი ზომების გაზომვით?
აქტივობის განხორციელება	მოსწავლეები მუშაობენ 3–4-კაციან ჯგუფებში. ჯგუფში ნაწილდება როლები: საზომი ხელსაწყოს შემმოწმებელი, გაზომვის შემსრულებელი, მონაცემების ჩამწერი და შედეგის მომხსენებელი. მასწავლებელი მოკლედ შეახსენებს, რომ მოცულობის გამოთვლამდე აუცილებელია სამივე ზომის ერთსა და იმავე ერთეულში გამოსახვა. მოსწავლეები სამუშაოს ასრულებენ სახელმძღვანელოში მოცემული თანმიმდევრობით.
ლაბორატორიული სამუშაო № 1 — სამუშაოს ეტაპები	1. დაადგინეთ სახაზავის დანაყოფის ფასი. 2. გაზომეთ მართკუთხა პარალელეპიპედის სიგრძე a, სიგანე b და სიმაღლე c. 3. გაზომვის შედეგები ჩაწერეთ ცხრილში. 4. გამოთვალეთ მართკუთხა პარალელეპიპედის მოცულობა ფორმულით $V = a \cdot b \cdot c$. 5. შედეგი ჩაწერეთ შესაბამისი მოცულობის ერთეულით. 6. ჯგუფის წევრებმა შეადარეთ მიღებული შედეგები და განსხვავების არსებობის შემთხვევაში გადაამოწმეთ სახაზავის დანაყოფის ფასი, საწყისი ნიშნულის სწორად შერჩევა და მონაცემების გამრავლება. გასავითარებელი უნარები: კვლევის უნარები; მონაცემების აღრიცხვა და გაანალიზება; თანამშრომლობა.
კითხვები გაზომვის დაწყებამდე	• რა ფიზიკური სიდიდეები უნდა გავზომოთ მოცულობის დასადგენად? • რა ერთეულით იზომება სიგრძე? მოცულობა? • რას გვიჩვენებს სახაზავის დანაყოფის ფასი? • რა ფორმულით გამოითვლება მართკუთხა პარალელეპიპედის მოცულობა? გასავითარებელი უნარები: კომუნიკაცია.
კითხვები გაზომვისას	• როგორ დაადგინეთ სახაზავის დანაყოფის ფასი? • რატომ უნდა დაემთხვეს სხეულის კიდის საწყისი სახაზავის ნულოვან ნიშნულს? • როგორ მოიქცევით, თუ სხეულის კიდე ნულოვან ნიშნულთან ვერ თავსდება? • რატომ უნდა იყოს a, b და c ერთსა და იმავე ერთეულში გამოსახული? • როგორ გადაამოწმებთ მიღებული მოცულობის სისწორეს? გასავითარებელი უნარები: კვლევის უნარები; მონაცემების აღრიცხვა და გაანალიზება; პრობლემის გადაჭრა.
კითხვები განზოგადების ეტაპზე	• რა შემთხვევაში გამოდგება $V = a \cdot b \cdot c$ ფორმულა სხეულის მოცულობის დასადგენად? • როგორ შეიცვლება მოცულობა, თუ სხეულის სიგრძე ორჯერ გაიზრდება, სიგანე და სიმაღლე კი უცვლელი დარჩება? • შეიძლება თუ არა ამავე მეთოდით ქვის მოცულობის განსაზღვრა? რატომ? • სად შეიძლება დაგვჭირდეს ყუთის ან ოთახის მოცულობის განსაზღვრა ყოველდღიურ ცხოვრებაში? გასავითარებელი უნარები: კრიტიკული აზროვნება; არგუმენტირებული დასკვნის ჩამოყალიბება.

აქტივობის კომპონენტი	აღწერა
მასწავლებლის ხელშემწყობი როლი	მასწავლებელი წინასწარ არ აწვდის გაზომვის შედეგებს. იგი აკვირდება სახაზავის სწორ განთავსებას, სვამს დამაზუსტებელ კითხვებს და მოსწავლეებს საკუთარი შესაძლო შეცდომის აღმოჩენაში ეხმარება. სხვადასხვა შედეგის მიღებისას სთხოვს ჯგუფებს შეადარონ არა მხოლოდ საბოლოო პასუხები, არამედ თითოეული გაზომვა და გამოყენებული ერთეულები.
რესურსები	თითო ჯგუფისთვის: მართკუთხა პარალელეპიპედის ფორმის მყარი სხეული; სახაზავი ან საზომი ლენტი; კალკულატორი საჭიროების შემთხვევაში; სამუშაო ცხრილი; ფანქარი.
უსაფრთხოება	გამოიყენეთ მსუბუქი, არამტვრევადი და ბასრი კიდეების არმქონე სხეული. სამუშაო ადგილი თავისუფალი უნდა იყოს ზედმეტი საგნებისგან. საზომი ხელსაწყო არ გამოიყენოთ თამაშისთვის.
შეფასება	სამუშაო ფურცლისა და დაკვირვების მიხედვით ფასდება: დანაყოფის ფასის სწორად განსაზღვრა; სამივე ზომის ზუსტი აღრიცხვა; ფორმულის სწორად გამოყენება; ერთეულის მითითება; შედეგის გადამოწმება და ჯგუფურ მუშაობაში მონაწილეობა.
დიფერენცირება	მხარდაჭერის საჭიროების მქონე მოსწავლეებს ეძლევათ წინასწარ სტრუქტურირებული ცხრილი და ფორმულა $V = a \cdot b \cdot c$, ასევე მინიშნება ერთეულების ერთგვაროვნებაზე. სტანდარტული მზაობის მოსწავლეები დამოუკიდებლად ზომავენ და ითვლიან. მაღალი მზაობის მოსწავლეები ზომებს სხვა ერთეულშიც გადაიყვანენ და ადარებენ, მიიღება თუ არა შესაბამისი მოცულობა.

მოსწავლის სამუშაო ცხრილის ნიმუში

სიგრძე, a, სმ	სიგანე, b, სმ	სიმაღლე, c, სმ	მოცულობა, V, სმ³

შუალედური დასკვნა

მართკუთხა პარალელეპიპედის მოცულობა განისაზღვრება მისი სიგრძის, სიგანისა და სიმაღლის გაზომვით და მათი ნამრავლით: $V = a \cdot b \cdot c$. სანდო შედეგისთვის აუცილებელია დანაყოფის ფასის სწორად განსაზღვრა და ყველა ზომის ერთსა და იმავე ერთეულში ჩაწერა.

აქტივობა 2. სხეულის მოცულობის განსაზღვრა მენზურით

აქტივობის კომპონენტი	აღწერა
აქტივობის მიზანი	კვლევა, ცოდნის გამოყენება და შეფასება — მოსწავლემ მენზურის გამოყენებით განსაზღვროს სითხის მოცულობა და წყალში სრულად ჩაძირული მყარი სხეულის მოცულობა.
გამოყენებული სწავლების მიდგომა/მეთოდი	კვლევაზე დაფუძნებული სწავლება; ექსპერიმენტული სწავლება.
საკვლევი კითხვა	როგორ განვსაზღვროთ უსწორმასწორო ფორმის მყარი სხეულის მოცულობა მენზურაში წყლის დონის ცვლილებით?

აქტივობის კომპონენტი	აღწერა
აქტივობის განხორციელება	მოსწავლეები ინარჩუნებენ იმავე ჯგუფებსა და როლებს. მასწავლებელი აჩვენებს მხოლოდ მენზურის სწორად წაკითხვის წესს: მენზურა უნდა იდგეს ჰორიზონტალურ ზედაპირზე, ხოლო თვალი — სითხის ზედაპირის დონეზე. მოსწავლეები შემდეგ სამუშაოს დამოუკიდებლად ასრულებენ სახელმძღვანელოში მოცემული ნაბიჯების მაქსიმალური დაცვით.
ლაბორატორიული სამუშაო № 2 — სამუშაოს ეტაპები	1. დაადგინეთ მენზურის დანაყოფის ფასი. 2. ჩაასხით მენზურაში წყალი და სხეულის ჩაშვებამდე გაზომეთ წყლის მოცულობა V_1. 3. დაამაგრეთ მყარი სხეული ძაფზე და ფრთხილად ჩაუშვით მენზურაში ისე, რომ იგი წყალში სრულად ჩაიძიროს. 4. ჩაწერეთ მენზურის ახალი ჩვენება V_2 — წყლისა და ჩაძირული სხეულის საერთო მოცულობა. 5. გამოთვალეთ სხეულის მოცულობა ფორმულით $V_{სხ} = V_2 - V_1$. 6. გაზომვის შედეგი და გამოთვლის შედეგი ჩაწერეთ ცხრილში. 7. გადაამოწმეთ, რომ სხეული სრულად იყო ჩაძირული, მენზურიდან წყალი არ გადმოსულა და ძაფის გავლენა უმნიშვნელოა. გასავითარებელი უნარები: კვლევის უნარები; მონაცემების აღრიცხვა და გაანალიზება; თანამშრომლობა.
კითხვები ექსპერიმენტის დაწყებამდე	• რას ზომავს მენზურა? • რა ერთეულებით არის მოცულობა მოცემული მენზურაზე? • რას ნიშნავს მენზურის დანაყოფის ფასი? • რას აღნიშნავს V_1 და V_2? • რა დამოკიდებულებით განვსაზღვრავთ სხეულის მოცულობას? გასავითარებელი უნარები: კომუნიკაცია.
კითხვები ექსპერიმენტის ჩატარებისას	• როგორ გამოთვალეთ მენზურის დანაყოფის ფასი? • რატომ უნდა იყოს თვალი გასწორებული სითხის ზედაპირის დონეზე? • რატომ უნდა ჩაიძიროს სხეული მთლიანად? • როგორ დარწმუნდებით, რომ წყალი არ გადმოსულა? • რატომ ვაკლებთ V_2-ს V_1-ს? • როგორ იმოქმედებს შედეგზე ჰაერის ბუშტი, რომელიც სხეულს მიეკრობა? გასავითარებელი უნარები: კრიტიკული აზროვნება; მონაცემების აღრიცხვა და გაანალიზება.
კითხვები განზოგადებისა და ტრანსფერის ეტაპზე	• რა ტიპის სხეულის მოცულობის განსაზღვრისთვის არის ეს მეთოდი განსაკუთრებით გამოსადეგი? • შეიძლება თუ არა ამ მეთოდით წყალში ხსნადი სხეულის მოცულობის გაზომვა? რატომ? • რა უნდა შევცვალოთ, თუ სხეული წყალში ტივტივებს? • რა მოხდება, თუ სხეული მენზურის კედელს მიეკრობა? • როგორ შეიძლება შევამოწმოთ პირველი აქტივობით მიღებული პარალელეპიპედის მოცულობა მენზურის მეთოდით? გასავითარებელი უნარები: პრობლემის გადაჭრა; არგუმენტირებული დასკვნის ჩამოყალიბება.
მასწავლებლის ხელშემწყობი როლი	მასწავლებელი აკონტროლებს უსაფრთხოებასა და მენზურის სწორად წაკითხვას, მაგრამ V_1, V_2 ან საბოლოო მოცულობას არ კარნახობს. თუ მოსწავლეები არასწორ პასუხს იღებენ, სთხოვს თანმიმდევრულად გადაამოწმონ დანაყოფის ფასი, თვალის მდგომარეობა, სხეულის სრული ჩაძირვა და გამოკლების მოქმედება.

აქტივობის კომპონენტი	აღწერა
რესურსები	თითო ჯგუფისთვის: პლასტმასის მენზურა; წყალი; მყარი, წყალში უხსნადი და მენზურაში თავისუფლად ჩასატევი სხეული; თხელი ძაფი; პატარა ჭურჭელი წყლისთვის; ხელსახოცი; სამუშაო ცხრილი.
უსაფრთხოება	მენზურა დადგით მყარ, ჰორიზონტალურ ზედაპირზე. გამოიყენეთ პლასტმასის მენზურა და არამტვრევადი სხეული. სხეული წყალში ჩაუშვით ფრთხილად, რომ წყალი არ გადაიღვაროს. დაღვრილი წყალი დაუყოვნებლივ გაწმინდეთ. მენზურაში არ მოათავსოთ ძალიან მძიმე, ბასრი ან წყალში ხსნადი ნივთი.
შეფასება	კვლევითი სამუშაო ფასდება კრიტერიუმებით: დანაყოფის ფასის სწორად განსაზღვრა; V_1-ისა და V_2-ის ზუსტი წაკითხვა; სხეულის სრული ჩაძირვა; $V_{სხ} = V_2 - V_1$ დამოკიდებულების სწორად გამოყენება; ერთეულის მითითება; დასკვნის მონაცემებით დასაბუთება; შეცდომის წყაროს დასახელება.
დიფერენცირება	მხარდაჭერის საჭიროების მქონე მოსწავლეებს ეძლევათ მენზურის გადიდებული სურათი, რომელზეც შეუძლიათ დანაყოფების დათვლა, და წინადადების დასაწყისი: „სხეულის ჩაშვებამდე მოცულობა იყო..., ჩაშვების შემდეგ..., ამიტომ სხეულის მოცულობაა...“. სტანდარტული მზაობის მოსწავლეები დამოუკიდებლად ავსებენ ცხრილს. მაღალი მზაობის მოსწავლეები ადარებენ მენზურით მიღებულ შედეგს პირველი აქტივობის ფორმულით მიღებულ მოცულობას და ხსნიან შესაძლო სხვაობას.

მოსწავლის სამუშაო ცხრილის ნიმუში

სითხის მოცულობა სხეულის ჩაშვებამდე, V_1, სმ³	სითხისა და სხეულის საერთო მოცულობა ჩაშვების შემდეგ, V_2, სმ³	სხეულის მოცულობა, $V_{სხ} = V_2 - V_1$, სმ³

მართებული დასკვნა

წყალში სრულად ჩაძირული სხეული სითხეში იკავებს საკუთარი მოცულობის ტოლ მოცულობას. ამიტომ მისი მოცულობა განისაზღვრება მენზურის ჩვენებათა სხვაობით: $V_{სხ} = V_2 - V_1$. მეთოდი განსაკუთრებით გამოსადეგია ისეთი უსწორმასწორო ფორმის მყარი სხეულებისთვის, რომელთა მოცულობას ხაზოვანი ზომების გამრავლებით ვერ გამოვთვლით.

მინი აქტივობა განმავითარებელი შეფასებისთვის

ინდივიდუალურად შეავსეთ: 1) პარალელეპიპედის მოცულობის ფორმულაა _____; 2) თუ მენზურაში წყლის საწყისი მოცულობაა 60 სმ³, ხოლო სხეულის ჩაშვების შემდეგ — 85 სმ³, სხეულის მოცულობაა _____; 3) ერთი წინადადებით ახსენით, რატომ უნდა იყოს თვალი გასწორებული სითხის ზედაპირის დონეზე მენზურის ჩვენების წაკითხვისას.

გასავითარებელი უნარები: პრობლემის გადაჭრა; არგუმენტირებული დასკვნის ჩამოყალიბება.

მასწავლებლის ინსტრუქცია

გაკვეთილის 45 წუთში ჩასატევად რესურსები წინასწარ დაალაგეთ ჯგუფების მაგიდებზე, სხეულები წინასწარ შეარჩიეთ მენზურის ზომის შესაბამისად და სამუშაო ცხრილები წინასწარ დაარიგეთ. ყურადღება მიაქციეთ, რომ მოსწავლეებმა არ შეცვალონ სახელმძღვანელოში მოცემული მოქმედებების თანმიმდევრობა და ყველა რიცხვით შედეგს აუცილებლად დაურთონ ერთეული. დამოუკიდებელი სამუშაოს პასუხებში დასაბუთება აუცილებელია იქ, სადაც მოსწავლე მეთოდის არჩევანს ან გაზომვის შედეგთა განსხვავებას ხსნის.

მოსწავლის წიგნში მოცემული კითხვების პასუხები:

1. ფიზიკური სიდიდეების გასაზომად გამოიყენება ორი სახის ხელსაწყო: ა) ციფრული, რომელიც გაზომვის შედეგს პირდაპირ ეკრანზე აჩვენებს და ბ) სკალიანი, რომელზეც გაზომვის შედეგი სკალაზე აითვლება. ციფრულ ხელსაწყოს ეკრანზე პირდაპირ არის მოცემული შედეგი, სკალიანზე კი დამკვირვებელმა უნდა განსაზღვროს იგი.
2. სკალიანი გამზომი ხელსაწყოს დანაყოფის ფასის დასადგენად უნდა მოვიქცეთ შემდეგნაირად: ა) მოვძებნოთ სკალაზე ორი უახლოესი ხაზი, რომლებსაც რიცხვები აწერია; ბ) დავთვალოთ არჩეულ ორ ხაზს შორის შუალედების რაოდენობა; გ) ვიპოვოთ სხვაობა ორ არჩეულ დიდ და მცირე რიცხვს შორის; დ) მიღებული სხვაობა გავყოთ დანაყოფების რაოდენობაზე. მიღებული რიცხვი არის ხელსაწყოს დანაყოფის ფასი.
3. ჩანაწერი - სხეულის ტემპერატურაა $(15\pm0.5)^0C$, ნიშნავს, რომ ტემპერატურის ნამდვილი მნიშვნელობა $(15-0.5)^0C$-სა და $(15+0.5)^0C$-ს შორისაა მოთავსებული.

პარაგრაფი №1.1 — ნივთიერების აგებულება

აქტივობების მოკლე მიმოხილვა

№	გაკვეთილი/ეტაპი	აქტივობის დასახელება	აქტივობის მიზანი	სამიზნე ცნება/ცნებები და ინდიკატორები
1	კვლევა და ახალი ცოდნის აგება	დებულებები ნივთიერების აგებულების შესახებ	მოსწავლე შეძლებს მარტივი ცდების შედეგების პროგნოზირებას, დაკვირვების აღწერას, მიზეზისა და შედეგის დაკავშირებას და მტკიცებულებებზე დაყრდნობით დასკვნის ჩამოყალიბებას, რომ ნივთიერება უმცირესი ნაწილაკებისგან შედგება და მათ შორის შუალედებია.	ნივთიერება და ველი — ნივთიერების ფიზიკური თვისებებისა და მათი ცვლილების თვისებრივი აღწერა; საკლასო ექსპერიმენტის ორგანიზება, შედეგის პროგნოზირება და შედარება. ფიზიკური პროცესი — პროცესის გამომწვევი მიზეზისა და შედეგის დაკავშირება.
2	ცოდნის გააზრება, სისტემატიზაცია და ტრანსფერი	მოლეკულები და ატომები	მოსწავლე შეძლებს ინტერაქციული ახსნის, მოდელებისა და ვიზუალური მასალის საფუძველზე განმარტოს მოლეკულისა და ატომის არსი, განასხვავოს სხვადასხვა ნივთიერების ნაწილაკური მოდელები, შეადაროს ჟანგბადისა და ოზონის მოლეკულები და	ნივთიერება და ველი — ნივთიერების ნაწილაკური აგებულების გააზრება; ნივთიერების თვისებების მის აგებულებასთან დაკავშირება. ფიზიკური პროცესი

№	გაკვეთილი/ეტაპი	აქტივობის დასახელება	აქტივობის მიზანი	სამიზნე ცნება/ცნებები და ინდიკატორები
			ნაწილაკების უკიდურესად მცირე ზომა გარემომცველი სხეულების ზომებს დაუკავშიროს.	— მოდელისა და შედარების გამოყენებით ფიზიკური მოვლენების თვისებრივი ახსნა.

სასწავლო შედეგები - მოსწავლე შეძლებს:

- დაკვირვებისა და მარტივი ექსპერიმენტის საფუძველზე დაასაბუთოს, რომ ნივთიერება უმცირესი ნაწილაკებისგან შედგება;
- სხეულის გაცხელებისას ზომის ცვლილება დაუკავშიროს ნაწილაკებს შორის შუალედების ცვლილებას;
- განმარტოს, რომ მოლეკულა არის ნივთიერების უმცირესი ნაწილაკი, რომელიც ამ ნივთიერების ქიმიურ თვისებებს ინარჩუნებს;
- განმარტოს, რომ მოლეკულები ატომებისგან შედგება და ერთი და იმავე ნივთიერების მოლეკულები ერთნაირია;
- მოდელების საშუალებით განასხვავოს ერთატომიანი, ორატომიანი და მრავალატომიანი მოლეკულები და შეადაროს ჟანგბადისა და ოზონის მოლეკულები;
- აღწეროს ნივთიერების ნაწილაკების უკიდურესად მცირე ზომა და გამოიყენოს სახელმძღვანელოში მოცემული მასშტაბური შედარებები;
- მონაცემების, მოდელებისა და დაკვირვების საფუძველზე ჩამოაყალიბოს დასაბუთებული დასკვნა.

სტანდარტის შესაბამისი ინდიკატორები

- ნივთიერებათა/სხეულთა ფიზიკური თვისებების ახსნა ნივთიერებათა გვაროვნებასა და აგრეგატულ მდგომარეობაზე დაყრდნობით;
- ნივთიერებათა ფიზიკური თვისებების ცვლილების თვისებრივი დახასიათება და ამ ცვლილების დაკავშირება ცვლილების გამომწვევ მიზეზებთან;
- ნივთიერებისა და ველის ფიზიკური თვისებების გამოსაკვლევად შესაბამისი საკლასო/საშინაო ექსპერიმენტების ორგანიზება, მოსალოდნელი შედეგების წინასწარ განჭვრეტა და მისი შედარება ექსპერიმენტის შედეგებთან;
- ფიზიკური მოვლენებისა და პროცესების თვისებრივი დახასიათება;
- ფიზიკური პროცესის გამომწვევი მიზეზებისა და შედეგების ერთმანეთთან დაკავშირება და ამ კავშირების განმაპირობებელი ფაქტორების ახსნა.

შეფასების კრიტერიუმები

მოსწავლე ზუსტად აღწერს თითოეული ცდის შედეგს; წინასწარ გამოთქმულ ვარაუდს ადარებს დაკვირვებას; სხეულის გაფართოებას უკავშირებს ნაწილაკებს შორის შუალედების ზრდას და არა თავად ნაწილაკების ზომის გაზრდას; სწორად განმარტავს მოლეკულასა და ატომს; ნაწილაკური მოდელით განასხვავებს სხვადასხვა ნივთიერებას; ჟანგბადისა და ოზონის მაგალითზე ასაბუთებს, რომ ერთი და იმავე ელემენტის ატომებით განსხვავებული მოლეკულები შეიძლება წარმოიქმნას; დასკვნას ამყარებს ცდით, მოდელით ან ტექსტში მოცემული მტკიცებულებით.

აქტივობა 1. დებულებები ნივთიერების აგებულების შესახებ

აქტივობის კომპონენტი	აღწერა
აქტივობის მიზანი	კვლევა და ახალი ცოდნის აგება: მოსწავლეებმა დაკვირვებითა და ორი მარტივი ცდით ჩამოაყალიბონ ნივთიერების ნაწილაკური აგებულების მოდელი — ნივთიერება უმცირესი ნაწილაკებისგან შედგება და მათ შორის შუალედებია.
გამოყენებული სწავლების მიდგომა/მეთოდი	კვლევაზე დაფუძნებული სწავლება; ექსპერიმენტული სწავლება.
საკვლევი კითხვა	რა დასკვნის გამოტანა შეგვიძლია ნივთიერების აგებულების შესახებ, თუ წყალში დამატებული საღებავი მთელ მოცულობაში ნაწილდება, ხოლო გაცხელებული ლითონის ბურთულა რგოლში აღარ ეტევა?
აქტივობის განხორციელება	მასწავლებელი კლასს აცნობს საკვლევ კითხვას და მოსწავლეებს სთხოვს, ინდივიდუალურად ჩამოწერონ ორი პროგნოზი: 1) რა მოხდება წყალში საღებავის რამდენიმე წვეთის დამატების შემდეგ; 2) შესაძლებელია თუ არა ლითონის ბურთულის რგოლში გატარება მისი გაცხელების შემდეგ. მოსწავლეები მუშაობენ მცირე ჯგუფებში, ინაწილებენ დამკვირვებლის, ჩამწერისა და მომხსენებლის როლებს. პირველი ცდა შეიძლება ჯგუფურად ჩატარდეს, მეორე — მასწავლებლის მიერ საჩვენებლად. თითოეული ცდის შემდეგ ჯგუფები აღწერენ მხოლოდ დაკვირვებულ ფაქტს, შემდეგ კი მასწავლებლის კითხვების დახმარებით ხსნიან მოვლენებს.
ექსპერიმენტი 1 — წყლის შეფერადება	გამჭვირვალე ჭიქაში ჩასხმულ წყალს ფრთხილად ემატება საკვები საღებავის 1–2 წვეთი. ჭიქას არ ურევენ. მოსწავლეები აკვირდებიან, როგორ ჩნდება თავდაპირველად ფერადი ზოლი/ღრუბელი და შემდეგ როგორ ფერადდება წყლის უფრო დიდი ნაწილი. ისინი სამუშაო ფურცელზე აფიქსირებენ საწყის და შემდგომ მდგომარეობას სიტყვიერად ან მარტივი ნახატით. მოსალოდნელი დაკვირვება: საღებავის ნაწილაკები წყალში ვრცელდება და წყალი თანდათან ფერს იცვლის. დასკვნამდე მისვლის გზა: თუ საღებავი წყლის შიგნით გადაადგილდება და სივრცეში ნაწილდება, წყალი უწყვეტი, სრულიად „შევსებული“ მასა არ უნდა იყოს; მის უმცირეს ნაწილაკებს შორის უნდა არსებობდეს შუალედები, რომლებშიც სხვა ნივთიერების ნაწილაკები შეიძლება განაწილდეს. გასავითარებელი უნარები: კვლევის უნარები; მონაცემების აღრიცხვა და გაანალიზება; არგუმენტირებული დასკვნის ჩამოყალიბება.
კითხვები პირველი ცდის დაწყებამდე	• რომელი ორი ნივთიერება მონაწილეობს ცდაში? • რას ვაკვირდებით ცდის დასაწყისში — სად არის სითხის შეფერილი ნაწილი? • რა იცვლება დროის გასვლასთან ერთად? გასავითარებელი უნარები: თანამშრომლობა და კომუნიკაცია.
კითხვები პირველი ცდის მიმდინარეობისას	• რატომ არ ვურევთ წყალს კოვზით? • როგორ შევადაროთ სითხის საწყისი და შემდგომი მდგომარეობა ისე, რომ ცვლილება დავინახოთ? • რა მტკიცებულება გვაქვს, რომ საღებავი წყლის მთელ ნაწილში გადაადგილდება? გასავითარებელი უნარები: კვლევის უნარები; მონაცემების აღრიცხვა და გაანალიზება.

აქტივობის კომპონენტი	აღწერა
კითხვები პირველი ცდის განზოგადებისას	• რას გვაფიქრებინებს ეს დაკვირვება წყლის აგებულებაზე? • შეიძლება თუ არა წყალი მთლიანად უწყვეტი მასა იყოს, თუ მასში სხვა ნივთიერების უმცირესი ნაწილაკები ნაწილდება? • რატომ ვერ ვხედავთ წყლისა და საღებავის უმცირეს ნაწილაკებს შეუიარაღებელი თვალით? გასავითარებელი უნარები: კრიტიკული აზროვნება; არგუმენტირებული დასკვნის ჩამოყალიბება.
ექსპერიმენტი 2 — ბურთულისა და რგოლის ცდა	მასწავლებელი ოთახის ტემპერატურის ლითონის ბურთულას გაატარებს რგოლში და მოსწავლეებს აჩვენებს, რომ ბურთულა თავისუფლად გადის. შემდეგ ბურთულას ფრთხილად გააცხელებს სპირტქურაზე/სპეციალურ გამაცხელებელზე და კვლავ მიუახლოვებს რგოლს — გაცხელებული ბურთულა რგოლში აღარ ეტევა. გაგრილების შემდეგ ბურთულა კვლავ გადის. მოსწავლეები ავსებენ ცხრილს: „მდგომარეობა — ბურთულის გავლა — შესაძლო ახსნა“. მოსალოდნელი დაკვირვება: გაცხელებისას ბურთულის ზომა მცირედ იზრდება, გაგრილებისას კი საწყის ზომას უბრუნდება. დასკვნამდე მისვლის გზა: ლითონის ნაწილაკები არ იზრდება; გაცხელებისას მათ შორის საშუალო შუალედი იზრდება, რის გამოც მთლიანად სხეული ფართოვდება. გასავითარებელი უნარები: კვლევის უნარები; კრიტიკული აზროვნება; არგუმენტირებული დასკვნის ჩამოყალიბება.
კითხვები მეორე ცდის დაწყებამდე	• გადის თუ არა ცივი ბურთულა რგოლში? • რომელი ფიზიკური პირობა იცვლება ცდისას? • რა ეწოდება სხეულის ზომის ზრდას? გასავითარებელი უნარები: თანამშრომლობა და კომუნიკაცია.
კითხვები მეორე ცდის მიმდინარეობისას	• რატომ უნდა შევამოწმოთ ბურთულა რგოლში გაცხელებამდეც და გაცხელების შემდეგაც? • როგორ გვაძლევს გაგრილების შემდგომი შემოწმება დამატებით მტკიცებულებას? • რა შევინარჩუნეთ უცვლელად და რა შევცვალეთ? გასავითარებელი უნარები: კვლევის უნარები; კრიტიკული აზროვნება.
კითხვები მეორე ცდის განზოგადებისას	• გაიზარდა თავად თითოეული უმცირესი ნაწილაკი თუ მათ შორის შუალედი? რომელი ახსნა ეთანხმება ნაწილაკურ მოდელს? • რატომ ტოვებენ რკინიგზის რელსებსა და ხიდის კონსტრუქციებში მცირე შუალედებს? • რა მოხდება ბურთულის სრულად გაგრილების შემდეგ და რატომ? გასავითარებელი უნარები: კრიტიკული აზროვნება; პრობლემის გადაჭრის უნარი; არგუმენტირებული დასკვნის ჩამოყალიბება.
მასწავლებლის ხელშემწყობი როლი	მასწავლებელი მკაფიოდ განასხვავებს დაკვირვებულ ფაქტს და მის ნაწილაკურ ახსნას. არ აწვდის დასკვნას წინასწარ; სვამს კითხვებს: „რას ხედავთ?“, „რომელი პირობა შეიცვალა?“, „რა მოდელი ხსნის ორივე ცდას?“ განსაკუთრებულად აზუსტებს, რომ გაცხელებისას თავად ნაწილაკები არ დიდდება — იზრდება მათ შორის შუალედი. პირველი ცდის განხილვისას არ ასახელებს დიფუზიას და არ გადადის ამ პროცესის მექანიზმის დეტალურ განხილვაზე.

აქტივობის კომპონენტი	აღწერა
რესურსები	გამჭვირვალე ჭიქები; წყალი; საკვები საღებავი და საწვეთური; თეთრი ფურცელი ფონისთვის; სამუშაო ფურცელი; ბურთულისა და რგოლის სადემონსტრაციო ნაკრები; შტატივი/დამჭერი; სპირტქურა ან უსაფრთხო გამაცხელებელი; თბოგამძლე ხელთათმანი; ცივი წყლის ჭურჭელი მხოლოდ მასწავლებლისთვის, საჭიროების შემთხვევაში.
უსაფრთხოება	საღებავი არ უნდა მოხვდეს თვალში ან პირში; დაღვრილი წყალი დაუყოვნებლივ გაიწმინდოს. ბურთულის გაცხელებას, გადატანასა და გაგრილებას ასრულებს მხოლოდ მასწავლებელი. მოსწავლეები იცავენ უსაფრთხო მანძილს; გახურებულ ლითონს ხელით არ ეხებიან; სამუშაო ზედაპირზე არ უნდა იყოს ადვილად აალებადი მასალა.
შეფასება	განმავითარებელი შეფასება დაკვირვების ფურცლითა და ზეპირი პასუხებით. კრიტერიუმები: პროგნოზის ჩამოყალიბება; დაკვირვებული ფაქტისა და ახსნის გამიჯვნა; ორი მდგომარეობის შედარება; ნაწილაკებს შორის შუალედების შესახებ დასკვნის მტკიცებულებით დასაბუთება; უსაფრთხოების წესების დაცვა.
დიფერენცირება	მხარდაჭერის საჭიროების მქონე მოსწავლეებს ეძლევათ წინადადების დასაწყისები: „თავდაპირველად დავინახეთ...“, „შემდეგ შეიცვალა...“, „ეს გვაფიქრებინებს, რომ...“ და ნაწილაკების მზა სქემები. სტანდარტული მზაობის მოსწავლეები დამოუკიდებლად ავსებენ ცხრილს. მაღალი მზაობის მოსწავლეები ხატავენ ცივი და გაცხელებული სხეულის ნაწილაკურ მოდელს და ხსნიან სხეულის გაფართოების მოვლენას.

მოსწავლის სამუშაო ცხრილის ნიმუში

ცდა	საწყისი მდგომარეობა	რა შევცვალეთ?	რას დავაკვირდით?	რა დასკვნა გამოგვაქვს?
წყალი და საღებავი	საღებავი წყლისგან მოშორებით გვაქვს	დავამატეთ წყალს საღებავი და დავაკვირდით	წყალი თანდათან შეიფერა	
ბურთულა და რგოლი	ცივი ბურთულა რგოლში გადის	ბურთულა გავაცხელეთ	გაცხელებული ბურთულა რგოლში აღარ ეტევა	

შუალედური დასკვნა

ნივთიერება შედგება უმცირესი ნაწილაკებისგან. ამ ნაწილაკებს შორის არსებობს შუალედები. სხეულის გაცხელებისას ნაწილაკებს შორის საშუალო შუალედი იზრდება და სხეული ფართოვდება; თავად ნაწილაკების ზომა არ იზრდება.

აქტივობა 2. მოლეკულები და ატომები

აქტივობის კომპონენტი	აღწერა
აქტივობის მიზანი	ცოდნის გააზრება, სისტემატიზაცია და ტრანსფერი: მოსწავლეებმა ინტერაქციული ახსნის, ვიზუალური მოდელებისა და მოკლე დავალებების საშუალებით გაიაზრონ მოლეკულის, ატომის რაობა, სხვადასხვა ნივთიერების ნაწილაკური აგებულების განსხვავება და ნაწილაკების უკიდურესად მცირე ზომა.
გამოყენებული სწავლების მიდგომა/მეთოდი	ინტერაქტიული მინი-ლექცია; სიღრმისეული სწავლება.
აქტივობის განხორციელება	მასწავლებელი ინფორმაციას აწვდის მცირე, ერთმანეთთან დაკავშირებულ ბლოკებად. ყოველი ბლოკის შემდეგ მოსწავლეები პასუხობენ მოკლე შეკითხვას ან ასრულებენ ბარათების დავალებას, რათა ახსნა პასიურ მოსმენად არ გადაიქცეს. გამოიყენება სახელმძღვანელოს სურათები: ნივთიერების ნაწილაკური მოდელი; წყლისა და შაქრის მოლეკულები; ჟანგბადისა და ოზონის მოდელები; დნმ-ის რთული მოლეკულა; ნაწილაკების ზომის მასშტაბური შედარება.
საინფორმაციო ბლოკი 1 — მოლეკულა	მასწავლებელი განმარტავს: ნივთიერების უმცირეს ნაწილაკს, რომელიც ამ ნივთიერების ქიმიურ თვისებებს ინარჩუნებს, მოლეკულა ეწოდება. ერთი და იმავე ნივთიერების მოლეკულები ერთნაირია, სხვადასხვა ნივთიერების მოლეკულები კი ერთმანეთისგან განსხვავდება. მოსწავლეები აკვირდებიან წყლისა და შაქრის ნაწილაკურ მოდელებს და ასახელებენ, რომ განსხვავებულ ნივთიერებებს განსხვავებული მოლეკულები აქვს. გასავითარებელი უნარები: კრიტიკული აზროვნება; თანამშრომლობა და კომუნიკაცია.
კითხვები პირველი საინფორმაციო ბლოკის შემდეგ	• რას ეწოდება მოლეკულა? • ერთნაირია თუ არა ერთი ნივთიერების ყველა მოლეკულა? • შეიძლება თუ არა წყლისა და შაქრის მოლეკულები ერთნაირი იყოს? რატომ? გასავითარებელი უნარები: თანამშრომლობა და კომუნიკაცია.
საინფორმაციო ბლოკი 2 — ატომი და მოლეკულის შედგენილობა	მასწავლებელი განმარტავს: მოლეკულები უფრო მცირე ნაწილაკების — ატომებისგან — შედგება. ატომები შეიძლება ერთმანეთთან სხვადასხვა რაოდენობითა და განლაგებით გაერთიანდეს. მოსწავლეები ფერადი მაგნიტური ბურთულებით ან ქაღალდის წრეებით ქმნიან მარტივ მოდელებს: ერთატომიან ნაწილაკს, ორატომიან მოლეკულას და სამატომიან მოლეკულას. ხაზგასმულია, რომ მოდელში ფერი ატომის სახეობას აღნიშნავს, ხოლო შეერთებული ბურთულები — ერთ მოლეკულას. გასავითარებელი უნარები: შემოქმედებითი აზროვნება; თანამშრომლობა და კომუნიკაცია.
კითხვები მოდელების შექმნისას	• როგორ აჩვენებთ მოდელში, რომ მოლეკულა ორი ატომისგან შედგება? • რა ნიშნით განასხვავებთ ერთატომიან, ორატომიან და სამატომიან ნაწილაკებს? • რას აღნიშნავს მოდელში ფერი და რას — ბურთულების შეერთება? გასავითარებელი უნარები: პრობლემის გადაჭრის უნარი; თანამშრომლობა და კომუნიკაცია.
საინფორმაციო ბლოკი 3 — ჟანგბადი და ოზონი	სახელმძღვანელოს მოდელების საფუძველზე მასწავლებელი აჩვენებს, რომ ჟანგბადის მოლეკულა ორი ჟანგბადის ატომისგან შედგება (O_2), ოზონის მოლეკულა კი — სამი ჟანგბადის ატომისგან (O_3). მიუხედავად იმისა, რომ ორივე ერთი და იმავე ელემენტის ატომებითაა აგებული, ისინი განსხვავებული ნივთიერებებია და განსხვავებული თვისებები აქვთ. მოსწავლეები წყვილებში ადგენენ ერთ მსგავსებასა და ორ განსხვავებას.

აქტივობის კომპონენტი	აღწერა
	გასავითარებელი უნარები: კრიტიკული აზროვნება; არგუმენტირებული დასკვნის ჩამოყალიბება.
კითხვები ჟანგბადისა და ოზონის შედარებისას	• რატომ არის O_2 და O_3 განსხვავებული ნივთიერებები, მიუხედავად იმისა, რომ ორივე ჟანგბადის ატომებისგან შედგება? • რა შეიცვლება მოდელში, თუ ერთ დამატებით ატომს დავამატებთ? • შეგვიძლია თუ არა მხოლოდ ატომის სახეობის ცოდნით ნივთიერების ზუსტად განსაზღვრა, თუ ატომების რაოდენობაც მნიშვნელოვანია? გასავითარებელი უნარები: კრიტიკული აზროვნება; არგუმენტირებული დასკვნის ჩამოყალიბება.
საინფორმაციო ბლოკი 4 — ნაწილაკების ზომა და რთული მოლეკულები	მასწავლებელი სახელმძღვანელოდან მასშტაბური შედარების მაგალითს იყენებს: წყლის მოლეკულის დიამეტრი იმდენად მცირეა, რომ დაახლოებით 100 000 000 მოლეკულის ერთ რიგად განლაგება მხოლოდ რამდენიმე სანტიმეტრს დაიკავებს. შემდეგ აჩვენებს, რომ ზოგი მოლეკულა მარტივია, ზოგი კი მრავალი ატომისგან შედგება — მაგალითად, დნმ-ის მოლეკულა. მოსწავლეები მსჯელობენ, რატომ გვჭირდება მოდელები ისეთი ობიექტების შესასწავლად, რომლებსაც უშუალოდ ვერ ვხედავთ. გასავითარებელი უნარები: კრიტიკული აზროვნება; შემოქმედებითი აზროვნება.
კითხვები შეჯამების ეტაპზე	• რომელია უფრო მცირე — ატომი თუ მოლეკულა? • ყველა მოლეკულა ერთი და იმავე რაოდენობის ატომისგან შედგება? • რატომ ვერ ვხედავთ ცალკეულ მოლეკულებს ჩვეულებრივი თვალით? • რატომ არის მოდელი სასარგებლო, თუმცა რეალური ნაწილაკის ზუსტი ასლი არ არის? • როგორ უკავშირდება პირველი აქტივობის ორი ცდა ნაწილაკურ მოდელს? გასავითარებელი უნარები: კრიტიკული აზროვნება; არგუმენტირებული დასკვნის ჩამოყალიბება.
მასწავლებლის ხელშემწყობი როლი	მასწავლებელი ლექციურ ინფორმაციას მოკლე ბლოკებად აწვდის და ყოველი ბლოკის შემდეგ ამოწმებს გააზრებას. ყურადღებას ამახვილებს სამ წარმოდგენაზე, რომელშიც ხშირად მოსწავლეები შეცდომებს უშვებენ: 1) ნივთიერების ნაწილაკები არ არის ნივთიერების ხილული „ნამცეცები“; 2) გაცხელებისას თავად ნაწილაკები არ იზრდება; 3) მოდელში ბურთულების ფერი და ზომა პირობითია. მოსწავლეებს სთხოვს ყველა პასუხი დააკავშირონ მოდელთან, სურათთან ან წინა ცდის დაკვირვებასთან.
რესურსები	მოსწავლის წიგნის სურათები და ტექსტი; პროექტორი ან დაბეჭდილი ბარათები; ფერადი მაგნიტური ბურთულები/პლასტილინის ბურთულები/ქაღალდის წრეები ატომებისა და მოლეკულების მოდელებისთვის; O_2 და O_3 მოდელების ბარათები; სამუშაო ფურცელი; QR-რესურსი სურვილის შემთხვევაში.
შეფასება	მოკლე ზეპირი ქვიზი და მოდელის შეფასება. კრიტერიუმები: მოლეკულისა და ატომის სწორად განმარტება; მოდელში ატომებისა და მოლეკულის გამიჯვნა; O_2-ისა და O_3-ის შედარება; ერთნაირი და განსხვავებული ნივთიერების მოლეკულების შესახებ სწორი მსჯელობა; ნაწილაკების მცირე ზომის გააზრება; პასუხის მოდელით ან მტკიცებულებით დასაბუთება.
დიფერენცირება	მხარდაჭერის საჭიროების მქონე მოსწავლეებს ეძლევათ სიტყვათა ბანკი: ნივთიერება, ნაწილაკი, მოლეკულა, ატომი, შუალედი, მოდელი და წინასწარ ნაწილობრივ აწყობილი მოდელები. სტანდარტული მზაობის მოსწავლეები ქმნიან და ხსნიან O_2-ისა და O_3-ის მოდელებს. მაღალი მზაობის მოსწავლეები ქმნიან უცნობი მოლეკულის

აქტივობის კომპონენტი	აღწერა
	მოდელს 2–3 სახის ატომით, ადგენენ მის „ფორმულას“ პირობითი სიმბოლოებით და ხსნიან, რატომ შეიძლება რთული მოლეკულა მრავალი ატომისგან შედგებოდეს.

მოსწავლის სამუშაო ცხრილის ნიმუში

მოდელი/მაგალითი	რამდენი ატომია?	რამდენი სახის ატომია?	რა არის საერთო?	რა განსხვავებაა?
O_2	2	1		
O_3	3	1		
რთული მოლეკულის მოდელი				

მართებული დასკვნა

ნივთიერებები უმცირესი ნაწილაკებისგან შედგება. ნივთიერების უმცირეს ნაწილაკს, რომელიც მის ქიმიურ თვისებებს ინარჩუნებს, მოლეკულა ეწოდება; მოლეკულა ატომებისგან შედგება. ერთი და იმავე ნივთიერების მოლეკულები ერთნაირია, სხვადასხვა ნივთიერების მოლეკულები — განსხვავებული. ატომების სახეობა, რაოდენობა და გაერთიანების წესი ნივთიერების ნაწილაკურ აგებულებას განსაზღვრავს.

მინი აქტივობა განმავითარებელი შეფასებისთვის

ინდივიდუალურად შეასრულეთ: 1) დაასრულეთ წინადადება — „ნივთიერება შედგება ..., მათ შორის კი ...“; 2) განმარტეთ განსხვავება ატომსა და მოლეკულას შორის; 3) დახატეთ ცივი და გაცხელებული სხეულის ნაწილაკური მოდელი და ერთი წინადადებით დაასაბუთეთ, რატომ ფართოვდება სხეული.

გასავითარებელი უნარები: კრიტიკული აზროვნება; თანამშრომლობა და კომუნიკაცია.

მასწავლებლის ინსტრუქცია

ყურადღება მიაქციეთ, რომ მოსწავლეებმა სხეულის გაფართოება არ ახსნან ნაწილაკების ზომის ზრდით; პასუხში უნდა მიუთითონ ნაწილაკებს შორის შუალედის ცვლილება. მოლეკულისა და ატომის განმარტებები მოითხოვეთ ასაკის შესაბამისი ფორმით. ამ პარაგრაფში არ გამოიყენოთ და არ მოითხოვოთ „დიფუზიის“ ცნება — იგი მომდევნო პარაგრაფში განიხილება.

მოსწავლის წიგნში მოცემული კითხვების პასუხები:

1. ნივთიერება რომ უამრავი მცირე ზომის ნაწილაკებისაგან შედგება, ამას ადასტურებს, მაგალითად: ა) წყლის მთლიანად შეფერადება მასში საღებავის ერთი წვეთის ჩავარდნის შემდეგ - საღებავი ნაწილაკებად იშლება და წყალში ნაწილდება; ბ) ლითონის ბირთვი გაცხელების შემდეგ აღარ გაეტევა რგოლში, რომელშიც მანამდე თავისუფლად გადიოდა - გაცხელების გამო ბირთვის ნაწილაკებს შორის მანძილი იზრდება; გ) აირის ადვილად შეკუმშვა - აირის ნაწილაკები ერთმანეთს უახლოვდებიან; დ) სუნამოს სუნის ოთახში გავრცელება - სუნამოს ნაწილაკები ერევა ჰაერის ნაწილაკებს;

   ეს მაგალითები იმავდროულად იმასაც ამტკიცებს, რომ ნივთიერების ნაწილაკებს შორის შუალედებია.

2. მოლეკულა ნივთიერების შემადგენელი ის უმცირესი ნაწილაკია, რომელიც ნივთიერების ქიმიურ თვისებებს განაპირობებს. მოლეკულების ზომები ძალიან მცირეა. მაგალითად, წყლის ერთი მოლეკულის ზომა დაახლოებით 0,00000003 სმ-ის ტოლია. სწორედ ამიტომ მათზე დაკვირვება შეუიარაღებული თვალით შეუძლებელია.
3. მოლეკულა ატომებისაგან შედგება. ატომი ნივთიერების შემადგენელი უმცირესი ნაწილაკია, რომელიც მის ქიმიურ თვისებებს ინარჩუნებს.
4. ნივთიერების თვისებები დამოკიდებულია მოლეკულების შემადგენელი ატომების რაოდენობაზე. ეს ჩანს ჟანგბადისა და ოზონის მაგალითზე. განლაგების მიხედვითაც განსხვავებულ ნივთიერებებს მივიღებთ, მაგალითად ფრუქტოზა და გლუკოზა განსხვავებული ნივთიერებებია, თუმცა მათი მოლეკულები ერთნაირი ატომებისგან შედგება, მათი ატომების რაოდენობაც ერთნაირია, მაგრამ განლაგება განსხვავებული.
5. არ შეიძლება, სხვადასხვა ნივთიერება ერთი და იმავე მოლეკულებისგან ვერ შედგება, რადგან ნივთიერების თვისებებს მისი ნაწილაკების შემადგენლობა და აგებულება განსაზღვრავს. გრაფიტი და ალმასი მართალია ორივე ნახშირბადისგან შედგება, მაგრამ მათ მოლეკულები არ აქვთ — მათ ატომური აგებულება აქვთ და ნახშირბადის ატომები მათში განსხვავებულად არიან განლაგებული, რის გამოც ეს ორი განსხვავებული ნივთიერებაა.

პარაგრაფი №1.2 — ნივთიერების შემადგენელი ნაწილაკების მოძრაობა

აქტივობების მოკლე მიმოხილვა

№	გაკვეთილი/ეტაპი	აქტივობის დასახელება	აქტივობის მიზანი	სამიზნე ცნება/ცნებები და ინდიკატორები
1	მოტივაცია, დაკვირვება და ახალი ცოდნის აგება	რატომ მოძრაობს ბროუნის ნაწილაკი ქაოსურად?	მოსწავლე შეძლებს ბროუნის ნაწილაკების მოძრაობის დაკვირვებას სითხეში ან ვიდეოზე, ნაწილაკის ქაოსური ტრაექტორიის აღწერას და ამ მოძრაობის დაკავშირებას სითხის ან აირის უხილავი მოლეკულების განუწყვეტელ, ქაოსურ მოძრაობასთან.	ნივთიერება და ველი — ნივთიერების ნაწილაკური აგებულებისა და ნაწილაკთა მოძრაობის თვისებრივი გააზრება. ფიზიკური პროცესი — დამზერილი შედეგის გამომწვევი მიზეზის ახსნა.
2	კვლევა და ცოდნის განმტკიცება	როგორ მიმდინარეობს დიფუზია?	მოსწავლე შეძლებს წყალში საღებავის გავრცელებაზე დაკვირვებას, შედეგის პროგნოზირებას, ნაწილაკური მოდელით ახსნას ნივთიერებათა ურთიერთშეღწევა და შეადაროს დიფუზიის სიჩქარე სხვადასხვა პირობებში.	ნივთიერება და ველი — ნივთიერების ნაწილაკთა მოძრაობისა და ურთიერთშეღწევის ახსნა. ფიზიკური პროცესი — დიფუზიის თვისებრივი აღწერა, მიზეზისა და შედეგის დაკავშირება.

№	გაკვეთილი/ეტაპი	აქტივობის დასახელება	აქტივობის მიზანი	სამიზნე ცნება/ცნებები და ინდიკატორები
3	გააზრება, ტრანსფერი და განმავითარებელი შეფასება	კითხვა–პასუხი: დიფუზია ჩვენს გარშემო	მოსწავლე შეძლებს სახელმძღვანელოს საკლასო აქტივობის კითხვებზე პასუხის გაცემას და მსჯელობას, დიფუზიის მაგალითების ამოცნობას ბუნებაში, ყოფასა და ტექნიკაში, პირობების შეცვლისას შედეგის პროგნოზირებას და პასუხების დასაბუთებას.	ფიზიკური პროცესი — სხვადასხვა სიტუაციაში დიფუზიის მოვლენის ამოცნობა და ახსნა. ნივთიერება და ველი — ნაწილაკთა მოძრაობის შესახებ ცოდნის გამოყენება ცხოვრებისეულ მაგალითებში.

სასწავლო შედეგები - მოსწავლე შეძლებს:

- აღწეროს ბროუნის მოძრაობა, როგორც სითხეში ან აირში მოთავსებული უმცირესი ხილული ნაწილაკების უწესრიგო მოძრაობა;
- ბროუნის ნაწილაკების მოძრაობის მიზეზი დაუკავშიროს ნივთიერების მოლეკულების განუწყვეტელ და ქაოსურ მოძრაობას;
- ამოიცნოს და აღწეროს დიფუზიის მოვლენა და განმარტოს იგი ნივთიერებათა ნაწილაკების ურთიერთშეღწევით;
- შეადაროს დიფუზიის მიმდინარეობა სხვადასხვა აგრეგატულ მდგომარეობასა და განსხვავებულ ტემპერატურაზე;
- დაასახელოს დიფუზიის მაგალითები ბუნებაში, ყოველდღიურ ცხოვრებასა და ტექნიკაში და ახსნას მათი მნიშვნელობა;
- ვარაუდი შეადაროს დაკვირვების შედეგს და დასკვნა მტკიცებულებით დაასაბუთოს.

სტანდარტის შესაბამისი ინდიკატორები

- ნივთიერებათა ფიზიკური თვისებების ცვლილების თვისებრივი დახასიათება და ამ ცვლილების დაკავშირება ცვლილების გამომწვევ მიზეზებთან;
- ნივთიერებისა და ველის ფიზიკური თვისებების გამოსაკვლევად შესაბამისი საკლასო/საშინაო ექსპერიმენტების ორგანიზება, მოსალოდნელი შედეგების წინასწარ განჭვრეტა და მისი შედარება ექსპერიმენტის შედეგებთან;
- ფიზიკური მოვლენებისა და პროცესების თვისებრივი დახასიათება;
- ფიზიკურ მოვლენათა/პროცესთა შედარება მათი მახასიათებლების მიხედვით;
- ფიზიკური პროცესის გამომწვევი მიზეზებისა და შედეგების ერთმანეთთან დაკავშირება და ამ კავშირების განმაპირობებელი ფაქტორების ახსნა.

შეფასების კრიტერიუმები

მოსწავლე აღწერს ბროუნის ნაწილაკის ქაოსურ მოძრაობას; განასხვავებს ხილული ნაწილაკის მოძრაობასა და უხილავი მოლეკულების მოძრაობას; დიფუზიას განმარტავს ნაწილაკთა განუწყვეტელი მოძრაობითა და ურთიერთშეღწევით; პროგნოზირებს ტემპერატურისა და აგრეგატული მდგომარეობის გავლენას დიფუზიის სიჩქარეზე; მაგალითს სწორად აკავშირებს დიფუზიასთან; პასუხს ამყარებს დაკვირვებით, ნაწილაკური მოდელით ან მიზეზ-შედეგობრივი მსჯელობით.

აქტივობა 1. რატომ მოძრაობს ბროუნის ნაწილაკი ქაოსურად?

აქტივობის კომპონენტი	აღწერა
აქტივობის მიზანი	მოსწავლეებმა დაკვირვებისა და ნაწილაკური მოდელის გამოყენებით გაიაზრონ, რომ სითხისა და აირის მოლეკულები განუწყვეტლივ და ქაოსურად მოძრაობენ, ხოლო ბროუნის მოძრაობა ამ უხილავი მოძრაობის ხილული შედეგია.
გამოყენებული სწავლების მიდგომა/მეთოდი	კვლევაზე დაფუძნებული სწავლება; ვიზუალური მოდელირება.
საკვლევი კითხვა	რატომ იცვლის სითხეში მოთავსებული უმცირესი ხილული ნაწილაკი მოძრაობის მიმართულებას უწესრიგოდ, მიუხედავად იმისა, რომ მას უშუალოდ არავინ ამოძრავებს?
აქტივობის განხორციელება	მასწავლებელი აჩვენებს სახელმძღვანელოში მოცემულ ბროუნის მოძრაობის სქემას და, შესაძლებლობის შემთხვევაში, QR-ვიდეოს ან სიმულაციას. მოსწავლეები ჯერ ინდივიდუალურად აღწერენ ნაწილაკის ტრაექტორიას სამი სიტყვით, შემდეგ წყვილებში მსჯელობენ, რა უხილავი მიზეზი შეიძლება იწვევდეს მიმართულების ხშირ ცვლილებას. მოსწავლეები ქმნიან მარტივ მოდელს: ერთი შედარებით დიდი ბურთულა წარმოადგენს დაკვირვებად ნაწილაკს, გარშემო მოძრავი მრავალი პატარა ბურთულა — სითხის ან აირის მოლეკულებს. მოსწავლეები აკვირდებიან, რომ არათანაბარი შეჯახებები დიდ ნაწილაკს სხვადასხვა მიმართულებით უბიძგებს. მასწავლებელი მოკლედ აჯამებს რობერტ ბროუნის დაკვირვებას და ხაზს უსვამს, რომ მტვრის ან ყვავილის მტვრის ნაწილაკი არ არის მოლეკულა.
კითხვები დაკვირვების დასაწყისში	• რას ხედავთ სქემაზე ან ვიდეოში — წრფივ, მრუდწირულ თუ ქაოსურ ტრაექტორიას? • რომელი ნაწილაკია ჩვენთვის ხილული? • რა ეწოდება ასეთ უწესრიგო მოძრაობას? გასავითარებელი უნარები: კრიტიკული აზროვნება; კომუნიკაცია.
კითხვები მოდელის განხილვისას	• რა იწვევს დიდი ბურთულის მოძრაობის მიმართულების შეცვლას მოდელში? • რატომ არ არის ბიძგები ყველა მხრიდან ყოველთვის ერთნაირი? • მოდელის რომელი ნაწილი წარმოადგენს სითხის მოლეკულებს და რომელი — ბროუნის ნაწილაკს? გასავითარებელი უნარები: კრიტიკული აზროვნება; არგუმენტირებული დასკვნის ჩამოყალიბება.
კითხვები განზოგადების ეტაპზე	• რას ამტკიცებს ბროუნის მოძრაობა ნივთიერების მოლეკულების შესახებ? • შეიცვლებოდა თუ არა ნაწილაკის მოძრაობა, მოლეკულები რომ უძრავი ყოფილიყო? • რატომ არის ბროუნის მოძრაობა ნივთიერების ნაწილაკური აგებულების არაპირდაპირი მტკიცებულება? გასავითარებელი უნარები: კრიტიკული აზროვნება; არგუმენტირებული დასკვნის ჩამოყალიბება.
მასწავლებლის ხელშემწყობი როლი	მასწავლებელი არ სთავაზობს ახსნას დაკვირვების დასაწყისშივე. იგი მოსწავლეებს სთხოვს ტრაექტორიის ზუსტად აღწერას, განასხვავებინებს ბროუნის ნაწილაკსა და მოლეკულას და კითხვებით მიჰყავს დასკვნამდე, რომ ხილული ნაწილაკის ქაოსური მოძრაობა უხილავი მოლეკულების უწყვეტი შეჯახებების შედეგია.
რესურსები	მოსწავლის წიგნის სურ. 1.2.1; QR-ვიდეო ან სიმულაცია; პროექტორი; ერთი დიდი და მრავალი პატარა მსუბუქი ბურთულა ან ქაღალდის წრე ნაწილაკური მოდელისთვის; დაფა.

აქტივობის კომპონენტი	აღწერა
შეფასება	ზეპირი განმავითარებელი უკუკავშირი კრიტერიუმებით: ტრაექტორიის სწორი აღწერა; ბროუნის ნაწილაკისა და მოლეკულის გამიჯვნა; მოძრაობის მიზეზის ნაწილაკური მოდელით ახსნა; დასკვნის მტკიცებულებით დასაბუთება.
დიფერენცირება	მხარდაჭერის საჭიროების მქონე მოსწავლეებს ეძლევათ სიტყვათა ბანკი: ქაოსური, განუწყვეტელი, შეჯახება, მიმართულება, მოლეკულა. სტანდარტული მზაობის მოსწავლეები ხსნიან მოდელს. მაღალი მზაობის მოსწავლეები მსჯელობენ, რატომ ვერ ვხედავთ ცალკეული მოლეკულების მოძრაობას, მაგრამ ვხედავთ მის შედეგს.

შუალედური დასკვნა

ბროუნის მოძრაობა არის სითხეში ან აირში მოთავსებული უმცირესი ხილული ნაწილაკების განუწყვეტელი, უწესრიგო მოძრაობა. იგი გამოწვეულია გარემომცველი მოლეკულების ქაოსური მოძრაობითა და ნაწილაკთან არათანაბარი შეჯახებებით.

აქტივობა 2. როგორ მიმდინარეობს დიფუზია?

აქტივობის კომპონენტი	აღწერა
აქტივობის მიზანი	მოსწავლეებმა ექსპერიმენტზე დაკვირვებით გაიაზრონ დიფუზია, როგორც ნივთიერებათა ნაწილაკების ურთიერთშეღწევა მათი განუწყვეტელი მოძრაობის გამო და შეაფასონ გარემო პირობების გავლენა პროცესის სიჩქარეზე.
გამოყენებული სწავლების მიდგომა/მეთოდი	კვლევაზე დაფუძნებული სწავლება; ექსპერიმენტული სწავლება.
საკვლევი კითხვა	როგორ და რატომ ნაწილდება საღებავი წყალში თავისით და რა პირობებში მიმდინარეობს ეს პროცესი უფრო სწრაფად?
აქტივობის განხორციელება	მასწავლებელი კლასს აჩვენებს ორ ერთნაირ გამჭვირვალე ჭურჭელს თანაბარი მოცულობის წყლით; სასურველია ერთში ცივი, მეორეში თბილი წყალი იყოს. მოსწავლეები წინასწარ ვარაუდობენ, რა მოხდება თითოეულ ჭურჭელში საკვები საღებავის თანაბარი რაოდენობის დამატებისას. საღებავის დამატების შემდეგ წყალს არ ურევენ. ჯგუფები აკვირდებიან ფერის გავრცელებას, სიტყვიერად ან მარტივი სკალით აფიქსირებენ ცვლილებას და ერთმანეთს ადარებენ. შემდეგ მოსწავლეები ნაწილაკური მოდელით ხსნიან, რომ წყლისა და საღებავის ნაწილაკები განუწყვეტლივ მოძრაობენ და ერთმანეთს შორის შეაღწევენ.
ექსპერიმენტი — საღებავის გავრცელება ცივ და თბილ წყალში	ორ ჭურჭელში ერთდროულად უმატებთ საკვები საღებავის თითო წვეთს. ჭურჭლებს არ არხევთ და არ ურევთ. მოსწავლეები აკვირდებიან ფერადი ზოლის გავრცელებას და აფიქსირებენ, რომელ წყალში გახდება შეფერილობა ერთგვაროვანი უფრო სწრაფად. თუ ორ ჭურჭელში სხვადასხვა ტემპერატურის წყლების გამოყენება ვერ ხერხდება, მაშინ ცდა ტარდება ერთ ჭურჭელში და ტემპერატურის გავლენა განიხილება სახელმძღვანელოს ტექსტისა და სურ. 1.2.4-ის მიხედვით. გასავითარებელი უნარები: კვლევის უნარები; მონაცემების აღრიცხვა და გაანალიზება.

აქტივობის კომპონენტი	აღწერა
კითხვები ცდის დაწყებამდე	• რას ვაკვირდებით წყალში საღებავის დამატებისას? • ვურევთ თუ არა წყალს? რატომ არის ეს მნიშვნელოვანი? • რა ეწოდება ნივთიერებათა ნაწილაკების ურთიერთშეღწევის პროცესს? გასავითარებელი უნარები: კვლევის უნარები; კომუნიკაცია.
კითხვები დაკვირვებისას	• როგორ შეიცვალა ფერის განაწილება დროთა განმავლობაში? • რომელ ჭურჭელში გავრცელდა საღებავი უფრო სწრაფად? • რომელი პირობები შევინარჩუნეთ ერთნაირად, რათა შედარება მართებული ყოფილიყო? გასავითარებელი უნარები: მონაცემების აღრიცხვა და გაანალიზება; კრიტიკული აზროვნება.
კითხვები დასკვნისას	• რატომ მიმდინარეობს დიფუზია მორევის გარეშეც? • რატომ მიმდინარეობს პროცესი, როგორც წესი, უფრო სწრაფად თბილ გარემოში? • სად უნდა მიმდინარეობდეს დიფუზია ყველაზე სწრაფად და რატომ: აირებში, სითხეებსა თუ მყარ სხეულებში? გასავითარებელი უნარები: კრიტიკული აზროვნება; არგუმენტირებული დასკვნის ჩამოყალიბება.
მასწავლებლის ხელშემწყობი როლი	მასწავლებელი მოსწავლეებს სთხოვს დააკვირდნენ მოვლენას და ახსნან იგი. მასწავლებელი ყურადღებას ამახვილებს იმაზე, რომ საღებავი „არ ქრება“ — მისი ნაწილაკები წყლის ნაწილაკებს შორის ნაწილდება. ტემპერატურის გავლენას მოსწავლეები უკავშირებენ ნაწილაკთა მოძრაობის ინტენსივობას.
რესურსები	ორი გამჭვირვალე ჭიქა ან ქილა; ცივი და თბილი წყალი; საკვები საღებავი ან მელნის მცირე რაოდენობა; საწვეთური; ხელსახოცები; სამუშაო ცხრილი; მოსწავლის წიგნის სურ. 1.2.2–1.2.4.
უსაფრთხოება	გამოიყენეთ მხოლოდ უსაფრთხო საკვები საღებავი; თბილი წყალი არ უნდა იყოს დამწვრობის გამომწვევი; დაღვრილი წყალი დაუყოვნებლივ უნდა გაიწმინდოს; საღებავი არ უნდა მოხვდეს თვალში ან პირში.
შეფასება	დაკვირვების ცხრილის შეფასება კრიტერიუმებით: ვარაუდის დაფიქსირება; შედეგის ზუსტად აღწერა; ორი პირობის შედარება; დიფუზიის ნაწილაკური ახსნა; დასკვნის ექსპერიმენტულ მტკიცებულებასთან დაკავშირება.
დიფერენცირება	მხარდაჭერის საჭიროების მქონე მოსწავლეებს ეძლევათ წინადადების დასაწყისები: „თავდაპირველად...“, „შემდეგ...“, „თბილ წყალში... იმიტომ, რომ...“. სტანდარტული მზაობის მოსწავლეები ავსებენ შედარების ცხრილს. მაღალი მზაობის მოსწავლეები ასახელებენ ცდის ცვალებად და უცვლელ პირობებს.

მოსწავლის სამუშაო ცხრილის ნიმუში

წყლის სახე	ვარაუდი	დაკვირვებული ცვლილება	სიჩქარის შედარება	დასკვნა
ცივი წყალი				
თბილი წყალი				

მართებული დასკვნა

დიფუზია არის ნივთიერებათა ნაწილაკების ურთიერთშეღწევა, რომელიც მათი განუწყვეტელი და ქაოსური მოძრაობითაა გამოწვეული. დიფუზია აირებში ყველაზე სწრაფად, სითხეებში შედარებით ნელა, მყარ სხეულებში კი ძალიან ნელა მიმდინარეობს; ტემპერატურის მომატება, ჩვეულებრივ, პროცესს აჩქარებს.

აქტივობა 3. კითხვა–პასუხი: დიფუზია ჩვენს გარშემო

აქტივობის კომპონენტი	აღწერა
აქტივობის მიზანი	ცოდნის განმტკიცება, ტრანსფერი და განმავითარებელი შეფასება: მოსწავლეებმა სახელმძღვანელოს საკლასო აქტივობის კითხვებზე პასუხით გამოიყენონ ბროუნის მოძრაობისა და დიფუზიის შესახებ ცოდნა ახალ, ყოფით და ბუნებრივ სიტუაციებში.
გამოყენებული სწავლების მიდგომა/მეთოდი	კითხვა–პასუხი; თანამშრომლობითი სწავლება.
აქტივობის განხორციელება	მასწავლებელი ეკრანზე აჩვენებს მოსწავლის წიგნის საკლასო აქტივობის ფოტოს და კითხვებს. თითოეულ კითხვაზე მოსწავლეები ჯერ ცოტა ხნით ფიქრობენ, შემდეგ პასუხს მეწყვილეს პასუხთან შეადარებენ და კლასში ასაბუთებენ. განხილვა მიმდინარეობს სწრაფად: აქცენტი კეთდება არა პასუხების რაოდენობაზე, არამედ ნაწილაკური ახსნის სიზუსტეზე. მასწავლებელი აერთიანებს მსგავს კითხვებს და სვამს ერთ დამაზუსტებელ კითხვას თითოეული შემთხვევისთვის.
საკლასო აქტივობის კითხვები — მსჯელობის ძირითადი ნაწილი	1. რატომ ვრცელდება სუნამოს სუნი ოთახის სხვადასხვა კუთხეში და როგორ შეიცვლება გავრცელება თბილ გარემოში? 2. რატომ უნდა ჩავყაროთ შაქარი ან მარილი წყალში წინასწარ, თუ გვინდა თანაბრად განაწილდეს; როგორ მოქმედებს მორევა და ტემპერატურა? 3. ცნობილია, რომ აირებში დიფუზია სწრაფად მიმდინარეობს. რით შეიძლება აიხსნას დიფუზიის სიჩქარეთა დიდი განსხვავება ყოველდღიურ მაგალითებში? 4. როგორ დავაკავშირებთ ძაღლის მიერ სუნის კვალის პოვნას ჰაერში ნაწილაკების გავრცელებასთან? 5. რატომ შეიძლება დიფუზია იყოს სასარგებლოც და არასასურველიც ბუნებაში, ტექნიკასა და ადამიანის ორგანიზმში? გასავითარებელი უნარები: კრიტიკული აზროვნება; თანამშრომლობა და კომუნიკაცია.
დამაკავშირებელი კითხვები — ბროუნის მოძრაობისა და დიფუზიის შედარებისას	• რა საერთო მიზეზი აქვს ბროუნის მოძრაობასა და დიფუზიას? • რა განსხვავებაა დამზერილ შედეგებს შორის? • რომელ შემთხვევაში ვაკვირდებით ერთი ხილული ნაწილაკის ქაოსურ მოძრაობას და რომელ შემთხვევაში — ნივთიერებების თანდათან შერევას? გასავითარებელი უნარები: კრიტიკული აზროვნება; კომუნიკაცია.
მასწავლებლის ფასილიტაციის როლი	მასწავლებელი პასუხების გაცემას არ აქცევს ხანგრძლივ თეორიულ განხილვად. იგი სთხოვს მოსწავლეებს გამოიყენონ ფორმულირება: „ეს ხდება იმიტომ, რომ ნაწილაკები...“. მცდარი პასუხისას მიუთითებს დაკვირვებაზე ან წინა ექსპერიმენტზე და მოსწავლეს აძლევს პასუხის თვითშესწორების შესაძლებლობას.
რესურსები	მოსწავლის წიგნის საკლასო აქტივობის ფოტო და კითხვები; პროექტორი; დაფა; სურვილის შემთხვევაში სიტუაციების მოკლე ბარათები.

აქტივობის კომპონენტი	აღწერა
შეფასება — „ორი ცნება, ერთი კავშირი“	ყოველი მოსწავლე ინდივიდუალურად წერს ორ ცნებას — „ბროუნის მოძრაობა“ და „დიფუზია“ — და მათ შორის ერთ სწორ კავშირს ერთ წინადადებაში. შემდეგ ამატებს ერთ განსხვავებას. კრიტერიუმები: საერთო მიზეზის სწორად დასახელება; განსხვავების მკაფიო აღწერა; ნაწილაკური ტერმინოლოგიის გამოყენება; პასუხის სიზუსტე.
დიფერენცირება	მხარდაჭერის საჭიროების მქონე მოსწავლეებს ეძლევათ წინადადების ჩარჩო: „ორივე პროცესი გამოწვეულია..., მაგრამ ბროუნის მოძრაობისას..., ხოლო დიფუზიისას...“. სტანდარტული მზაობის მოსწავლეები პასუხს დამოუკიდებლად აყალიბებენ. მაღალი მზაობის მოსწავლეები ამატებენ ტემპერატურის გავლენის ახსნას.

მინი აქტივობა განმავითარებელი შეფასებისთვის

განმავითარებელი შეფასება — „ორი ცნება, ერთი კავშირი“

მოსწავლე ინდივიდუალურად წერს: 1) რა საერთო ფიზიკური მიზეზი აქვს ბროუნის მოძრაობასა და დიფუზიას; 2) რა არის მათ შორის ერთი არსებითი განსხვავება; 3) რომელ ერთ ყოველდღიურ მაგალითს დაუკავშირებდა დიფუზიას და რატომ? პასუხი უნდა იყოს მოკლე, მაგრამ დასაბუთებული.

მასწავლებლის ინსტრუქცია

ყურადღება მიაქციეთ, რომ მოსწავლეებმა ბროუნის მოძრაობა არ აურიონ მოლეკულების უშუალო ხილვაში: დამზერილი ნაწილაკი მოლეკულაზე ბევრად დიდია. დიფუზიის ახსნისას საჭიროა ნაწილაკთა განუწყვეტელი მოძრაობისა და ურთიერთშეღწევის დასახელება. ტემპერატურის გავლენის შესახებ პასუხი უნდა იყოს დასაბუთებული და არა მხოლოდ დამახსოვრებული.

მოსწავლის წიგნში მოცემული კითხვების პასუხები:

1. ბროუნის მოძრაობა არის სითხეში ან აირში შეტივტივებული მცირე ზომის ნაწილაკების მოძრაობა. ეს მოძრაობა აიხსნება შემდეგნაირად: სითხის (აირის) ნაწილაკები ყოველი მხრიდან ეჯახებიან ბროუნის ნაწილაკს. მისი ამოძრავება მიუთითებს, რომ ბროუნის ნაწილაკზე სითხის (აირის) ნაწილაკების დარტყმები სხვადასხვა მხრიდან ერთნაირი სიძლიერის არ არის. ვინაიდან ბროუნის ნაწილაკი ქაოსურად მოძრაობს, ეს ნიშნავს, რომ სითხის (აირის) მოლეკულები მოძრაობენ ქაოსურად;
2. სუნის გავრცელება ან ხსნარის მთლიანად შეფერვა იმით აიხნება, რომ ნივთიერების ნაწილაკები ყველა მიმართულებით ქაოსურად გადაადგილდებიან, აღწევენ სხვა ნივთიერების ნაწილაკებს შორის შუალედებში და ნაწილდებიან მასში;
3. დიფუზია ერთი ნივთიერების მეორეში თავისთავად შერევაა. ეს მოვლენა ადასტურებს ნაწილაკების ქაოსურ მოძრაობასა და მათ შორის შუალედების არსებობას;
4. დიფუზიის შედეგად გადადის ჟანგბადი ფილტვებიდან სისხლში, ნახშირორჟანგი კი სისხლიდან ფილტვებში, საიდანაც სუნთქვისას გარეთ გამოიდევნება; დიფუზიის გამო გრძნობენ მწერები მცენარეთა არომატს, ცხოველები კი - ნადავლს;
5. ადამიანისათვის დიდი ზიანი მოაქვს ბუნებრივი აირის გავრცელებას საცხოვრებელ სივრცეში, სიგარეტის კვამლის გავრცელებას, საღებავების და გამხსნელების გავრცელებას ჰაერში, ჰაერის დამაბინძურებელი გამონაბოლქვების გავრცელებას და სხვა.

პარაგრაფი №1.3 ლაბორატორიული სამუშაო № 2 — რაზეა დამოკიდებული დიფუზიის სისწრაფე

აქტივობების მოკლე მიმოხილვა

№	გაკვეთილი/ეტაპი	აქტივობის დასახელება	აქტივობის მიზანი	სამიზნე ცნება/ცნებები და ინდიკატორები
1	კვლევა და ახალი ცოდნის აგება	დიფუზია აირებში — ამიაკის გავრცელება	მოსწავლე შეძლებს ლაკმუსის ქაღალდის ფერის ცვლილების მიხედვით დააკვირდეს ამიაკის აირის გავრცელებას, აღწეროს დიფუზია აირში და გამოიტანოს დასკვნა აირის ნაწილაკების მოძრაობის შესახებ.	ნივთიერება და ველი — ნივთიერების ნაწილაკთა მოძრაობის თვისებრივი გააზრება. ფიზიკური პროცესი — დიფუზიის დაკვირვება და მიზეზშედეგობრივი ახსნა.
2	კვლევა, შედარება და განმტკიცება	დიფუზია სითხეებში — შაბიამნის ხსნარების შერევა	მოსწავლე შეძლებს სხვადასხვა კონცენტრაციის შაბიამნის ხსნარების ფენებად მოთავსებას, დროთა განმავლობაში მათი ურთიერთშეღწევის დაკვირვებას და აირებსა და სითხეებში დიფუზიის სისწრაფის შედარებას.	ნივთიერება და ველი — ნაწილაკთა ურთიერთშეღწევა სითხეებში. ფიზიკური პროცესი — პროცესის სისწრაფის შედარება სხვადასხვა გარემოს მიხედვით.
3	კვლევა, მონაცემთა აღრიცხვა და შეფასება	ტემპერატურის გავლენა დიფუზიის სისწრაფეზე	მოსწავლე შეძლებს ცივ, ოთახის ტემპერატურისა და ცხელ წყალში სალებავის გავრცელების შედარებას, დაკვირვების მონაცემების ცხრილში აღრიცხვას და დიფუზიაზე ტემპერატურის გავლენის დასაბუთებას.	ნივთიერება და ველი — ნაწილაკთა მოძრაობის ინტენსივობის ცვლილება. ფიზიკური პროცესი — ტემპერატურისა და დიფუზიის სისწრაფის კავშირის დადგენა.

სასწავლო შედეგები - მოსწავლე შეძლებს:

- დააკვირდეს დიფუზიას აირსა და სითხეში და აღწეროს დამზერილი ცვლილებები;
- დიფუზია ახსნას ნივთიერების ნაწილაკების განუწყვეტელი მოძრაობითა და ურთიერთშეღწევით;
- შეადაროს დიფუზიის სისწრაფე აირებსა და სითხეებში;
- ექსპერიმენტულად გამოიკვლიოს ტემპერატურის გავლენა დიფუზიის სისწრაფეზე;
- მონაცემები აღრიცხოს ცხრილში, პროგნოზი შეადაროს შედეგს და დასკვნა მტკიცებულებით დაასაბუთოს;
- დაიცვას ქიმიურ ნივთიერებებთან, მინის ჭურჭელთან და ცხელ წყალთან მუშაობის უსაფრთხოების წესები.

სტანდარტის შესაბამისი ინდიკატორები

- ნივთიერებათა ფიზიკური თვისებების ცვლილების თვისებრივი დახასიათება და ამ ცვლილების დაკავშირება ცვლილების გამომწვევ მიზეზებთან;
- ერთი და იმავე აგრეგატულ მდგომარეობაში მყოფ ნივთიერებათა შედარება მათი ფიზიკური თვისებების მიხედვით;
- ნივთიერებისა და ველის ფიზიკური თვისებების გამოსაკვლევად შესაბამისი საკლასო ექსპერიმენტების ორგანიზება, მოსალოდნელი შედეგების წინასწარ განჭვრეტა და მისი შედარება ექსპერიმენტის შედეგებთან;
- ფიზიკური მოვლენებისა და პროცესების თვისებრივი დახასიათება და მათი შედარება მახასიათებლების მიხედვით;

- ფიზიკური პროცესის გამომწვევი მიზეზებისა და შედეგების ერთმანეთთან დაკავშირება და განმაპირობებელი ფაქტორების ახსნა.

შეფასების კრიტერიუმები

მოსწავლე სწორად აღწერს ფერის ცვლილებასა და ხსნარების ურთიერთშეღწევას; ექსპერიმენტის ეტაპებს თანმიმდევრულად ასრულებს; აირსა და სითხეში დიფუზიის სისწრაფეს ადარებს ერთმანეთს; ტემპერატურის გავლენას დამზერილი შედეგით ასაბუთებს; მონაცემებს ზუსტად აღრიცხავს; დასკვნას უკავშირებს ნაწილაკთა მოძრაობას; უსაფრთხოების წესებს იცავს.

აქტივობა 1. დიფუზია აირებში — ამიაკის გავრცელება

აქტივობის კომპონენტი	აღწერა
აქტივობის მიზანი	დავაკვირდეთ დიფუზიას აირში და შევაფასოთ მისი მიმდინარეობის სისწრაფე ლაკმუსის ქაღალდის ფერის ცვლილების მიხედვით.
გამოყენებული სწავლების მიდგომა/მეთოდი	კვლევაზე დაფუძნებული სწავლება; სადემონსტრაციო ექსპერიმენტი.
საკვლევი კითხვა	როგორ ვრცელდება ამიაკის აირი სინჯარაში და რას გვიჩვენებს ლაკმუსის ქაღალდის ფერის თანდათანობითი ცვლილება?
აქტივობის განხორციელება	ექსპერიმენტი უსაფრთხოების გამო ტარდება მასწავლებლის მიერ, გამწოვ კარადაში ან კარგად განიავებად სივრცეში. მოსწავლეები წინასწარ ვარაუდობენ, სინჯარის რომელ ნაწილში შეიცვლება ლაკმუსის ქაღალდის ფერი პირველად და როგორ გაგრძელდება ცვლილება. შემდეგ მასწავლებელი ზუსტად ასრულებს მოსწავლის წიგნში მოცემულ ნაბიჯებს, ხოლო მოსწავლეები აკვირდებიან ფერის ცვლილების მიმართულებასა და სისწრაფეს.
ექსპერიმენტი 1 — ამიაკის გავრცელება სინჯარაში	1. დააწვეთეთ ლაკმუსის ქაღალდზე ნიშადურის სპირტი და დარწმუნდით, რომ ლაკმუსის ქაღალდი ლურჯად შეფერადდა. 2. მოათავსეთ სინჯარის ფსკერზე ნიშადურის სპირტით გაჟღენთილი ბამბა ან ჩაასხით მასში სპირტი მცირე რაოდენობით. 3. ჩაკიდეთ სინჯარაში ლაკმუსის მშრალი ქაღალდი ისე, რომ სპირტიან ბამბას ან სპირტის ზედაპირს არ შეეხოს და სინჯარას საცობი მჭიდროდ მოარგეთ. 4. მოსწავლეები აკვირდებიან, როგორ გადაადგილდება ფერის ცვლილების ზონა სინჯარის ქვედა ნაწილიდან ზემოთ. ცდის შედეგი: ლაკმუსის ქაღალდი ლურჯად შეფერადდება მიუხედავად იმისა, რომ ნიშადურის სპირტს უშუალოდ არ ეხება. ეს ადასტურებს, რომ ამიაკის ნაწილაკები ჰაერში ვრცელდება.
კითხვები ცდის დაწყებამდე	• რა ნივთიერება გამოიყენება ამიაკის წყაროდ? • რას გვიჩვენებს ლაკმუსის ქაღალდის ფერის ცვლილება? • ეხება თუ არა ქაღალდი უშუალოდ სპირტიან ნიმუშს? გასავითარებელი უნარები: კვლევის უნარები; თანამშრომლობა და კომუნიკაცია.
კითხვები დაკვირვებისას	• სინჯარის რომელ ნაწილში დაიწყო ფერის ცვლილება? • როგორ გადაადგილდა ცვლილების საზღვარი? • რატომ უნდა იყოს სინჯარა მჭიდროდ დახურული? გასავითარებელი უნარები: კვლევის უნარები; მონაცემების აღრიცხვა და გაანალიზება.

აქტივობის კომპონენტი	აღწერა
კითხვები დასკვნისას	• როგორ შეიცვლებოდა შედეგი სინჯარა ღია რომ ყოფილიყო? • რატომ არის აირებში დიფუზია შედარებით სწრაფი? • რა მტკიცებულება ადასტურებს, რომ ამიაკის ნაწილაკები სინჯარაში გადაადგილდნენ? გასავითარებელი უნარები: კრიტიკული აზროვნება; არგუმენტირებული დასკვნის ჩამოყალიბება.
მასწავლებლის ხელშემწყობი როლი	მასწავლებელი არ აძლევს მოსწავლეებს ამიაკთან უშუალო მუშაობის უფლებას. იგი ეხმარება მათ განასხვაონ დაკვირვება („ფერი თანდათან შეიცვალა“) და ახსნა („ამიაკის ნაწილაკები ჰაერში გავრცელდა“).
რესურსები	სინჯარა საცობით; ამიაკის წყალხსნარი — ნიშადურის სპირტი; ლაკმუსის ქაღალდი; ბამბა; პიპეტი; მაშა ან პინცეტი; დამცავი სათვალე, ხელთათმანები და ნიღაბი; გამწოვი კარადა ან კარგად განიავებადი ოთახი.
უსაფრთხოება	ამიაკის ორთქლი გამაღიზიანებელია. ცდა ჩაატაროს მხოლოდ მასწავლებელმა; არ დაყნოსოთ ნივთიერება უშუალოდ; გამოიყენეთ სათვალე, ხელთათმანი და ნიღაბი; არ დაუშვათ ცდის რეაქტივების კანზე ან თვალში მოხვედრა; ექსპერიმენტის შემდეგ ჭურჭელი უსაფრთხოდ დაიხუროს და ოთახი განიავდეს.
შეფასება	ზეპირი განმავითარებელი შეფასება კრიტერიუმებით: ფერის ცვლილების სწორი აღწერა; ცვლილების მიმართულების განსაზღვრა; დიფუზიის ნაწილაკური ახსნა; დასკვნის დაკვირვებასთან დაკავშირება.
დიფერენცირება	მხარდაჭერის საჭიროების მქონე მოსწავლეებს ეძლევათ სქემა — „ქვემოთ → შუაში → ზემოთ“. სტანდარტული მზაობის მოსწავლეები სიტყვიერად აღწერენ პროცესს. მაღალი მზაობის მოსწავლეები ხსნიან, რატომ ვერ მიუთითებს ცდა ცალკეული მოლეკულის ტრაექტორიას.

შუალედური დასკვნა

ამიაკის აირის ნაწილაკები ჰაერში განუწყვეტლივ მოძრაობენ და სინჯარის მთელ მოცულობაში ვრცელდებიან. აირებში ნაწილაკებს შორის დიდი შუალედებია, ამიტომ დიფუზია შედარებით სწრაფად მიმდინარეობს.

აქტივობა 2. დიფუზია სითხეებში — შაბიამნის ხსნარების შერევა

აქტივობის კომპონენტი	აღწერა
აქტივობის მიზანი	დავაკვირდეთ დიფუზიას სითხეებში და შევაფასოთ მისი მიმდინარეობის სისწრაფე; შევადაროთ იგი აირში მიმდინარე დიფუზიას.
გამოყენებული სწავლების მიდგომა/მეთოდი	კვლევაზე დაფუძნებული სწავლება; თანამშრომლობითი სწავლება.
საკვლევი კითხვა	როგორ ერევა ერთმანეთს განსხვავებული კონცენტრაციის შაბიამნის ხსნარები მორევის გარეშე და რამდენად სწრაფად მიმდინარეობს ეს პროცესი?

აქტივობის კომპონენტი	აღწერა
აქტივობის განხორციელება	მოსწავლეები მუშაობენ მცირე ჯგუფებში. ისინი ზუსტად იცავენ მოსწავლის წიგნში მოცემულ თანმიმდევრობას: ამზადებენ შაბიამნის ორ განსხვავებულ ხსნარს, კონცენტრირებულ ხსნარს ფრთხილად ათავსებენ განზავებული ხსნარის ქვეშ, აკვირდებიან საზღვარს და ნიმუშს რამდენიმე დღის განმავლობაში ინახავენ. გაკვეთილზე ფიქსირდება საწყისი მდგომარეობა; შემდგომი დაკვირვება შეიძლება მოხდეს გაკვეთილების შუალედში, ხოლო წინასწარ მომზადებული მზა ნიმუში გამოიყენება საბოლოო შედეგის საჩვენებლად.
ექსპერიმენტი 2 — შაბიამნის ხსნარების ფენებად განლაგება	1. ჩაასხით ერთ ჭიქაში 150 მლ წყალი და გახსენით მასში 2–3 კოვზი შაბიამანი — მიიღება მუქი ლურჯი ხსნარი. 2. შეავსეთ მეორე ჭიქა სუფთა წყლით ნახევრამდე. ჩაუშვით მასში ფრთხილად კოვზი ისე, რომ მისი ბოლო ჭიქის ფსკერს ეხებოდეს. 3. ჩაასხით შაბიამნის ხსნარი ფრთხილად კოვზის ჩაყოლებაზე ისე, რომ სითხე კოვზის ზედაპირს მიჰყვებოდეს და ჭიქის ფსკერზე ნელა ჩაედინებოდეს. 4. ამოიღეთ კოვზი ჭიქიდან ძალიან ფრთხილად ოღონდ მანამდე ჭიქაში სუფთა წყალი ჩაასხით, რათა კოვზზე დარჩენილი ლურჯი სითხე ჩაირეცხოს. 5. დაკვირვება: შაბიამნის ხსნარი ფსკერთან მოგროვდება, წყალი კი ზემოდან მოექცევა. თავდაპირველად მკვეთრი საზღვარი ჩანს; დროთა განმავლობაში საზღვარი ქრება და ხსნარი თანაბრად ლურჯდება. 6. ჭურჭელი დადეთ დაცულ ადგილზე და პერიოდულად დააკვირდით, როგორ იცვლება ფენების საზღვარი.
კითხვები ცდის მომზადებისას	• რატომ არის შაბიამნის ხსნარი წყლისგან განსხვავებული ფერის? • სად მოთავსდება უფრო კონცენტრირებული ხსნარი? • ვურევთ თუ არა სითხეებს მექანიკურად? გასავითარებელი უნარები: კვლევის უნარები; თანამშრომლობა და კომუნიკაცია.
კითხვები ცდის ჩატარებისას	• რატომ უნდა ჩავასხათ ჭიქაში ხსნარი კოვზის ჩაყოლებაზე ნელა? • როგორ შეიცვლება ფენების საწყისი საზღვარი? • რას უნდა დავაკვირდეთ რამდენიმე დღის განმავლობაში? გასავითარებელი უნარები: კვლევის უნარები; მონაცემების აღრიცხვა და გაანალიზება.
კითხვები შედარებისას	• რატომ მიმდინარეობს სითხეში დიფუზია უფრო ნელა, ვიდრე აირში? • რა მოხდებოდა ჭიქა რომ შეგვერყია? • შეიძლება თუ არა ფენების გაქრობა ქიმიური რეაქციით ავხსნათ? რატომ? გასავითარებელი უნარები: კრიტიკული აზროვნება; არგუმენტირებული დასკვნის ჩამოყალიბება.
მასწავლებლის ხელშემწყობი როლი	მასწავლებელი წინასწარ ამზადებს ერთ ნიმუშს რამდენიმე დღით ადრე, რათა მოსწავლეებმა საბოლოო მდგომარეობაც ნახონ. იგი მიუთითებს, რომ მორევა და დიფუზია განსხვავებული პროცესებია და ამ ცდაში მექანიკური შერევა უნდა მინიმუმამდე შემცირდეს.
რესურსები	ორი 200 მლ ტევადობის მინის ჭიქა; გრძელი კოვზი; გამოხდილი ან სუფთა წყალი; შაბიამნის ფხვნილი; ქიმიური კოვზი; დამცავი სათვალე და ხელთათმანები; ეტიკეტი და დაკვირვების ფურცელი.
უსაფრთხოება	შაბიამანი არ უნდა მოხვდეს პირში, თვალში ან კანზე; გამოიყენეთ სათვალე და ხელთათმანები; ხსნარი არ დალიოთ; დაღვრილი სითხე დაუყოვნებლივ გაწმინდეთ; ექსპერიმენტის შემდეგ ხელები დაიბანეთ.

აქტივობის კომპონენტი	აღწერა
შეფასება	კვლევითი სამუშაოს შეფასება კრიტერიუმებით: ნაბიჯების თანმიმდევრული შესრულება; ფენების დაზიანების თავიდან აცილება; საწყისი და საბოლოო მდგომარეობის აღწერა; აირსა და სითხეში დიფუზიის შედარება.
დიფერენცირება	მხარდაჭერის საჭიროების მქონე მოსწავლეებს ეძლევათ ნაბიჯების ილუსტრირებული ბარათები. სტანდარტული მზაობის მოსწავლეები ავსებენ დაკვირვების ჟურნალს. მაღალი მზაობის მოსწავლეები მსჯელობენ სიმკვრივის როლზე ფენების საწყის განლაგებაში და განმარტავენ, რატომ არ არის ეს დიფუზიის მიზეზი.

შუალედური დასკვნა

სითხეებში ნაწილაკები ერთმანეთს შორის გადაადგილდებიან და ნივთიერებები თანდათან შეერევიან ერთმანეთს. სითხეებში ნაწილაკები უფრო ახლოს არიან, ამიტომ დიფუზია აირებთან შედარებით ნელა მიმდინარეობს.

აქტივობა 3. ტემპერატურის გავლენა დიფუზიის სისწრაფეზე

აქტივობის კომპონენტი	აღწერა
აქტივობის მიზანი	გამოვიკვლიოთ, როგორ არის დამოკიდებული დიფუზიის სისწრაფე სითხის ტემპერატურაზე, და შევაფასოთ მისი მიმდინარეობის სისწრაფე.
გამოყენებული სწავლების მიდგომა/მეთოდი	კვლევაზე დაფუძნებული სწავლება; ექსპერიმენტული სწავლება.
საკვლევი კითხვა	რომელ წყალში — ცივში, ოთახის ტემპერატურის თუ ცხელში — გავრცელდება საღებავი ყველაზე სწრაფად და რატომ?
აქტივობის განხორციელება	ჯგუფები წინასწარ გამოთქვამენ ვარაუდს და ასახელებენ დამოუკიდებელ, დამოკიდებულ და უცვლელ პირობებს. შემდეგ ზუსტად ასრულებენ სახელმძღვანელოს მესამე სამუშაოს ნაბიჯებს. თითოეულ ჭურჭელში ერთდროულად ემატება თანაბარი რაოდენობის საღებავი; წყალს არ ურევენ. მოსწავლეები აფიქსირებენ ფერის გავრცელების დაწყებისა და თითქმის ერთგვაროვანი შეფერილობის მიღების დროებს, შემდეგ შედეგებს ადარებენ.
ექსპერიმენტი 3 — ცივ, ოთახის ტემპერატურისა და ცხელ წყალში საღებავის გავრცელება	1. განსაზღვრეთ თერმომეტრის დანაყოფის ფასი. 2. ჩაასხით მინის ერთნაირ ჭურჭლებში 100 მლ წყალი თითოეულში: ერთში — ცივი, მეორეში — ოთახის ტემპერატურის, მესამეში — ცხელი წყალი. 3. გაზომეთ თითოეულ ჭურჭელში წყლის ტემპერატურა. 4. ჩაასხით სამივე ჭურჭელში ერთნაირი რაოდენობის თხევადი საღებავი პიპეტის დახმარებით და ჩაინიშნეთ დრო, როდესაც წყალმა შეფერადება დაიწყო. 5. დააკვირდით, რომელ ჭურჭელში გავრცელდა საღებავი უფრო სწრაფად. 6. შეავსეთ ცხრილი: წყლის მოცულობა, ტემპერატურა, ცდის დაწყებისა და დამთავრების დრო, ერთგვაროვანი შეფერილობის მიღებისთვის საჭირო დრო. 7. ააგეთ სვეტოვანი დიაგრამა, რომელიც გვიჩვენებს, თუ როგორ არის დამოკიდებული წყლის ერთგვაროვნად შეფერვის დრო მის ტემპერატურაზე. 8. ჩამოაყალიბეთ დასკვნა, როგორ მოქმედებს ტემპერატურა დიფუზიის სისწრაფეზე.
კითხვები ცდის დაგეგმვისას	• რა პირობებს ვცვლით ამ ექსპერიმენტში? • რა პირობები უნდა იყოს ერთნაირი სამივე ჭურჭელში? • რას გავზომავთ დიფუზიის სისწრაფის შესადარებლად? გასავითარებელი უნარები: კვლევის უნარები; პრობლემის გადაჭრა.

აქტივობის კომპონენტი	აღწერა
კითხვები გაზომვისას	• რატომ უნდა დავამატოთ საღებავი ერთდროულად და ერთნაირი რაოდენობით? • რატომ არ უნდა მოვურიოთ წყალი? • როგორ განვსაზღვრეთ ცდის დასრულების მომენტი? გასავითარებელი უნარები: მონაცემების აღრიცხვა და გაანალიზება; თანამშრომლობა და კომუნიკაცია.
კითხვები მონაცემთა ანალიზისას	• რა კავშირი ჩანს ტემპერატურასა და ერთგვაროვანი შეფერილობის მიღების დროს შორის? • როგორ შეიცვლებოდა შედეგი საღებავის რაოდენობა განსხვავებული რომ ყოფილიყო? • რატომ აჩქარებს ტემპერატურის გაზრდა დიფუზიას? გასავითარებელი უნარები: კრიტიკული აზროვნება; არგუმენტირებული დასკვნის ჩამოყალიბება.
მასწავლებლის ხელშემწყობი როლი	მასწავლებელი ეხმარება მოსწავლეებს ერთიან კრიტერიუმებზე შეთანხმებაში — როდის ჩაითვალოს წყალი თითქმის ერთნაირად შეფერილად. იგი არ აძლევს მზა დასკვნას, არამედ სთხოვს ჯგუფებს ჯერ მონაცემები შეადარონ, შემდეგ კი ნაწილაკთა მოძრაობის საფუძველზე ახსნან შედეგი.
რესურსები	სამი ცეცხლგამძლე ერთნაირი მინის ჭურჭელი; მაცივარი ან ყინული ცივი წყლისთვის; ოთახის ტემპერატურისა და ცხელი წყალი; სამი თერმომეტრი ან ერთი ადვილად გასაწმენდი თერმომეტრი; თხევადი საღებავი; სამი პიპეტი; წამსაზომი; დამცავი ხელთათმანები; სამუშაო ცხრილი.
უსაფრთხოება	ცხელი წყალი არ უნდა იყოს ადუღებული; გამოიყენეთ თბოდამცავი ხელთათმანი; მინის ჭურჭელი უნდა იყოს თერმომდგრადი და დაუზიანებელი; თერმომეტრი ფრთხილად გამოიყენეთ; დაღვრილი წყალი დაუყოვნებლივ გაწმინდეთ.
შეფასება — „მონაცემები მეტყველებს“	თითოეული ჯგუფი წარადგენს ერთ მტკიცებულებას საკუთარი ცხრილიდან და ერთ დასკვნას. შეფასების კრიტერიუმებია: მონაცემის სიზუსტე; შედარების მართებულობა; დასკვნის შესაბამისობა მონაცემთან; ტემპერატურის გავლენის ნაწილაკური ახსნა.
დიფერენცირება	მხარდაჭერის საჭიროების მქონე მოსწავლეებს ეძლევათ წინასწარ გამზადებული ცხრილი და დიაგრამისთვის საკოორდინატო ღერძები. სტანდარტული მზაობის მოსწავლეები ცხრილსა და დიაგრამას დამოუკიდებლად ავსებენ. მაღალი მზაობის მოსწავლეები ასახელებენ გაზომვის შესაძლო შეცდომის წყაროებს და სთავაზობენ ცდის გაუმჯობესების გზებს.

მოსწავლის სამუშაო ცხრილის ნიმუში

წყლის სახე	მოცულობა, მლ	ტემპერატურა, °C	ცდის დაწყების დრო	ცდის დასრულების დრო	ერთგვაროვანი შეფერილობის დრო
ცივი წყალი	100				
ოთახის ტემპერატურის წყალი	100				
ცხელი წყალი	100				

მართებული დასკვნა

დიფუზიის სისწრაფე დამოკიდებულია ნივთიერების აგრეგატულ მდგომარეობასა და ტემპერატურაზე. აირებში დიფუზია უფრო სწრაფია, ვიდრე სითხეებში; სითხის ტემპერატურის მატებისას ნაწილაკები უფრო ინტენსიურად მოძრაობენ და დიფუზია ჩქარდება.

მინი აქტივობა განმავითარებელი შეფასებისთვის

განმავითარებელი შეფასება — „მონაცემები მეტყველებს“

ჯგუფი ირჩევს საკუთარ ცხრილში ერთ ყველაზე მნიშვნელოვან მონაცემს და ასრულებს წინადადებას: „ჩვენი მონაცემი გვიჩვენებს, რომ..., რადგან...“. შემდეგ ასახელებს ერთ ფაქტორს, რომელმაც შედეგის სიზუსტეზე შეიძლება იმოქმედოს. შეფასება ეფუძნება მონაცემის სწორ გამოყენებას, დასკვნის სიზუსტესა და მიზეზის ახსნას.

მასწავლებლის ინსტრუქცია

№ 1 ექსპერიმენტი ჩაატარეთ მხოლოდ სადემონსტრაციოდ და სათანადო ვენტილაციის პირობებში. № 2 სამუშაოს საბოლოო შედეგის საჩვენებლად წინასწარ მოამზადეთ რამდენიმე დღის ნიმუში. № 3 სამუშაოში ჯგუფებისთვის წინასწარ განსაზღვრეთ ერთგვაროვანი შეფერილობის შეფასების ერთიანი კრიტერიუმი, რათა მონაცემები შესადარებელი იყოს.

მოსწავლის წიგნში მოცემული კითხვების პასუხები:

1. თუ აირის, სითხის და მყარი სხეულის ტემპერატურები ერთნაირია, დიფუზია აირში უფრო სწრაფად მიმდინარეობს, ვიდრე სითხეში, სითხეში კი უფრო სწრაფად, ვიდრე მყარ სხეულში. ეს იმითაა გამოწვეული, რომ აირის მოლეკულები თითქმის არ ურთიერთქმედებენ, მოლეკულებს შორის მანძილი კი მათ ზომებზე ბევრად მეტია. სითხეების მოლეკულებს შორის მანძილი მათი ზომების შესადარია, ურთიერთქმედებაც მნიშვნელოვანია, ამიტომ აირებთან შედარებით სითხეში დიფუზია ნელა მიმდინარეობს. მყარ სხეულში მოლეკულების ურთიერთქმედება იმდენად ძლიერია, რომ მისი მოლეკულები და ატომები გარკვეული წონასწორობის მდებარეობის მახლობლად ირხევიან და ამ მდებარეობას იშვიათად ტოვებენ. შესაბამისად, დიფუზია მყარ სხეულებში ყველაზე ნელა მიმდინარეობს;
2. სხეულის ტემპერატურის მომატებისას დიფუზიის სისწრაფეც იზრდება: ტემპერატურის მომატებისას იზრდება ნაწილაკების მოძრაობის სიჩქარე, შესაბამისად, იზრდება ნაწილაკის სხვა ნაწილაკებს შორის შეღწევის უნარიც;
3. ცხელი ჩაიში მოლეკულების მოძრაობის სიჩქარე უფრო მეტია, ვიდრე ცივში, ამიტომ შაქრის გახსნისას მისი მოლეკულები ცხელ ჩაიში უფრო სწრაფად ვრცელდებიან.

პარაგრაფი №1.4 — ნივთიერების შემადგენელი ნაწილაკების ურთიერთქმედება

აქტივობების მოკლე მიმოხილვა

№	გაკვეთილი/ეტაპი	აქტივობის დასახელება	აქტივობის მიზანი	სამიზნე ცნება/ცნებები და ინდიკატორები
1	კვლევა და ახალი ცოდნის აგება	როგორ ურთიერთქმედებენ ნივთიერების ნაწილაკები?	მოსწავლე შეძლებს მარტივი მოდელისა და ექსპერიმენტის საფუძველზე აღწეროს ნაწილაკებს შორის მიზიდვისა და განზიდვის მოქმედება; შეადაროს მოდელის სხვადასხვა მდგომარეობა; მიღებული შედეგები დაუკავშიროს ნაწილაკებს შორის მანძილს და მტკიცებულებაზე დაყრდნობით ჩამოაყალიბოს დასკვნა.	ნივთიერება და ველი — ნივთიერების ნაწილაკთა ურთიერთქმედების თვისებრივი ახსნა; საკლასო ექსპერიმენტის ორგანიზება და შედეგის პროგნოზირება. ფიზიკური პროცესი — მიზეზისა და შედეგის დაკავშირება.
2	ცოდნის გააზრება, სისტემატიზაცია და ტრანსფერი	მოლეკულების მიზიდვა, განზიდვა და სხეულების თვისებები	მოსწავლე შეძლებს ინტერაქტიული ახსნისა და დამხმარე კითხვა–პასუხის საფუძველზე განმარტოს, როგორ არის დამოკიდებული ნაწილაკთა ურთიერთქმედება მათ შორის მანძილზე; დაუკავშიროს იგი მყარი სხეულის ფორმის შენარჩუნებას, დეფორმაციასა და სხეულთა შეერთების პრაქტიკულ მაგალითებს.	ნივთიერება და ველი — ნივთიერების თვისებების მის ნაწილაკურ აგებულებასა და ურთიერთქმედებასთან დაკავშირება. ფიზიკური პროცესი — პროცესის პირობებისა და შედეგების თვისებრივი გააზრება.

სასწავლო შედეგები - მოსწავლე შეძლებს:

- აღწეროს, როგორ მოქმედებენ ნივთიერების ნაწილაკები ერთმანეთზე მიზიდვისა და განზიდვის ძალებით;
- განმარტოს, რომ ნაწილაკებს შორის ურთიერთქმედების ხასიათი დამოკიდებულია მათ შორის მანძილზე;
- ზამბარებით დაკავშირებული ბურთულების მოდელით აღწეროს ნაწილაკთა წონასწორული მდგომარეობა, შეკუმშვისას განზიდვისა და გაჭიმვისას მიზიდვის აღძრა;
- სველი მინის ფირფიტების ერთმანეთზე მიკვრა დაუკავშიროს ნივთიერებათა ნაწილაკებს შორის მიზიდვას;
- ნაწილაკთა ურთიერთქმედება დაუკავშიროს მყარი სხეულის ფორმისა და მოცულობის შენარჩუნებას, დეფორმაციასა და სხეულების შეერთების შესაძლებლობას;
- მოდელის გამოყენებისა და ექსპერიმენტის შედეგების გათვალისწინებით ჩამოაყალიბოს მტკიცებულებაზე დაფუძნებული დასკვნა.

სტანდარტის შესაბამისი ინდიკატორები

- ნივთიერებათა/სხეულთა ფიზიკური თვისებების ახსნა ნივთიერებათა გვაროვნებასა და აგრეგატულ მდგომარეობაზე დაყრდნობით;
- ნივთიერებათა ფიზიკური თვისებების ცვლილების თვისებრივი დახასიათება და ამ ცვლილების დაკავშირება ცვლილების გამომწვევ მიზეზებთან;
- ნივთიერებისა და ველის ფიზიკური თვისებების გამოსაკვლევად შესაბამისი საკლასო ექსპერიმენტების ორგანიზება, მოსალოდნელი შედეგების წინასწარ განჭვრეტა და მისი შედარება ექსპერიმენტის შედეგებთან;
- ფიზიკური მოვლენებისა და პროცესების თვისებრივი დახასიათება;
- ფიზიკური პროცესის გამომწვევი მიზეზებისა და შედეგების ერთმანეთთან დაკავშირება და ამ კავშირების განმაპირობებელი ფაქტორების ახსნა.

შეფასების კრიტერიუმები

მოსწავლე სწორად აღწერს მოდელის შეკუმშვისა და გაჭიმვის შედეგებს, მის წონასწორულ მდგომარეობას; ნაწილაკთა მიზიდვასა და განზიდვას უკავშირებს მათ შორის მანძილს; სველი მინის ფირფიტების მიკვრას ხსნის ნაწილაკებს შორის მიზიდვით; მყარი სხეულის ფორმის შენარჩუნებასა და დეფორმაციას განმარტავს ნაწილაკური მოდელით; პასუხს ასაბუთებს ექსპერიმენტით, მოდელით ან პარაგრაფში მოცემული მაგალითით.

აქტივობა 1. როგორ ურთიერთქმედებენ ნივთიერების ნაწილაკები?

აქტივობის კომპონენტი	აღწერა
აქტივობის მიზანი	კვლევა და ახალი ცოდნის აგება — მოსწავლეებმა ორი მარტივი ექსპერიმენტის საფუძველზე გაიაზრონ, რომ სხეულის გაჭიმვისას ნივთიერების ნაწილაკები ერთმანეთს შორდებიან და მათ შორის მიზიდვის ძალები იჩენს თავს, ხოლო შეკუმშვისას ნაწილაკები ერთმანეთს უახლოვდებიან და მათ შორის განზიდვის ძალები ძლიერდება; ეს დამოკიდებულება ზამბარებით დაკავშირებული ბურთულების მოდელით აღწერონ და სველი მინის ზედაპირების მიკვრა ნაწილაკებს შორის მიზიდვას დაუკავშირონ.
გამოყენებული სწავლების მიდგომა/მეთოდი	კვლევაზე დაფუძნებული სწავლება; ექსპერიმენტული სწავლება.
საკვლევი კითხვა	როგორ გვეხმარება ზამბარებით დაკავშირებული ბურთულების მოდელი იმის ახსნაში, რომ სხეულის გაჭიმვისას ნაწილაკები ერთმანეთს შორდებიან და მიზიდვის ძალები იჩენს თავს, ხოლო შეკუმშვისას ნაწილაკები ერთმანეთს უახლოვდებიან და განზიდვის ძალები ძლიერდება?
აქტივობის განხორციელება	მასწავლებელი მოსწავლეებს აცნობს საკვლევ კითხვას და თავიდანვე აკავშირებს მოდელს სხეულის დეფორმაციასთან: ბურთულები პირობითად ნივთიერების ნაწილაკებს, ხოლო მათ შორის ზამბარა — ნაწილაკთა ურთიერთქმედების გამარტივებულ ანალოგიას წარმოადგენს. მოსწავლეები მცირე ჯგუფებში მუშაობენ და წინასწარ ვარაუდობენ, რა მოხდება სხეულის გაჭიმვისა და შეკუმშვის მოდელირებისას. ბურთულების ერთმანეთისგან დაშორებით ისინი სხეულის გაჭიმვას ასახავენ და აკვირდებიან, რომ ზამბარა მათ კვლავ დაახლოებისკენ მიმართავს — ეს მოდელში მიზიდვის ძალის ანალოგია. ბურთულების ერთმანეთთან მიახლოებით ისინი სხეულის შეკუმშვას ასახავენ და აკვირდებიან, რომ შეკუმშული ზამბარა მათ დაშორებისკენ უბიძგებს — ეს მოდელში განზიდვის ძალის ანალოგია. შედეგებს სამუშაო ცხრილში აღრიცხავენ და აკავშირებენ ნაწილაკებს შორის მანძილის ცვლილებასთან. მეორე ექსპერიმენტში აკვირდებიან სველი მინის ზედაპირების მიკვრას და მსჯელობენ, რატომ არის ფირფიტების განცალკევება შედარებით რთული.

ექსპერიმენტი 1 — ზამბარებით დაკავშირებული ბურთულების მოდელი	1. ჯგუფს ეძლევა ორი მსუბუქი ბურთულა, რომლებიც ერთმანეთთან რბილი ზამბარით ან ელასტიკური ზონარითაა დაკავშირებული. თითოეული ბურთულა პირობითად ნივთიერების ნაწილაკს წარმოადგენს. 2. მოსწავლეები ბურთულებს თავისუფალ მდგომარეობაში ათავსებენ და აფიქსირებენ მათ შორის საწყის მანძილს — ეს მდგომარეობა პირობითად ნაწილაკთა წონასწორულ დაშორებას შეესაბამება. 3. სხეულის შეკუმშვის იმიტაციისთვის ბურთულებს ერთმანეთს უახლოებენ ისე, რომ ზამბარა შეიკუმშოს. ხელის გაშვების შემდეგ აკვირდებიან, რომ ბურთულები ერთმანეთს შორდება. მოსწავლეები ასკვნიან: შეკუმშვისას ნაწილაკები ზედმეტად უახლოვდებიან ერთმანეთს და მათ შორის განზიდვის ძალები ძლიერდება. 4. სხეულის გაჭიმვის იმიტაციისთვის ბურთულებს ერთმანეთისგან აშორებენ ისე, რომ ზამბარა გაიჭიმოს. ხელის გაშვების შემდეგ აკვირდებიან, რომ ბურთულები ერთმანეთს უახლოვდება. მოსწავლეები ასკვნიან: გაჭიმვისას ნაწილაკები ერთმანეთს შორდებიან და მათ შორის მიზიდვის ძალები იჩენს თავს. 5. მოსწავლეები ერთმანეთს ადარებენ სამ მდგომარეობას — თავისუფალს, შეკუმშულსა და გაჭიმულს — და მათ სხეულის დეფორმაციის შესაბამის შემთხვევებს უკავშირებენ. მოსალოდნელი დაკვირვება: შეკუმშვის იმიტაციისას ბურთულები დაშორებისკენ მოძრაობს, გაჭიმვის იმიტაციისას — დაახლოებისკენ, თავისუფალ მდგომარეობაში კი არსებულ მანძილს ინარჩუნებს. გასავითარებელი უნარები: კვლევის უნარები; კრიტიკული აზროვნება.
კითხვები მოდელის გაცნობისას	• რას წარმოადგენს მოდელში თითოეული ბურთულა? • რომელი მდგომარეობა შეესაბამება სხეულის გაჭიმვას და რომელი — შეკუმშვას? • რას წარმოადგენს თავისუფალი მდგომარეობა? გასავითარებელი უნარები: კომუნიკაცია; კრიტიკული აზროვნება.
კითხვები მოდელზე მუშაობისას	• რა მოხდა ბურთულების ერთმანეთთან მიახლოებისას და სხეულის რომელ ცვლილებას ასახავს ეს? • რა მოხდა ბურთულების დაშორებისას და სხეულის რომელ ცვლილებას ასახავს ეს? • როგორ შეიცვალა ბურთულებს შორის მანძილი შეკუმშვისა და გაჭიმვის იმიტაციისას? გასავითარებელი უნარები: კვლევის უნარები; მონაცემების გაანალიზება.
კითხვები მოდელის განზოგადებისას	• რატომ იჩენს თავს მიზიდვის ძალა სხეულის გაჭიმვისას? • რატომ ძლიერდება განზიდვის ძალა სხეულის შეკუმშვისას? • როგორ ხსნის ეს მოდელი სხეულის საწყისი ფორმის აღდგენისკენ სწრაფვას? გასავითარებელი უნარები: კრიტიკული აზროვნება; არგუმენტირებული დასკვნის ჩამოყალიბება.
ექსპერიმენტი 2 — სველი მინის ზედაპირების ერთმანეთზე მიკვრა	1. მასწავლებელი ან ჯგუფები იღებენ ორ პატარა, გლუვ, ბასრი კიდეების არმქონე მინის ან გამჭვირვალე პლასტმასის ფირფიტას. 2. ფირფიტების შეხებამდე მოსწავლეები ამოწმებენ, რამდენად ადვილად სცილდება ისინი ერთმანეთს მშრალ მდგომარეობაში. 3. ერთ ზედაპირს ასველებენ წყლის თხელი ფენით, ფირფიტებს ერთმანეთზე ადებენ და მსუბუქად აჭერენ. 4. მოსწავლეები ცდილობენ ფირფიტების ერთმანეთისგან პირდაპირ მოცილებას და შემდეგ გვერდულად გაცურებას; აღწერენ განსხვავებას. 5. შედეგს უკავშირებენ წყლისა და მინის ნაწილაკებს შორის მიზიდვას და ზედაპირების ძალიან მცირე მანძილზე მიახლოებას. მოსალოდნელი დაკვირვება: სველი ზედაპირები ერთმანეთს ეკვრის და მათი პირდაპირ განცალკევება უფრო რთულია, ვიდრე მშრალი ზედაპირების. გასავითარებელი უნარები: კვლევის უნარები; არგუმენტირებული დასკვნის ჩამოყალიბება.

კითხვები მეორე ექსპერიმენტისას	• როგორ განსხვავდება მშრალი და სველი ფირფიტების განცალკევების პროცესი? • წყლის ფენა რატომ უნდა იყოს თხელი? • რომელი დაკვირვება მიგვანიშნებს მიზიდვის არსებობაზე? გასავითარებელი უნარები: მონაცემების გაანალიზება; კომუნიკაცია.
კითხვები დასკვნის ეტაპზე	• რატომ არ ეკვრის ერთმანეთს ყველა სხეული შეხებით? • რატომ არის მნიშვნელოვანი ზედაპირების სისუფთავე და ძალიან მიახლოება? • როგორ უკავშირდება ეს დაკვირვება პარაგრაფში აღწერილ სხეულთა შეერთებას? გასავითარებელი უნარები: კრიტიკული აზროვნება; არგუმენტირებული დასკვნის ჩამოყალიბება.
მასწავლებლის ხელშემწყობი როლი	მასწავლებელი ახსენებს კავშირს მოდელსა და სხეულის დეფორმაციას შორის: ბურთულების დაშორება უკავშირდება სხეულის გაჭიმვას და ნაწილაკებს შორის მიზიდვის ძალების გამოვლენას, ხოლო ბურთულების დაახლოება — სხეულის შეკუმშვას და განზიდვის ძალების გაძლიერებას. იგი ხაზს უსვამს, რომ ზამბარა რეალური მოლეკულური ძალის ზუსტი გამოსახულება არ არის და მხოლოდ ურთიერთქმედების მიმართულების გასააზრებელი ანალოგიაა. მეორე ექსპერიმენტში მოსწავლეებს მიმართავს მტკიცებულებაზე დაფუძნებული დასკვნისკენ და არ მოითხოვს ზედაპირული დაჭიმულობის ძალების დეტალურ განხილვას.
რესურსები	ორი მსუბუქი ბურთულა; რბილი ზამბარა ან ელასტიკური ზონარი; შტატივი ან მარტივი დამჭერი საჭიროების შემთხვევაში; ორი პატარა გლუვი მინის ან გამჭვირვალე პლასტმასის ფირფიტა; წყალი; საწვეთური; ხელსახოცი; სამუშაო ცხრილი.
უსაფრთხოება	სასურველია გამოიყენოთ ბასრი კიდეების არმქონე პლასტმასის ან სპეციალურად დამუშავებული მინის ფირფიტები. დაზიანებული მინა არ გამოიყენოთ. წყლის დაღვრის შემთხვევაში ზედაპირი დაუყოვნებლივ გაწმინდეთ. ზამბარა ზედმეტად არ გაჭიმოთ და სახისკენ არ მიმართოთ.
შეფასება	დაკვირვების ცხრილისა და ზეპირი პასუხების განმავითარებელი შეფასება. კრიტერიუმები: მოდელში სხეულის გაჭიმვისა და შეკუმშვის სწორად ამოცნობა; ნაწილაკებს შორის მანძილის ცვლილების მიზიდვასა და განზიდვასთან დაკავშირება; სამი მოდელური მდგომარეობის შედარება; სველი ზედაპირების მიკვრის აღწერა მტკიცებულებაზე დაყრდნობით; დასკვნის დასაბუთება.
დიფერენცირება	მხარდაჭერის საჭიროების მქონე მოსწავლეებს ეძლევათ სქემა: „სხეულის შეკუმშვა — ნაწილაკების დაახლოება — განზიდვა“, „სხეულის გაჭიმვა — ნაწილაკების დაშორება — მიზიდვა“, „თავისუფალი მდგომარეობა — წონასწორობა“ და წინადადების დასაწყისები. სტანდარტული მზაობის მოსწავლეები დამოუკიდებლად ავსებენ ცხრილს. მაღალი მზაობის მოსწავლეები ასახელებენ მოდელის ერთ შესაძლებლობასა და ერთ შეზღუდვას.

მოსწავლის სამუშაო ცხრილის ნიმუში

ცდა/მდგომარეობა	რა შევცვალეთ?	რას დავაკვირდით?	ნაწილაკური მოდელით ახსნა/დასკვნა
ბურთულები — თავისუფალი მდგომარეობა			
ბურთულები — შეკუმშული ზამბარა			
ბურთულები — გაჭიმული ზამბარა			
მშრალი და სველი ფირფიტები			

შუალედური დასკვნა

ნივთიერების ნაწილაკები ერთმანეთზე მოქმედებენ. მათ შორის გარკვეულ მანძილზე მიზიდვა და განზიდვა ერთმანეთს აბალანსებს; ნაწილაკების ზედმეტად დაახლოებისას განზიდვა, დაშორებისას კი მიზიდვა ვლინდება. ამ ურთიერთქმედებას უკავშირდება სხეულების ფორმის შენარჩუნება და მათი შეერთების შესაძლებლობა.

აქტივობა 2. მოლეკულების მიზიდვა, განზიდვა და სხეულების თვისებები

აქტივობის კომპონენტი	აღწერა
აქტივობის მიზანი	ცოდნის გააზრება, სისტემატიზაცია და ტრანსფერი — მოსწავლეებმა ინტერაქტიული ახსნისა და დამხმარე კითხვა–პასუხის საშუალებით გაიაზრონ ნაწილაკთა ურთიერთქმედების კავშირი მყარი სხეულის ფორმასთან, დეფორმაციასთან და ნივთიერებების შეერთების პრაქტიკულ მაგალითებთან.
გამოყენებული სწავლების მიდგომა/მეთოდი	ინტერაქტიული მინი-ლექცია; მიმართული კითხვა–პასუხი.
აქტივობის განხორციელება	მასწავლებელი პარაგრაფის დანარჩენ ინფორმაციას აწვდის მოკლე, ერთმანეთთან დაკავშირებულ ბლოკებად. ყოველი ბლოკის შემდეგ მოსწავლეები პასუხობენ ერთ ან ორ საკვანძო კითხვას, ადარებენ მეწყვილეს პასუხს და ასაბუთებენ ნაწილაკური მოდელით. გამოიყენება სახელმძღვანელოს სურათები: ნაწილაკთა განლაგების მოდელი; მიზიდვა–განზიდვის სქემა; ზამბარაზე დაკიდებული სხეული; მინის დამუშავება და ლითონის შეერთება. ახსნა არ გადადის ძალების რაოდენობრივ დახასიათებაზე.
საინფორმაციო ბლოკი 1 — წონასწორული მანძილი	მასწავლებელი განმარტავს: ნაწილაკებს შორის ერთდროულად მოქმედებს მიზიდვა და განზიდვა. გარკვეულ მანძილზე ეს მოქმედებები ერთმანეთს აბალანსებს. ნაწილაკების უფრო მეტად დაახლოებისას განზიდვა ძლიერდება, ხოლო დაშორებისას მიზიდვა ცდილობს მათ უკან დაბრუნებას. ეს არის გამარტივებული თვისებრივი მოდელი.
პირველი ბლოკის შემდგომი კითხვები	• რომელი ორი სახის ურთიერთქმედება განიხილება ნაწილაკებს შორის? • რას ნიშნავს წონასწორული მანძილი? • რომელი მოქმედება ძლიერდება ნაწილაკების ზედმეტად დაახლოებისას? გასავითარებელი უნარები: კრიტიკული აზროვნება; კომუნიკაცია.
საინფორმაციო ბლოკი 2 — მყარი სხეულის ფორმა და დეფორმაცია	მყარ სხეულში ნაწილაკები ერთმანეთთან ახლოს და გარკვეული წესრიგით არის განლაგებული. მათი ურთიერთქმედება ხელს უწყობს სხეულის ფორმისა და მოცულობის შენარჩუნებას. გარეგანი ძალის მოქმედებისას ნაწილაკებს შორის მანძილი მცირედ იცვლება, რის გამოც სხეული დეფორმირდება; ზემოქმედების მოხსნის შემდეგ ზოგი სხეული საწყის მდგომარეობას უბრუნდება.
მეორე ბლოკის კითხვები	• როგორ დაგვეხმარება ზამბარაზე დაკიდებული სხეულის მაგალითი დეფორმაციის ახსნაში? • რა იცვლება ნაწილაკურ მოდელში სხეულის გაჭიმვისას? • რატომ შეიძლება სხეულმა ზემოქმედების მოხსნის შემდეგ საწყისი ფორმა აღიდგინოს? გასავითარებელი უნარები: კრიტიკული აზროვნება; არგუმენტირებული დასკვნის ჩამოყალიბება.
საინფორმაციო ბლოკი 3 — რატომ არ ერთდება გატეხილი სხეული თავისით?	მასწავლებელი განმარტავს, რომ ორი გატეხილი ნაწილის ზედაპირები მიკროსკოპულ დონეზე უსწორმასწოროა და მათი ნაწილაკების უმეტესობა ერთმანეთთან საკმარისად ახლოს ვერ მიდის. ამიტომ ჩვეულებრივი შეხება შეერთებისთვის საკმარისი არ არის. ზედაპირების დარბილება, გახურება, ძლიერი დაწნეხა ან სპეციალური შემაერთებელი მასალა ნაწილაკებს უფრო აახლოებს და შეერთებას შესაძლებელს ხდის.

კითხვები პრაქტიკული მაგალითების ირგვლივ	• რატომ შეიძლება გახურებულმა მინამ ახალი ფორმა მიიღოს და შეერთდეს? • რატომ არის ლითონების შედუღებისას საჭირო ზედაპირების გაცხელება ან ძლიერი დაწნეხა? • რა მნიშვნელობა აქვს ზედაპირების სისუფთავეს? • რატომ ვერ შეერთდება გატეხილი ქვა მხოლოდ ნაწილების ერთმანეთზე დადებით? გასავითარებელი უნარები: პრობლემის გადაჭრა; არგუმენტირებული დასკვნის ჩამოყალიბება.
მასწავლებლის ხელშემწყობი როლი	მასწავლებელი ინფორმაციას მოკლე ბლოკებად აწვდის და ყოველი ბლოკის შემდეგ ამოწმებს გააზრებას. იგი მოსწავლეებს სთხოვს პასუხის დაკავშირებას წინა აქტივობის მოდელთან ან სახელმძღვანელოს კონკრეტულ სურათთან. არ აძლევს მიზიდვისა და განზიდვის რაოდენობრივ ფორმულებს და არ წარმოადგენს ზამბარის მოდელს რეალური მოლეკულური ძალის ზუსტ ასლად.
რესურსები	მოსწავლის წიგნის ტექსტი და სურათები; პროექტორი ან დაბეჭდილი ილუსტრაციები; დაფა; ზამბარებით დაკავშირებული ბურთულების მოდელი პირველი აქტივობიდან; დებულებების მოკლე ბარათები.
შეფასება — „იპოვე და გაასწორე შეცდომა“	მოსწავლეები ინდივიდუალურად ასწორებენ ორ დებულებას: 1) „ნივთიერების ნაწილაკები მხოლოდ იზიდავენ ერთმანეთს“; 2) „გატეხილი სხეულის ნაწილები შეხებისთანავე მტკიცედ ერთდება, რადგან მათი ნაწილაკები ახლოსაა“. მოსწავლემ თითოეული დებულება სწორად უნდა გადააკეთოს და ერთი წინადადებით დაასაბუთოს. კრიტერიუმები: მიზიდვისა და განზიდვის კომპონენტების გათვალისწინება; მანძილის მნიშვნელობის სწორად ახსნა; პრაქტიკული მაგალითის ნაწილაკურ მოდელთან დაკავშირება.
დიფერენცირება	მხარდაჭერის საჭიროების მქონე მოსწავლეებს ეძლევათ სიტყვათა ბანკი: მიზიდვა, განზიდვა, მანძილი, წონასწორობა, დეფორმაცია, გახურება. სტანდარტული მზაობის მოსწავლეები დებულებებს დამოუკიდებლად ასწორებენ. მაღალი მზაობის მოსწავლეები ქმნიან მესამე მცდარ დებულებას და მეწყვილეს სთავაზობენ გასასწორებლად.

მართებული დასკვნა

ნივთიერების ნაწილაკებს შორის მოქმედებს მიზიდვისა და განზიდვის ძალები. მათი თანაფარდობა ნაწილაკებს შორის მანძილზეა დამოკიდებული. ამ ურთიერთქმედებით აიხსნება მყარი სხეულის ფორმისა და მოცულობის შენარჩუნება, დეფორმაცია და ის პირობები, რომლებშიც სხეულთა ნაწილები შეიძლება ერთმანეთს შეუერთდეს.

მინი აქტივობა განმავითარებელი შეფასებისთვის

განმავითარებელი შეფასება — „იპოვე და გაასწორე შეცდომა“

მოსწავლე ინდივიდუალურად ასწორებს ორ მცდარ დებულებას და თითოეულს ერთწინადადებიანი დასაბუთებით ამყარებს: 1) „ნაწილაკები ნებისმიერ მანძილზე მხოლოდ იზიდავენ ერთმანეთს“; 2) „ორი გატეხილი მყარი სხეული მხოლოდ ერთმანეთზე მიდებით კვლავ მთლიან სხეულად იქცევა“.

მასწავლებლის ინსტრუქცია

ყურადღება მიაქციეთ, რომ მოსწავლეებმა ზამბარიანი მოდელი რეალური ნაწილაკების ზუსტ გამოსახულებად არ აღიქვან. პასუხებში აუცილებელია როგორც მიზიდვის, ისე განზიდვის დასახელება და მათი დამოკიდებულების დაკავშირება ნაწილაკებს შორის მანძილთან. სხეულების შეერთების მაგალითებში მოსწავლემ უნდა განმარტოს, რატომ არის საჭირო ზედაპირების ძალიან მიახლოება, გახურება ან დაწნეხა.

მოსწავლის წიგნში მოცემული კითხვების პასუხები:

1. სხეულის შემადგენელი ნაწილაკების ურთიერთმიზიდვა არის იმის მიზეზი, რომ სხეული ცალკეულ ნ აწილაკებად არ იშლება და რჩება მთლიანი;
2. სხეულის შემადგენელი ნაწილაკების ურთიერთმიზიდვა მნიშვნელოვანი და შესამჩნევია მაშინ, როდესაც მათი დაშორება დაახლოებით ნაწილაკის ზომისაა;
3. თუ ვეცდებით, რომ სითხე ან მყარი სხეული შევკუმშოთ, ამას ვერ შევძლებთ. ეს ადასტურებს მის ნაწილაკებს შორის განზიდვის არსებობას;
4. გატეხილი ჭიქის ნაწილების ერთმანეთზე მიჭერისას ნატეხების ნაწილაკების უმეტესობა ისეთ მანძილზე ვერ უახლოვდება ერთმანეთს, რომ მათ შორის ურთიერთმიზიდვა აღიძრას. წებოს წასმისას ის ზედაპირების უსწორმასწოროებს ავსებს. წებოს მოლეკულები კი იზიდავენ როგორც ერთმანეთს, ასევე შესაწებებელი ზედაპირების მოლეკულებს, ამიტომ წებოს გაშრობის შემდეგ ზედაპირები შეწებებული რჩება;
5. პლასტილინის ორი რბილი ნაჭრის ერთმანეთზე მიდებისას ზედაპირების მოლეკულების უდიდესი ნაწილი იმდენად მცირე მანძილებზე უახლოვდება ერთმანეთს, რომ მათ შორის ურთიერთმიზიდვა აღიძრება;
6. ზედაპირზე არსებული მტვრის ან ცხიმის ნაწილაკები ხელს უშლის წებოს ნაწილაკებს ზედაპირის ნაწილაკებთან დაახლოებაში.

პარაგრაფი №1.5 — ნივთიერების აგრეგატული მდგომარეობები

აქტივობების მოკლე მიმოხილვა

№	გაკვეთილი/ეტაპი	აქტივობის დასახელება	აქტივობის მიზანი	სამიზნე ცნება/ცნებები და ინდიკატორები
1	კვლევა და ახალი ცოდნის აგება	აირი — ადვილად იცვლის ფორმასა და მოცულობას	მოსწავლე შეძლებს დახურულ შპრიცში ჰაერის შეკუმშვისა და გაფართოების დაკვირვებას; აღწერს აირის ფორმისა და მოცულობის ცვლილებას და შედეგს ნაწილაკთა განლაგებით ახსნის.	ნივთიერება და ველი — აირის ფიზიკური თვისებების თვისებრივი აღწერა; საკლასო ექსპერიმენტის ორგანიზება. ფიზიკური პროცესი — მიზეზისა და შედეგის დაკავშირება.
2	კვლევა, შედარება და ცოდნის განმტკიცება	სითხე — მოცულობას ინარჩუნებს, ფორმას იცვლის	მოსწავლე შეძლებს წყლით სავსე პლასტმასის ბოთლის შეკუმშვის მცდელობისა და წყლის სხვა ჭურჭელში გადასხმის საფუძველზე დაასკვნას, რომ სითხის მოცულობის შეცვლა პრაქტიკულად რთულია, ხოლო ფორმას ადვილად იცვლის და ჭურჭლის ფორმას იღებს.	ნივთიერება და ველი — სითხის ფორმისა და მოცულობის თვისებრივი დახასიათება. ფიზიკური პროცესი — დაკვირვებების შედარება და დასკვნის ჩამოყალიბება.
3	ცოდნის სისტემატიზაცია, ტრანსფერი და შეფასება	მყარი სხეული — ფორმისა და მოცულობის შენარჩუნება	მოსწავლე შეძლებს ხის ძელაკის ფორმისა და მოცულობის შეცვლის მცდელობის საფუძველზე აღწეროს მყარი სხეულის თვისებები; ინტერაქტიული ახსნით შეადაროს სამივე აგრეგატული მდგომარეობა და გამოიყენოს ნაწილაკური მოდელი.	ნივთიერება და ველი — მყარი სხეულის თვისებებისა და ნაწილაკთა განლაგების დაკავშირება. ფიზიკური პროცესი — სამივე მდგომარეობის შედარება არსებითი ნიშნების მიხედვით.

სასწავლო შედეგები - მოსწავლე შეძლებს:

- განასხვავოს მყარი, თხევადი და აირადი მდგომარეობები ფორმისა და მოცულობის შენარჩუნების მიხედვით;
- ექსპერიმენტულად აჩვენოს, რომ აირის ფორმისა და მოცულობის ცვლილება მარტივია;
- დაკვირვების შედეგად დაასაბუთოს, რომ სითხე ინარჩუნებს მოცულობას, მაგრამ იღებს ჭურჭლის ფორმას;
- აღწეროს, რომ მყარი სხეული ინარჩუნებს ფორმასა და მოცულობას;
- სამივე მდგომარეობის თვისებები ახსნას ნაწილაკთა განლაგებით, მათ შორის მანძილითა და მოძრაობის შესაძლებლობით;
- დაკვირვებები აღრიცხოს, შეადაროს და ჩამოაყალიბოს არგუმენტირებული დასკვნა.

სტანდარტის შესაბამისი ინდიკატორები

- ნივთიერებათა/სხეულთა ფიზიკური თვისებების ახსნა ნივთიერებათა გვაროვნასა და აგრეგატულ მდგომარეობაზე დაყრდნობით;
- ერთი და იმავე აგრეგატულ მდგომარეობაში მყოფ ნივთიერებათა შედარება მათი ფიზიკური თვისებების მიხედვით; სხვადასხვა აგრეგატულ მდგომარეობაში მყოფი ერთი და იმავე ნივთიერების ფიზიკური თვისებების შედარება;
- ნივთიერებისა და ველის ფიზიკური თვისებების გამოსაკვლევად შესაბამისი საკლასო ექსპერიმენტების ორგანიზება, მოსალოდნელი შედეგების წინასწარ განჭვრეტა და მისი შედარება ექსპერიმენტის შედეგებთან;
- ფიზიკური მოვლენებისა და პროცესების თვისებრივი დახასიათება და შედარება მათი მახასიათებლების მიხედვით;

შეფასების კრიტერიუმები

მოსწავლე სწორად აღწერს თითოეულ ცდაში ფორმისა და მოცულობის ცვლილებას; სამ მდგომარეობას ადარებს ერთიანი კრიტერიუმებით; აირის შეკუმშვას, სითხის მოცულობის პრაქტიკულ უცვლელობასა და მყარი სხეულის ფორმის შენარჩუნებას ნაწილაკური მოდელით ხსნის; დასკვნას ამყარებს ცდით მიღებული მტკიცებულებებით.

აქტივობა 1. აირი — ადვილად იცვლის ფორმასა და მოცულობას

აქტივობის კომპონენტი	აღწერა
აქტივობის მიზანი	კვლევა და ახალი ცოდნის აგება — მოსწავლეებმა შპრიცში მოთავსებული ჰაერის შეკუმშვითა და გაფართოებით გააცნობიერონ, რომ აირს არც საკუთარი ფორმა აქვს და არც მუდმივი მოცულობა.
გამოყენებული სწავლების მიდგომა/მეთოდი	კვლევაზე დაფუძნებული სწავლება; ექსპერიმენტული სწავლება.
საკვლევი კითხვა	როგორ იცვლება დახურულ შპრიცში მოთავსებული ჰაერის მოცულობა დგუშის გადაადგილებისას?
აქტივობის განხორციელება	მოსწავლეები მუშაობენ მცირე ჯგუფებში. მასწავლებელი აჩვენებს უნემსო შპრიცს, მოსწავლეები წინასწარ ვარაუდობენ, რა მოხდება დგუშზე დაჭერისა და უკან გამოწევისას, როცა შპრიცის გამოსასვლელი თითითაა დახშული. ჯგუფები ასრულებენ ცდას, ადარებენ დგუშის საწყის და საბოლოო მდებარეობებს და შედეგს სამუშაო ცხრილში აფიქსირებენ.

ექსპერიმენტი 1 — ჰაერის შეკუმშვა და გაფართოება შპრიცში	1. დგუში გადაწიეთ შუა მდგომარეობამდე და შპრიცის გამოსასვლელი თითით მჭიდროდ დახშეთ. 2. ნელა დააწექით დგუშს და დააკვირდით, მცირდება თუ არა ჰაერის მიერ დაკავებული მოცულობა და იზრდება თუ არა წინააღმდეგობა. 3. დგუში გაუშვით და დააკვირდით მის მოძრაობას. 4. დახშული გამოსასვლელის დროს დგუში ნელა გამოწიეთ უკან და დააკვირდით ჰაერის მოცულობის ზრდას. 5. შეადარეთ ჰაერის ფორმა შპრიცის შიდა სივრცის ფორმას. მოსალოდნელი დაკვირვება: დგუშზე დაჭერისას ჰაერის მოცულობა მცირდება, უკან გამოწევისას იზრდება; აირი ყოველთვის ჭურჭლის ფორმას იკავებს. გასავითარებელი უნარები: კვლევის უნარები; მონაცემების აღრიცხვა და გაანალიზება.
კითხვები ცდის დაწყებამდე	• რა ნივთიერებაა შპრიცში? • აქვს თუ არა ჰაერს შპრიცისგან დამოუკიდებელი ხილული საზღვარი? • რას ვცვლით დგუშის გადაადგილებით? გასავითარებელი უნარები: კრიტიკული აზროვნება; კომუნიკაცია.
კითხვები ცდის მიმდინარეობისას	• რატომ უნდა იყოს შპრიცის გამოსასვლელი დახშული? • როგორ ვადგენთ, რომ ჰაერის მოცულობა შემცირდა? • რა უნდა შევინარჩუნოთ უცვლელად სწორი შედეგის მისაღებად? გასავითარებელი უნარები: კვლევის უნარები; მონაცემების გაანალიზება.
კითხვები განზოგადების ეტაპზე	• რას ვხედავთ ჩატარებულ ცდაში აირის მოცულობის შესახებ? • რატომ იკავებს აირი ნებისმიერი ფორმის ჭურჭლის ფორმას? • როგორ ახსნით შეკუმშვას ნაწილაკებს შორის შუალედების არსებობის საფუძველზე? გასავითარებელი უნარები: კრიტიკული აზროვნება; არგუმენტირებული დასკვნის ჩამოყალიბება.
მასწავლებლის ხელშემწყობი როლი	მასწავლებელი არ აწვდის დასკვნას წინასწარ. იგი მოსწავლეებს სთხოვს აღწერონ მხოლოდ დამზერილი ცვლილება, შემდეგ კი შედეგი დაუკავშირონ აირის ნაწილაკებს შორის დიდ შუალედებს. ყურადღებას ამახვილებს, რომ შპრიცში ჰაერი არ ქრება — მცირდება მხოლოდ მის მიერ დაკავებული მოცულობა.
რესურსები	თითო ჯგუფისთვის ერთი ან ორი გამჭვირვალე, უნემსო პლასტმასის შპრიცი; სამუშაო ცხრილი.
უსაფრთხოება	გამოიყენეთ მხოლოდ უნემსო შპრიცი. დგუშს ძალიან ძლიერად ნუ დააწვებით და შპრიცს სხვისკენ ნუ მიმართავთ.
შეფასება	დაკვირვების ცხრილის განმავითარებელი შეფასება. კრიტერიუმები: ვარაუდის გამოთქმა; მოცულობის ცვლილების სწორად აღწერა; აირის ფორმისა და მოცულობის შესახებ დასკვნის ნაწილაკური მოდელით დასაბუთება.
დიფერენცირება	მხარდაჭერის საჭიროების მქონე მოსწავლეებს ეძლევათ დგუშის სამი მდგომარეობის ილუსტრირებული ბარათები, რომლებიც სწორ თანმიმდევრობაში უნდა დაალაგონ და თითოეულს მიუწერონ „მოცულობა გაიზარდა/შემცირდა/არ შეცვლილა“. სტანდარტული მზაობის მოსწავლეები ცხრილს დამოუკიდებლად ავსებენ. მაღალი მზაობის მოსწავლეები ხსნიან, რატომ იზრდება დგუშის წინააღმდეგობა შეკუმშვისას.

შუალედური დასკვნა

აირს საკუთარი ფორმა და მუდმივი მოცულობა არ აქვს. იგი ჭურჭლის ფორმას იღებს და მისი მოცულობის შეცვლა შედარებით მარტივია, რადგან აირის ნაწილაკებს შორის დიდი შუალედებია.

აქტივობა 2. სითხე — მოცულობას ინარჩუნებს, ფორმას იცვლის

აქტივობის კომპონენტი	აღწერა
აქტივობის მიზანი	კვლევა, შედარება და ცოდნის განმტკიცება — მოსწავლეებმა ორი თანმიმდევრული მოქმედებით დაადგინონ, რომ სითხის მოცულობის შეცვლა პრაქტიკულად რთულია, თუმცა მისი ფორმა ჭურჭლის ფორმის მიხედვით იცვლება.
გამოყენებული სწავლების მიდგომა/მეთოდი	ექსპერიმენტული სწავლება; თანამშრომლობითი სწავლება.
საკვლევი კითხვა	რომელ მახასიათებელს ინარჩუნებს სითხე და რომელი იცვლება მისი ერთი ჭურჭლიდან მეორეში გადასხმისას?
აქტივობის განხორციელება	ჯგუფებს ეძლევათ წყლით თითქმის ბოლომდე სავსე, მჭიდროდ დახურული პლასტმასის ბოთლი და ფართო თასი. მოსწავლეები ჯერ ცდილობენ ბოთლის შეკუმშვით წყლის მოცულობის შემცირებას, შემდეგ წყალს თასში ასხამენ და ადარებენ მის ფორმას ბოთლსა და თასში. ყურადღება გამახვილებულია ფორმისა და მოცულობის ერთმანეთისგან გამიჯვნაზე.
ექსპერიმენტი 2 — წყლის მოცულობისა და ფორმის კვლევა	1. შეამოწმეთ, რომ ბოთლი თითქმის მთლიანადაა წყლით სავსე და მჭიდროდ დახურული. 2. ორივე ხელით ზომიერად მოუჭირეთ ბოთლს და დააკვირდით, შესაძლებელია თუ არა წყლის მოცულობის თვალსაჩინო შემცირება. 3. გახსენით ბოთლი და წყალი მთლიანად გადაასხით ფართო თასში. 4. შეადარეთ წყლის ფორმა ბოთლსა და თასში. 5. სურვილის შემთხვევაში წყალი ისევ ბოთლში დააბრუნეთ და დააკვირდით, რომ იგი კვლავ ბოთლის ფორმას იღებს. მოსალოდნელი დაკვირვება: წყლის მოცულობა შეკუმშვის მცდელობისას პრაქტიკულად არ იცვლება, მაგრამ მისი ფორმა ჭურჭლის ფორმის შესაბამისად იცვლება. გასავითარებელი უნარები: კვლევის უნარები; მონაცემების აღრიცხვა და გაანალიზება.
კითხვები ცდის დაწყებამდე	• რა მდგომარეობაშია წყალი? • რა ფორმა აქვს წყალს ბოთლში? • რომელი ორი მახასიათებელი უნდა შევადაროთ? გასავითარებელი უნარები: კომუნიკაცია; კრიტიკული აზროვნება.
კითხვები ცდის ჩატარებისას	• რატომ უნდა იყოს ბოთლი თითქმის მთლიანად სავსე? • როგორ ვასკვნით, რომ წყლის მოცულობა პრაქტიკულად არ შემცირდა? • როგორ შევადაროთ წყლის ფორმა ორ ჭურჭელში? გასავითარებელი უნარები: კვლევის უნარები; მონაცემების გაანალიზება.
დასკვნითი ეტაპის კითხვები	• რატომ იღებს წყალი სხვადასხვა ჭურჭლის ფორმას? • რატომ არის სითხის შეკუმშვა აირის შეკუმშვასთან შედარებით რთული? • სად ვიყენებთ სითხის ამ თვისებას ყოველდღიურ ცხოვრებაში? გასავითარებელი უნარები: კრიტიკული აზროვნება; არგუმენტირებული დასკვნის ჩამოყალიბება.
მასწავლებლის ხელშემწყობი როლი	მასწავლებელი ეხმარება მოსწავლეებს გაარჩიონ ბოთლის კედლის დეფორმაცია და წყლის მოცულობის ცვლილება. იგი სვამს დამაზუსტებელ კითხვას: „შეიცვალა წყლის მოცულობა თუ მხოლოდ ჭურჭლის ფორმა?“ და პასუხს აკავშირებინებს სითხის ნაწილაკებს შორის მცირე შუალედებსა და მათი გადაადგილების შესაძლებლობასთან.

რესურსები	წყლით თითქმის ბოლომდე სავსე, მჭიდროდ დახურული პლასტმასის ბოთლი; ფართო თასი; ძაბრი საჭიროების შემთხვევაში; ხელსახოცები; სამუშაო ცხრილი.
უსაფრთხოება	გამოიყენეთ მხოლოდ პლასტმასის ჭურჭელი. წყალი გადაასხით ნელა. დაღვრილი წყალი დაუყოვნებლივ გაწმინდეთ.
შეფასება	ზეპირი განმავითარებელი უკუკავშირი და დაკვირვების ჩანაწერი. კრიტერიუმები: ფორმისა და მოცულობის ერთმანეთისგან გამიჯვნა; ორი ცდის შედეგების შედარება; სითხის თვისებების შესახებ დასკვნის ჩამოყალიბება.
დიფერენცირება	მხარდაჭერის საჭიროების მქონე მოსწავლეებს ეძლევათ ნაწილობრივ შევსებული შედარების ცხრილი, სადაც მხოლოდ „ფორმა“ და „მოცულობა“ უნდა მონიშნონ სიტყვებით „იცვლება“ ან „პრაქტიკულად არ იცვლება“. სტანდარტული მზაობის მოსწავლეები ცხრილს დამოუკიდებლად ავსებენ. მაღალი მზაობის მოსწავლეები სითხისა და აირის კუმშვადობას ნაწილაკური მოდელით ხსნიან.

შუალედური დასკვნა

სითხეს საკუთარი მუდმივი ფორმა არ აქვს — იგი ჭურჭლის ფორმას იღებს. მისი მოცულობის შეცვლა პრაქტიკულად რთულია, რადგან სითხის ნაწილაკები ერთმანეთთან ახლოსაა, თუმცა ერთმანეთის მიმართ გადაადგილება შეუძლიათ.

აქტივობა 3. მყარი სხეული — ფორმისა და მოცულობის შენარჩუნება

აქტივობის კომპონენტი	აღწერა
აქტივობის მიზანი	ცოდნის სისტემატიზაცია, ტრანსფერი და შეფასება — მოსწავლეებმა ხის ძელაკის კვლევისა და ინტერაქტიული ახსნის საფუძველზე დაახასიათონ მყარი სხეული და შეადარონ ნივთიერების სამივე აგრეგატული მდგომარეობა.
გამოყენებული სწავლების მიდგომა/მეთოდი	ინტერაქტიული მინი-ლექცია; მიმართული კითხვა–პასუხი.
აქტივობის განხორციელება	მოსწავლეები ჯერ აკვირდებიან ხის ძელაკს, ცდილობენ ხელით მისი ფორმისა და მოცულობის შეცვლას და შედეგს ადარებენ წინა ორ აქტივობას. შემდეგ მასწავლებელი მოკლე, ინტერაქტიული საუბრებით აჯამებს მყარი სხეულის, სითხისა და აირის თვისებებს. გამოიყენება ნაწილაკური მოდელები სახელმძღვანელოდან. ყოველი საუბრის შემდეგ მოსწავლეები პასუხობენ ერთ დამაზუსტებელ კითხვას და ავსებენ სამსვეტიან შედარების ცხრილს. მასწავლებელი არ განიხილავს აგრეგატული მდგომარეობების გარდაქმნის პროცესებსა და თბოგადაცემას.
ექსპერიმენტი 3 — ხის ძელაკის ფორმისა და მოცულობის შეცვლის მცდელობა	1. დააკვირდით ხის ძელაკის ფორმასა და ზომებს. 2. ზომიერი ძალით სცადეთ მისი შეკუმშვა, გაჭიმვა ან ფორმის შეცვლა. 3. მოათავსეთ ძელაკი სხვადასხვა ფორმის ჭურჭელში და შეამოწმეთ, იღებს თუ არა ჭურჭლის ფორმას. 4. შეადარეთ ძელაკის საწყისი და საბოლოო მდგომარეობები თითოეულ შემთხვევაში. მოსალოდნელი დაკვირვება: ყოველდღიურ პირობებში ხის ძელაკის ფორმისა და მოცულობის თვალსაჩინო შეცვლა რთულია; ჭურჭელში მოთავსებისას იგი საკუთარ ფორმას ინარჩუნებს. გასავითარებელი უნარები: კვლევის უნარები; კრიტიკული აზროვნება.

კითხვები დაკვირვებისას	• შეიცვალა თუ არა ძელაკის ფორმა ხელის ზომიერი ზემოქმედებით? • მიიღო თუ არა მან ჭურჭლის ფორმა? • შეიცვალა თუ არა მისი მოცულობა თვალსაჩინოდ? გასავითარებელი უნარები: მონაცემების აღრიცხვა და გაანალიზება; კომუნიკაცია.
საინფორმაციო ბლოკი 1 — მყარი სხეული	მყარ სხეულში ნაწილაკები ერთმანეთთან ძალიან ახლოსაა და ურთიერთქმედება მათ გარკვეული განლაგების შენარჩუნებაში ეხმარება. ამიტომ მყარი სხეული ჩვეულებრივ ინარჩუნებს საკუთარ ფორმასა და მოცულობას. ნაწილაკები სრულად უძრავი არ არის, მაგრამ ამ ეტაპზე მათი მოძრაობის დეტალური განხილვა არ ხდება.
საინფორმაციო ბლოკი 2 — სითხე და აირი	სითხის ნაწილაკები ერთმანეთთან ახლოსაა, მაგრამ მათ შეუძლიათ ერთმანეთის მიმართ გადაადგილება; ამიტომ სითხე ინარჩუნებს მოცულობას და იღებს ჭურჭლის ფორმას. აირის ნაწილაკებს შორის დიდი შუალედებია და ისინი თავისუფლად გადაადგილდებიან; ამიტომ აირი ადვილად იცვლის როგორც ფორმას, ისე მოცულობას.
კითხვები შედარების ეტაპზე	• რომელი ერთიანი კრიტერიუმებით ვადარებთ სამ მდგომარეობას? • რომელ მდგომარეობაში ინარჩუნებს ფორმას? • რომელში ინარჩუნებს მოცულობას, მაგრამ არა ფორმას? • რომელშია მოცულობის შეცვლა ყველაზე მარტივი? გასავითარებელი უნარები: კრიტიკული აზროვნება; მონაცემების გაანალიზება.
კითხვები ცოდნის ტრანსფერისას	• რატომ ინახება ჰაერი დახურულ ბალონში, წყალი — ბოთლში ან ჭიქაში, ხოლო ქვა ჭურჭლის გარეშეც ინარჩუნებს ფორმას? • რატომ ავსებს აირი ჭურჭლის მთელ მოცულობას, წყალი კი მხოლოდ მის ქვედა ნაწილს? • როგორ დაგვეხმარება ნაწილაკური მოდელი უცნობი ნივთიერების მდგომარეობის ახსნაში? გასავითარებელი უნარები: პრობლემის გადაჭრა; არგუმენტირებული დასკვნის ჩამოყალიბება.
მასწავლებლის ხელშემწყობი როლი	მასწავლებელი წარმართავს შედარებას ერთი და იმავე ორი კრიტერიუმით — ფორმა და მოცულობა. იგი ასწორებს გავრცელებულ შეცდომას, თითქოს სითხეს „ფორმა საერთოდ არ აქვს“: სითხეს მოცემულ მომენტში აქვს ჭურჭლისგან განსაზღვრული ფორმა, მაგრამ არა საკუთარი მუდმივი ფორმა. ახსნა არ გადადის მდგომარეობათა გარდაქმნებსა და თბოგადაცემაზე.
რესურსები	ხის ძელაკი; სხვადასხვა ფორმის ცარიელი ჭურჭელი; სახელმძღვანელოს ნაწილაკური მოდელები; დაფა ან პროექტორი; შედარების ცხრილი.
უსაფრთხოება	გამოიყენეთ მსუბუქი, ბასრი კიდეების არმქონე ხის ძელაკი. ძელაკის ფორმის შეცვლას ნუ შეეცდებით დარტყმით ან ხელსაწყოების გამოყენებით.
შეფასება — „სამი მდგომარეობა, ერთი კრიტერიუმი“	მოსწავლეები წყვილებში იღებენ ერთ კრიტერიუმს — „ფორმა“, „მოცულობა“ ან „ნაწილაკთა განლაგება“ — და ამ კრიტერიუმით მოკლედ ადარებენ მყარ სხეულს, სითხესა და აირს. შემდეგ კლასს აცნობენ ერთ დასკვნას და ასაბუთებენ მინიმუმ ერთი ცდის შედეგით. კრიტერიუმები: შედარების სიზუსტე; ტერმინების სწორად გამოყენება; დასკვნის მტკიცებულებით დასაბუთება.
დიფერენცირება	მხარდაჭერის საჭიროების მქონე მოსწავლეებს ეძლევათ ფერებით კოდირებული სამი ნაწილაკური მოდელი და სამი თვისების ბარათი, რომლებიც შესაბამის მოდელებს უნდა შეუსაბამონ. სტანდარტული მზაობის მოსწავლეები დამოუკიდებლად ავსებენ შედარების ცხრილს. მაღალი მზაობის მოსწავლეები უცნობი მაგალითის თვისებების მიხედვით ადგენენ მის სავარაუდო აგრეგატულ მდგომარეობას და არჩევანს ასაბუთებენ.

მოსწავლის სამუშაო ცხრილის ნიმუში

მდგომარეობა	ინარჩუნებს საკუთარ ფორმას?	ინარჩუნებს მოცულობას?	შეკუმშვა რამდენად მარტივია?	ნაწილაკური მოდელით ახსნა
მყარი სხეული				
სითხე				
აირი				

მართებული დასკვნა

მყარი სხეული ინარჩუნებს საკუთარ ფორმასა და მოცულობას; სითხე ინარჩუნებს მოცულობას, მაგრამ იღებს ჭურჭლის ფორმას; აირს არც საკუთარი ფორმა აქვს და არც მუდმივი მოცულობა. ეს განსხვავებები უკავშირდება ნაწილაკთა განლაგებას, მათ შორის მანძილსა და ერთმანეთის მიმართ გადაადგილების შესაძლებლობას.

მინი აქტივობა განმავითარებელი შეფასებისთვის

განმავითარებელი შეფასება — „სამი მდგომარეობა, ერთი კრიტერიუმი“

მოსწავლე ინდივიდუალურად ირჩევს ერთ კრიტერიუმს — ფორმას, მოცულობას ან კუმშვადობას — და ამ კრიტერიუმით სამ წინადადებაში ადარებს მყარ სხეულს, სითხესა და აირს. ერთი წინადადებით პასუხი უნდა დაასაბუთოს გაკვეთილზე ჩატარებული ცდით.

მოსწავლის წიგნში მოცემული კითხვების პასუხები:

1. ა) მყარიდან თხევად მდგომარეობაში გადასვლას დნობა ჰქვია;

   ბ) თხევადიდან მყარ მდგომარეობაში გადასვლას გამყარება ჰქვია;

   გ) თხევადიდან აირად მდგომატეობაში გადასვლას ორთქლადქცევა ჰქვია;

   დ) აირადიდან თხევად მდგომარეობაში გადასვლას კონდენსაცია ჰქვია.
2. აბაზანის სარკეზე წვეთების გაჩენა წყლის კონდენსაციაა;
3. მყარი სხეული, თხევადი მდგომარეობის გამოტოვებით, შესაძლებელია აირად იქცეს. ამის მაგალითებია იოდის კრისტალებისა და ნაფტალინის აორთქლება;
4. წყლის ორთქლის პირდაპირ ყინულის კრისტალებად (თრთვილად) ქცევა დესუბლიმაციაა;
5. მყარი საპნის ან ნაფტალინის სუნის გავრცელება მათი სუბლიმაციის შედეგია;
6. ნივთიერების აგრეგატულ მდგომარეობას განსაზღვრავს მისი მოლეკულების ურთიერთქმედების სიძლიერე და მოძრაობის ხასიათი;
7. აირის მოლეკულებს შორის მანძილი მათ ზომებზე ბევრად დიდია, ამიტომ ისინი ერთმანეთთან თითქმის არ ურთიერთქმედებენ. ეს აირის ადვილად კუმშვადობას განაპირობებს. აირის მოლეკულები სიჩქარეს ერთმანეთთან ან ჭურჭლის კედლებთან დაჯახებისას იცვლიან. ქაოსურად იცვლება მოლეკულების სიჩქარის როგორც მნიშვნელობა, ასევე მიმართულებაც. სწორედ მოლეკულების ქაოსური მოძრაობის გამო იკავებს აირი ჭურჭლის მთელ მოცულობას ;
8. სითხის მოლეკულებს შორის მანძილი მათ ზომებზე ნაკლებია, ისინი ერთმანეთთან მჭიდროდაა განლაგებული, ამის გამო სითხე პრაქტიკულად უკუმშვადია - ის მოცულობას ინარჩუნებს. მოლეკულების მჭიდროდ განლაგება მათ მნიშვნელოვნად ძლიერ ურთიერთქმედებაზე მეტყველებს. ისინი გარკვეული წონასწორობის მდებარეობის მახლობლობაში ირხევიან. თუმცა მოლეკულების ურთიერთქმედება იმდენად ძლიერი არ არის რომ მოლეკულამ ადგილმდებარეობა არ დატოვოს. ხშირად ისინი ერთი მდებარეობიდან მეორეში გადახტებიან და რხევას იქ აგრძელებენ, მათ ადგილს კი სხვა მოლეკულა იკავებს. გარე ზემოქმედებით შესაძლებელია მოლეკულები უპირატესად ერთი მიმართულებით ამოძრავდნენ, ამიტომ არის სითხე დენადი და ის ფორმას ვერ ინარჩუნებს;
9. მყარი სხეულის მოლეკულები იმდენად ძლიერად ურთიერთქმედებენ, რომ მოლეკულები მკაცრად განსაზღვრულ ადგილებზეა განლაგებული და მის მახლობლობაში ირხევიან. შეიძლება ითქვას, რომ ამ მდებარეობას მოლეკულები არ ტოვებენ. ამის გამოა, რომ მყარი სხეულები ინარჩუნებენ როგორც მოცულობას, ასევე ფორმას;

10. მყარ სხეულებს, რომელთა მოლეკულები მკაცრად განსაზღვრული წესითაა განლაგებული, კრისტალური მყარი სხეულები ეწოდება. ასეთი სხეულების მაგალითებია: სუფრის მარილი, ყინული, ალმასი, რკინა, ალუმინი და სხვა.

იმ მყარ სხეულებს, რომელთა მოლეკულები უწესრიგოდაა განლაგებული, ამორფული მყარი სხეულები ჰქვია. ამორფული სხეულების მაგალითებია: რეზინი, პარაფინი, ქარვა, პლასტმასა, მინა და სხვა.

პარაგრაფი №1.6 — ლაბორატორიული სამუშაო №3
— რაზეა დამოკიდებული ნივთიერება „მძიმეა“ თუ „მსუბუქი“?

აქტივობების მოკლე მიმოხილვა

№	გაკვეთილი/ეტაპი	აქტივობის დასახელება	აქტივობის მიზანი	სამიზნე ცნება/ცნებები და ინდიკატორები
1	კვლევა და გაზომვის უნარების განვითარება	ბერკეტიანი სასწორის გაცნობა და სხეულის მასის გაზომვა	მოსწავლე შეძლებს ბერკეტიანი სასწორის ძირითადი ნაწილების ამოცნობას, სასწორის გაწონასწორებას, ცნობილი მასის საწონების გამოყენებით სხეულის მასის განსაზღვრასა და შედეგის შესაბამისი ერთეულით წარმოდგენას.	ნივთიერება და ველი — სხეულის მასის ექსპერიმენტულად გაზომვა. ფიზიკური პროცესი — გაზომვის პროცედურის ორგანიზება და შედეგის აღრიცხვა.
2	კვლევა და ცოდნის გამოყენება	ერთნაირი მოცულობის წყლისა და ზეთის მასების შედარება	მოსწავლე შეძლებს ერთნაირი მოცულობის წყლისა და ზეთის მასების შედარებას და დაასკვნის, რომ სხვადასხვა ნივთიერების ერთნაირ მოცულობას განსხვავებული მასა შეიძლება ჰქონდეს.	ნივთიერება და ველი — სითხეების მასისა და მოცულობის შედარება. ფიზიკური პროცესი — შედარება და დასკვნის ჩამოყალიბება.
3	კვლევა, მონაცემთა ანალიზი და შეფასება	სითხის სიმკვრივის განსაზღვრა	მოსწავლე შეძლებს მენზურით გაზომილი მოცულობისა და სასწორით განსაზღვრული მასის გამოყენებით გამოთვალოს წყლისა და ზეთის სიმკვრივე, შეადაროს მიღებული შედეგები და ახსნას, რატომ შეიძლება ერთი და იგივე მოცულობის სხვადასხვა ნივთიერებას განსხვავებული მასა ჰქონდეს.	ნივთიერება და ველი — ნივთიერების სიმკვრივის ექსპერიმენტულად განსაზღვრა. ფიზიკური პროცესი — მონაცემების დამუშავება და მიზეზშედეგობრივი ახსნა.

სასწავლო შედეგები - მოსწავლე შეძლებს:

- ბერკეტიანი სასწორის გამოყენებით განსაზღვროს სხეულის მასა;
- მენზურით გაზომოს არაწესიერი ფორმის სხეულის მოცულობა;
- მასისა და მოცულობის მონაცემებით გამოთვალოს სხეულის ან სითხის სიმკვრივე;
- შეადაროს სხვადასხვა ნივთიერების ერთნაირი მოცულობის მასები და განსხვავება სიმკვრივეს დაუკავშიროს;
- გაზომვის მონაცემები ცხრილში აღრიცხოს, დაამუშაოს და დასკვნა მტკიცებულებით დაასაბუთოს;
- დაიცვას სასწორთან, მენზურასთან და სითხეებთან მუშაობის უსაფრთხოების წესები.

სტანდარტის შესაბამისი ინდიკატორები

- ნივთიერებისა და ველის ფიზიკური თვისებების გამოსაკვლევად შესაბამისი საკლასო ექსპერიმენტების ორგანიზება, მოსალოდნელი შედეგების წინასწარ განჭვრეტა და მისი შედარება ექსპერიმენტის შედეგებთან;
- ნივთიერებისა და ველის თვისებების მახასიათებელ ფიზიკურ სიდიდეთა გამოყენებით შესაბამისი სიტუაციური და პრობლემაზე ორიენტირებული ამოცანების გადაჭრა;
- ფიზიკური მოვლენებისა და პროცესების თვისებრივი და რაოდენობრივი დახასიათება.

შეფასების კრიტერიუმები

მოსწავლე სწორად აწონასწორებს ბერკეტიან სასწორს; სხეულის მასას ადგენს საწონების ჯამით; მენზურაზე სწორად კითხულობს საწყის და საბოლოო მოცულობებს; იყენებს დამოკიდებულებებს $V = V_2 - V_1$ და $\rho = m/V$; მონაცემებს ერთეულებით აღრიცხავს; წყლისა და ზეთის შედეგებს ადარებს და ასახელებს გაზომვის შესაძლო შეცდომის წყაროს.

აქტივობა 1. ბერკეტიანი სასწორის გაცნობა და სხეულის მასის გაზომვა

აქტივობის კომპონენტი	აღწერა
აქტივობის მიზანი	მოსწავლეები გაერკვნენ ბერკეტიანი სასწორის აგებულებაში და მისი გამოყენებით გაზომონ სხეულის მასა.
გამოყენებული სწავლების მიდგომა/მეთოდი	კვლევაზე დაფუძნებული სწავლება; ექსპერიმენტული სწავლება.
საკვლევი კითხვა	როგორ განვსაზღვროთ უცნობი სხეულის მასა ცნობილი მასის საწონების გამოყენებით?
აქტივობის განხორციელება	მოსწავლეები მუშაობენ მცირე ჯგუფებში და ზუსტად ასრულებენ მოსწავლის წიგნში მოცემულ ნაბიჯებს. ჯგუფში ნაწილდება როლები: სასწორის მომზადება, საწონების შერჩევა, შედეგის ჩაწერა და კონტროლი.
ლაბორატორიული სამუშაო №1 — სამუშაოს ნაბიჯები	1. დაათვალიერეთ ბერკეტიანი სასწორი: მისი ძირითადი ნაწილია ბერკეტი, ანუ ღერო, რომელსაც თავისუფლად შეუძლია ბრუნვა ღერძის გარშემო. ბერკეტის ბოლოებზე სასწორის პინებია (თეფშებია) დაკიდებული. როდესაც პინებზე ერთნაირი მასის სხეულებია მოთავსებული, სასწორი გაწონასწორებულია. 2. აწონვის დაწყებამდე გააწონასწორეთ სასწორი ქაღალდის პატარა ნაჭრების დახმარებით. 3. დაიჭირეთ ერთი-ერთი პინა ხელით და ასაწონი სხეული მასზე ფრთხილად მოათავსეთ. 4. დადეთ მეორე პინაზე ისეთი მასის საწონი (საწონები), რომ სასწორის წონასწორობა აღდგეს გაითვალისწინეთ: ასაწონი სხეულის მასა საწონების მასათა ჯამის ტოლია. გასავითარებელი უნარები: კვლევის უნარები; მონაცემების აღრიცხვა და გაანალიზება.
კითხვები სამუშაოს დაწყებამდე	• რა არის ბერკეტიანი სასწორის ძირითადი ნაწილი? • როდის არის სასწორი გაწონასწორებული? • რა ერთეულებში გამოისახება მასა? გასავითარებელი უნარები: კრიტიკული აზროვნება; კომუნიკაცია.
კითხვები აწონვისას	• რატომ უნდა გავაწონასწოროთ სასწორი ცდის დაწყებამდე? • რატომ ვიჭერთ პინას ხელით სხეულის მოთავსებისას? • როგორ ვადგენთ სხეულის მასას საწონების მიხედვით? გასავითარებელი უნარები: კვლევის უნარები; პრობლემის გადაჭრა.

კითხვები დასკვნისას	• როგორ შეიცვლება შედეგი, თუ სასწორი წინასწარ არ იყო გაწონასწორებული? • რატომ უნდა ავირჩიოთ საწონების ისეთი კომბინაცია, რომ წონასწორობა ზუსტად აღდგეს? გასავითარებელი უნარები: კრიტიკული აზროვნება; არგუმენტირებული დასკვნის ჩამოყალიბება.
მასწავლებლის ხელშემწყობი როლი	მასწავლებელი აკონტროლებს სასწორის სწორად მომზადებას და საწონების უსაფრთხოდ გამოყენებას, მაგრამ მასის პასუხს არ კარნახობს. შეცდომის შემთხვევაში მოსწავლეებს სთხოვს გადაამოწმონ ნულოვანი მდგომარეობა და საწონების მასათა ჯამი.
რესურსები	ბერკეტიანი სასწორი; საწონების ნაკრები; ასაწონი სხეულები; ქაღალდის პატარა ნაჭრები; სამუშაო ფურცელი.
უსაფრთხოება	სასწორის პინებზე სხეულები და საწონები მოათავსეთ ფრთხილად. საწონები არ დაყაროთ და სასწორის ბერკეტს ძალით არ დააწვეთ.
შეფასება	დაკვირვების რუბრიკა: სასწორის სწორად გაწონასწორება; საწონების სწორად შერჩევა; მასის ერთეულით ჩაწერა; შედეგის გადამოწმება.
დიფერენცირება	მხარდაჭერის საჭიროების მქონე მოსწავლეებს ეძლევათ ნაბიჯების ილუსტრირებული ბარათები. სტანდარტული მზაობის მოსწავლეები სამუშაოს დამოუკიდებლად ასრულებენ. მაღალი მზაობის მოსწავლეები ერთი სხეულის მასას საწონების ორი განსხვავებული კომბინაციით ამოწმებენ.

შუალედური დასკვნა

ბერკეტიანი სასწორით სხეულის მასა განისაზღვრება მაშინ, როცა ასაწონი სხეული და ცნობილი მასის საწონები სასწორს წონასწორობაში მოიყვანს; სხეულის მასა საწონების მასათა ჯამის ტოლია.

აქტივობა 2. ერთნაირი მოცულობის წყლისა და ზეთის მასების შედარება

აქტივობის კომპონენტი	აღწერა
აქტივობის მიზანი	მოსწავლეებმა ერთნაირი მოცულობის წყლისა და ზეთის მასები შეადარონ ერთმანეთს და განსხვავება ნივთიერების ბუნებას დაუკავშირონ.
გამოყენებული სწავლების მიდგომა/მეთოდი	კვლევაზე დაფუძნებული სწავლება; ექსპერიმენტული სწავლება.
საკვლევი კითხვა	აქვს თუ არა ერთნაირი მოცულობის წყალსა და ზეთს ერთნაირი მასა?
აქტივობის განხორციელება	ჯგუფები იყენებენ პირველ აქტივობაში განსაზღვრულ სხეულის მასას და შემდეგ ზუსტად ასრულებენ მოსწავლის წიგნში მოცემულ ნაბიჯებს.
ლაბორატორიული სამუშაო №2 — სამუშაოს ნაბიჯები	1. გააწონასწორეთ ბერკეტიანი სასწორი. 2. ჩაასხით ერთ მენზურაში 100 სმ³ მოცულობის ზეთი, ხოლო მეორეში — იგივე მოცულობის წყალი. მოათავსეთ მენზურები სასწორის სხვადასხვა პინაზე. 3. შეადარეთ ზეთისა და წყლის მასები. დასკვნა: ზოგადად, განსხვავებული ნივთიერებების ერთნაირი მოცულობის მასები სხვადასხვაა. გასავითარებელი უნარები: კვლევის უნარები; მონაცემების აღრიცხვა და გაანალიზება.

კითხვები ცდის დაწყებამდე	• რა მოცულობის სითხე უნდა ჩავასხათ თითო მენზურაში? • რომელი პირობა უნდა იყოს ერთნაირი, რათა შედარება სამართლიანი იყოს? გასავითარებელი უნარები: კრიტიკული აზროვნება; კომუნიკაცია.
კითხვები შედარებისას	• რატომ უნდა იყოს ორივე სითხის მოცულობა ერთნაირი? • როგორ ვადგენთ, რომელ სითხეს აქვს მეტი მასა? • რა შეცდომას გამოიწვევს მოცულობების არათანაბრობა? გასავითარებელი უნარები: კვლევის უნარები; მონაცემების გაანალიზება.
კითხვები — დასკვნისას	• რას გვიჩვენებს ცდა ერთნაირი მოცულობის წყლისა და ზეთის საშუალებით ჩატარებისას? • შეიძლება თუ არა მხოლოდ მოცულობის ცოდნით ნივთიერების „სიმძიმის“ შეფასება? გასავითარებელი უნარები: კრიტიკული აზროვნება; არგუმენტირებული დასკვნის ჩამოყალიბება.
მასწავლებლის ხელშემწყობი როლი	მასწავლებელი ეხმარება მოსწავლეებს გააკონტროლონ მოცულობის თანაბრობა და სასწორის წონასწორობა. იგი ყურადღებას ამახვილებს, რომ შედარება მართებულია მხოლოდ ერთნაირი მოცულობის შემთხვევაში.
რესურსები	ბერკეტიანი სასწორი; ორი ერთნაირი მენზურა; წყალი; ზეთი; საწვეთური ან ძაბრი; ხელსახოცები.
უსაფრთხოება	სითხეები ჩაასხით ფრთხილად; დაღვრილი წყალი ან ზეთი დაუყოვნებლივ გაწმინდეთ; მინის ჭურჭელი მოათავსეთ მყარ და სწორ ზედაპირზე.
შეფასება	ჯგუფური დაკვირვების ჩანაწერი: ერთნაირი მოცულობის აღება; მასების სწორი შედარება; დასკვნის მტკიცებულებით დასაბუთება.
დიფერენცირება	მხარდაჭერის საჭიროების მქონე მოსწავლეებს ეძლევათ ნაწილობრივ შევსებული შედარების ცხრილი. სტანდარტული მზაობის მოსწავლეები დამოუკიდებლად აფიქსირებენ შედეგს. მაღალი მზაობის მოსწავლეები წინასწარ პროგნოზირებენ, რომელი სითხე იქნება უფრო მძიმე და ახსნას ამზადებენ.

შუალედური დასკვნა

ერთნაირი მოცულობის სხვადასხვა ნივთიერებას შეიძლება განსხვავებული მასა ჰქონდეს. ამიტომ ნივთიერების „სიმძიმის“ შესადარებლად საჭიროა მასისა და მოცულობის ერთად გათვალისწინება.

აქტივობა 3. წყლისა და ზეთის სიმკვრივის განსაზღვრა

აქტივობის კომპონენტი	აღწერა
აქტივობის მიზანი	მოსწავლეებმა განსაზღვრონ წყლისა და ზეთის სიმკვრივე და შედეგების შედარებით გაიაზრონ სიმკვრივის ფიზიკური აზრი.
გამოყენებული სწავლების მიდგომა/მეთოდი	კვლევაზე დაფუძნებული სწავლება; თანამშრომლობითი სწავლება.
საკვლევი კითხვა	როგორ განვსაზღვროთ სითხის სიმკვრივე მისი მასისა და მოცულობის საშუალებით?
აქტივობის განხორციელება	ჯგუფები ზუსტად ასრულებენ მოსწავლის წიგნში მოცემულ ნაბიჯებს, ავსებენ ცხრილს წყლისა და ზეთისთვის 100 სმ³, 200 სმ³ და 300 სმ³ მოცულობებზე და ბოლოს ადარებენ 1 სმ³ სითხის მასას.

ლაბორატორიული სამუშაო №3 — სამუშაოს ნაბიჯები	1. სამუშაო რვეულში წინასწარ გადაიხაზეთ ცხრილი 1.6.1. 2. ჩაასხით სასწორზე მენზურაში სითხე და განსაზღვრეთ სითხის და მენზურის ერთიანი მასა. 3. ცხრილში ჩაწერეთ შედეგები: ჩასხმული სითხის მოცულობა V; ცარიელი მენზურის მასა m_1; სითხიანი მენზურის მასა m_2; სითხის მასა $m = m_2 - m_1$; 1 სმ³ მოცულობის სითხის მასა; m/V - შეფარდება. 4. გაიმეორეთ გაზომვები წყლისთვის 100 სმ³, 200 სმ³ და 300 სმ³ მოცულობებზე, შემდეგ იგივე შეასრულეთ ზეთისთვის. 5. შეადარეთ მიღებული m/V მნიშვნელობები და ჩამოაყალიბეთ დასკვნა. გასავითარებელი უნარები: მონაცემების აღრიცხვა და გაანალიზება; არგუმენტირებული დასკვნის ჩამოყალიბება.
კითხვები სამუშაოს დაგეგმვისას	• რას აღნიშნავს m_1? m_2? V? • როგორ ვიპოვოთ მხოლოდ სითხის მასა? • რას გვიჩვენებს შეფარდება m/V? გასავითარებელი უნარები: კრიტიკული აზროვნება; კომუნიკაცია.
კითხვები გაზომვისას	• რატომ უნდა განვსაზღვროთ ცარიელი მენზურის მასა? • როგორ უზრუნველვყოფთ მოცულობის სწორ წაკითხვას? • რატომ ვიმეორებთ გაზომვას რამდენიმე მოცულობისთვის? გასავითარებელი უნარები: კვლევის უნარები; მონაცემების გაანალიზება.
კითხვები მონაცემთა ანალიზისას	• როგორ იცვლება სითხის მასა მოცულობის ზრდასთან ერთად? • რჩება თუ არა ერთი და იმავე სითხისთვის m/V დაახლოებით მუდმივი? • რატომ განსხვავდება წყლისა და ზეთის სიმკვრივე? გასავითარებელი უნარები: კრიტიკული აზროვნება; არგუმენტირებული დასკვნის ჩამოყალიბება.
მასწავლებლის ხელშემწყობი როლი	მასწავლებელი არ აძლევს მზა გამოთვლებს. იგი მოსწავლეებს ეტაპობრივად გადაამოწმებინებს $m = m_2 - m_1$ და m/V გამოთვლებს, ეხმარება ერთეულების სწორად მითითებაში და სხვადასხვა მოცულობაზე მიღებული შედეგების შედარებაში.
რესურსები	ციფრული სასწორი ან ბერკეტიანი სასწორი; ერთი მენზურა; წყალი; ზეთი; საწვეთური ან ძაბრი; კალკულატორი; სამუშაო ცხრილი.
უსაფრთხოება	მენზურა დადგით მყარ და სწორ ზედაპირზე; სითხე არ გადმოასხათ სასწორზე; დაღვრილი წყალი ან ზეთი დაუყოვნებლივ გაწმინდეთ.
შეფასება — „მონაცემიდან დასკვნამდე“	ჯგუფი ირჩევს ცხრილიდან ერთ მონაცემთა წყვილს და ასრულებს ფორმულირებას: „ჩვენი მონაცემებით, ...; ამიტომ ...“. კრიტერიუმებია: გამოთვლის სისწორე; ერთეულის მითითება; მონაცემისა და დასკვნის შესაბამისობა.
დიფერენცირება	მხარდაჭერის საჭიროების მქონე მოსწავლეებს ეძლევათ ფერებით კოდირებული ფორმულის სქემა: m_1 — ცარიელი მენზურა, m_2 — სითხიანი მენზურა, V — მოცულობა. სტანდარტული მზაობის მოსწავლეები ცხრილს დამოუკიდებლად ავსებენ. მაღალი მზაობის მოსწავლეები ადგენენ, რამდენად ახლოსაა ერთმანეთთან სხვადასხვა მოცულობაზე მიღებული სიმკვრივეები და ასახელებენ შესაძლო ცდომილების მიზეზებს.

მოსწავლის სამუშაო ცხრილის ნიმუში

ცდის №	მენზურაში ჩასხმული სითხე	ჩასხმული სითხის მოცულობა, V (სმ³)	ცარიელი მენზურის მასა, m_1 (გ)	სითხიანი მენზურის მასა, m_2 (გ)	სითხის მასა, $m = m_2 - m_1$ (გ)	1 სმ³ მოცულობის სითხის მასა, m/V (გ/სმ³)
1	წყალი	100				
2	წყალი	200				
3	წყალი	300				
4	ზეთი	100				
5	ზეთი	200				
6	ზეთი	300				

მართებული დასკვნა

სიმკვრივე გვიჩვენებს ერთეული მოცულობის ნივთიერების მასას და გამოითვლება შეფარდებით ρ = m/V. ერთი და იმავე ნივთიერებისთვის ეს შეფარდება დაახლოებით მუდმივია, ხოლო სხვადასხვა ნივთიერებისთვის განსხვავდება. ამიტომ ერთნაირი მოცულობის წყალსა და ზეთს განსხვავებული მასა აქვს.

მინი აქტივობა განმავითარებელი შეფასებისთვის

განმავითარებელი შეფასება — „მონაცემიდან დასკვნამდე“

მოსწავლე ინდივიდუალურად ირჩევს ცხრილიდან ერთ გაზომვას, წერს გამოყენებულ ფორმულას, გამოთვლილ სიმკვრივეს და ერთ წინადადებაში განმარტავს, რას ნიშნავს მიღებული მნიშვნელობა.

მასწავლებლის ინსტრუქცია

სამივე სამუშაოსთვის რესურსები წინასწარ მოამზადეთ. განსაკუთრებული ყურადღება მიაქციეთ სასწორის გაწონასწორებას, მენზურის სწორი მდგომარეობიდან წაკითხვას, ცარიელი მენზურის მასის გამოკლებასა და ერთეულების სწორ გამოყენებას. სამუშაოების ნაბიჯები და თანმიმდევრობა არ შეცვალოთ.

პარაგრაფი №1.7 — ნივთიერების სიმკვრივე

აქტივობების მოკლე მიმოხილვა

№	გაკვეთილი/ეტაპი	აქტივობის დასახელება	აქტივობის მიზანი	სამიზნე ცნება/ცნებები და ინდიკატორები
1	ახალი ცოდნის აგება და გააზრება	სიმკვრივის ფიზიკური შინაარსი და ფორმულა	მოსწავლე შეძლებს ერთნაირი მოცულობის სხვადასხვა ნივთიერების მასების შედარებით გაიაზროს სიმკვრივის ფიზიკური შინაარსი; განმარტოს ρ = m/V დამოკიდებულება, დააკავშიროს მასა, მოცულობა და სიმკვრივე და გამოიყენოს სიმკვრივის ერთეულები.	ნივთიერება და ველი — ნივთიერების ფიზიკური თვისების რაოდენობრივი დახასიათება; სიმკვრივის დაკავშირება მასასა და მოცულობასთან. ფიზიკური პროცესი — რაოდენობრივი კავშირების გააზრება და ფორმულის გამოყენება.
2	ცოდნის გამოყენება, განმტკიცება და შეფასება	სიმკვრივეზე ამოცანების ამოხსნა	მოსწავლე შეძლებს ამოცანის პირობაში მოცემული სიდიდეების ამოცნობას, საჭირო ფორმულის შერჩევას, ერთეულების სწორად გამოყენებას და შედეგის ფიზიკური შინაარსის განმარტებას.	ნივთიერება და ველი — სიმკვრივის, მასისა და მოცულობის გამოყენება სიტუაციურ ამოცანებში. ფიზიკური პროცესი — მონაცემების დამუშავება და პრობლემაზე ორიენტირებული ამოცანის გადაჭრა.

სასწავლო შედეგები - მოსწავლე შეძლებს:

- განმარტოს სიმკვრივე, როგორც ერთეული მოცულობის ნივთიერების მასა;
- გამოიყენოს ფორმულა ρ = m/V და მისგან მიღებული დამოკიდებულებები m = ρ·V და V = m/ρ;
- განასხვავოს მასის, მოცულობისა და სიმკვრივის ფიზიკური შინაარსი და ერთეულები;
- გადაიყვანოს სიმკვრივის მარტივი ერთეულები გ/სმ³-სა და კგ/მ³-ს შორის;
- ამოცანის პირობაში გამოყოს ცნობილი და საძიებელი სიდიდეები, შეარჩიოს შესაბამისი ფორმულა და პასუხი ერთეულით წარმოადგინოს;
- მიღებული შედეგი შეაფასოს ფიზიკური შინაარსის მიხედვით.

სტანდარტის შესაბამისი ინდიკატორები

- ნივთიერებათა/სხეულთა ფიზიკური თვისებების ახსნა ნივთიერებათა გვაროვნებასა და აგრეგატულ მდგომარეობაზე დაყრდნობით;
- ერთი და იმავე აგრეგატულ მდგომარეობაში მყოფ ნივთიერებათა შედარება მათი ფიზიკური თვისებების მიხედვით;
- ნივთიერებისა და ველის თვისებების მახასიათებელ ფიზიკურ სიდიდეთა გამოყენებით შესაბამისი სიტუაციური, ცხოვრებისეული და პრობლემაზე ორიენტირებული ამოცანების ამოხსნა/გადაჭრა;
- ფიზიკური მოვლენებისა და პროცესების თვისებრივი და რაოდენობრივი დახასიათება.

შეფასების კრიტერიუმები

მოსწავლე სწორად განმარტავს სიმკვრივის ფიზიკურ შინაარსს; ფორმულაში ერთმანეთისგან განასხვავებს მასას, მოცულობასა და სიმკვრივეს; სწორად ირჩევს და გარდაქმნის ფორმულას; იყენებს შესაბამის ერთეულებს; ამოცანის მონაცემებს თანმიმდევრულად ამუშავებს და პასუხის სისწორეს ფიზიკური აზრით ამოწმებს.

აქტივობა 1. სიმკვრივის ფიზიკური შინაარსი და ფორმულა

აქტივობის კომპონენტი	აღწერა
აქტივობის მიზანი	ახალი ცოდნის აგება და გააზრება — მოსწავლეებმა ერთნაირი მოცულობის სხვადასხვა ნივთიერების მასების შედარებით გაიაზრონ სიმკვრივე, როგორც ნივთიერების მახასიათებელი ფიზიკური სიდიდე, და გააანალიზონ ρ = m/V დამოკიდებულება.
გამოყენებული სწავლების მიდგომა/მეთოდი	კონცეპტუალური სწავლება; ინტერაქტიული მინი-ლექცია.
საკვლევი კითხვა	როგორ შეიძლება ერთნაირი მოცულობის სხვადასხვა ნივთიერების „სიმძიმე“ რაოდენობრივად შევადაროთ?
აქტივობის განხორციელება	მასწავლებელი მოსწავლეებს აჩვენებს ერთნაირი მოცულობის ალუმინის, სპილენძისა და წყლის მოდელებს ან სახელმძღვანელოს სურათს და სთხოვს ივარაუდონ, რომელს ექნება მეტი მასა. მოკლე განხილვის შემდეგ შემოაქვს სიმკვრივის იდეა — საჭიროა სხეულის მასის მის მოცულობასთან შეფარდება. დაფაზე თანმიმდევრულად იწერება ფორმულა ρ = m/V, სიდიდეების სახელწოდებები და ერთეულები. მოსწავლეები განმარტავენ, რას ნიშნავს, მაგალითად, ρ = 2,1 გ/სმ³: ნივთიერების 1 სმ³ მოცულობის მასა 2,1 გრამია. შემდეგ მასწავლებელი ფორმულიდან მოსწავლეებთან ერთად გამოყოფს m = ρ·V და V = m/ρ დამოკიდებულებებს და განიხილავს სიმკვრივის ერთეულს SI-ში — კგ/მ³.
ნაწილი 1 — სიმკვრივის შინაარსი	სიმკვრივე გვიჩვენებს მოცემული ნივთიერების ერთეული მოცულობის მასას. ერთნაირი მოცულობის სხვადასხვა ნივთიერებას განსხვავებული მასა შეიძლება ჰქონდეს, ამიტომ მათი სიმკვრივეც განსხვავებულია. სიმკვრივე ნივთიერების მახასიათებელი ფიზიკური სიდიდეა.
კითხვები სიმკვრივის ცნების შემოტანისას	• რა სიდიდეებით ხასიათდება სხეული ამ მაგალითში? • რას აღნიშნავს m? V? ρ? • რას ნიშნავს ჩანაწერი ρ = 2,1 გ/სმ³? გასავითარებელი უნარები: კრიტიკული აზროვნება; კომუნიკაცია.
ნაწილი 2 — ფორმულა და ერთეულები	სიმკვრივე გამოითვლება ფორმულით ρ = m/V. აქ m არის სხეულის მასა, V — მოცულობა, ρ — სიმკვრივე. SI-ში სიმკვრივის ერთეულია კგ/მ³. პრაქტიკაში ხშირად გამოიყენება გ/სმ³. მოსწავლეები აკავშირებენ ჩანაწერს 1 გ/სმ³ = 1000 კგ/მ³ და 1 კგ/მ³ = 0,001 გ/სმ³.
კითხვები ფორმულის გააზრებისას	• როგორ ვიპოვოთ სიმკვრივე, თუ ვიცით მასა და მოცულობა? • როგორ გამოვყოთ ფორმულიდან მასა? მოცულობა? • რატომ უნდა იყოს სიდიდეები შესაბამის ერთეულებში? გასავითარებელი უნარები: პრობლემის გადაჭრა; კრიტიკული აზროვნება.
კითხვები განზოგადების ეტაპზე	• თუ ერთი და იმავე ნივთიერების მოცულობა ორჯერ გაიზრდება, როგორ შეიცვლება მისი მასა? სიმკვრივე? • შეიძლება თუ არა სხვადასხვა მოცულობის სხეულების მხოლოდ მასებით შედარება, რათა დავადგინოთ რომელი ნივთიერებაა უფრო მკვრივი? • როგორ შეიძლება სიმკვრივის ცოდნით უცნობი ნივთიერების ამოცნობა? გასავითარებელი უნარები: კრიტიკული აზროვნება; არგუმენტირებული დასკვნის ჩამოყალიბება.
მასწავლებლის ხელშემწყობი როლი	მასწავლებელი არ იწყებს ფორმულის მზა სახით მიწოდებით. მას მოსწავლეები ერთნაირი მოცულობის სხეულების მასების შედარებიდან მიჰყავს მასისა და მოცულობის შეფარდების იდეამდე. ყურადღებას ამახვილებს, რომ სიმკვრივე არ არის უბრალოდ სხეულის მასა და ერთი ნივთიერების სიმკვრივე სხეულის ზომის ცვლილებით არ იცვლება.

რესურსები	მოსწავლის წიგნის სურათები 1.7.2 და 1.7.3; დაფა ან პროექტორი; სიმკვრივის ფორმულის ბარათი; მასისა და მოცულობის სიმბოლოების ბარათები.
შეფასება	სწრაფი კონცეპტუალური შემოწმება: მოსწავლეები ასრულებენ წინადადებას — „სიმკვრივე გვიჩვენებს...“ და განმარტავენ ერთი კონკრეტული სიმკვრივის მნიშვნელობას. კრიტერიუმებია ცნების სიზუსტე, ფორმულის სწორად წაკითხვა და ერთეულის გამოყენება.
დიფერენცირება	მხარდაჭერის საჭიროების მქონე მოსწავლეებს ეძლევათ ფერებით კოდირებული ფორმულის სამკუთხედი, სადაც ρ, m და V სხვადასხვა ფერითაა გამოყოფილი. სტანდარტული მზაობის მოსწავლეები ფორმულებს დამოუკიდებლად გარდაქმნიან. მაღალი მზაობის მოსწავლეები ხსნიან, რატომ არ იცვლება ერთი ნივთიერების სიმკვრივე სხეულის მოცულობის ცვლილებისას, თუ მდგომარეობა უცვლელია.

შუალედური დასკვნა

სიმკვრივე არის ნივთიერების მახასიათებელი ფიზიკური სიდიდე, რომელიც გვიჩვენებს ერთეული მოცულობის ნივთიერების მასას: ρ = m/V. სიმკვრივის ცოდნით შესაძლებელია სხეულის მასის ან მოცულობის გამოთვლა და სხვადასხვა ნივთიერების შედარება.

აქტივობა 2. სიმკვრივეზე ამოცანების ამოხსნა

აქტივობის კომპონენტი	აღწერა
აქტივობის მიზანი	ცოდნის გამოყენება, განმტკიცება და შეფასება — მოსწავლეებმა სახელმძღვანელოს საკლასო აქტივობის ამოცანებში გამოიყენონ სიმკვრივის ფორმულა, სწორად შეარჩიონ დამოკიდებულება და პასუხი ფიზიკური შინაარსით განმარტონ.
გამოყენებული სწავლების მიდგომა/მეთოდი	პრობლემაზე დაფუძნებული სწავლება; თანამშრომლობითი სწავლება.
აქტივობის განხორციელება	მოსწავლეები მუშაობენ წყვილებში ან მცირე ჯგუფებში. თითოეული ამოცანისთვის ჯერ ავსებენ ოთხსაფეხურიან სქემას: „მოცემულია — საძიებელია — ფორმულა — პასუხის ერთეული“. მასწავლებელი პირველ ამოცანაზე მხოლოდ მოქმედების სტრუქტურას აჩვენებს, მაგრამ გამოთვლას არ ასრულებს. ჯგუფები შემდეგ ამოცანებს დამოუკიდებლად ხსნიან, ადარებენ შერჩეულ ფორმულებს და ასაბუთებენ, შეესაბამება თუ არა მიღებული პასუხი რეალურ სიტუაციას.
ამოცანა 1 — საყურეს ნივთიერების განსაზღვრა	გაარკვიეთ, რა ნივთიერებისგანაა დამზადებული საყურე, რომლის მასაა 2,1 გ. ცნობილია, რომ წყლით სანახევროდ სავსე მენზურაში მისი ჩაშვების შემდეგ წყლის დონემ ორი დანაყოფით აიწია. დანაყოფის ფასი 0,1 სმ³-ის ტოლია. მიიჩნიეთ, რომ საყურე მასიურია, ანუ მასში სიღრუე (სიცარიელე) არ არის. გასავითარებელი უნარები: პრობლემის გადაჭრა; მონაცემების გაანალიზება.
ამოცანა 2 — ვანის ოქროს საყურეები	ვანის ოქროს საყურეებიდან ერთის მასა 6,09 გ-ია, მეორის კი — 6,05 გ. გამოიკვლიეთ, მთლიანია (მასიურია) საყურეები, თუ სიღრუეა (სიცარიელეა) მათში. მიიჩნიეთ, რომ მათი მოცულობები, შესაბამისად, 0,6 სმ³ და 0,5 სმ³-ია. გასავითარებელი უნარები: პრობლემის გადაჭრა; არგუმენტირებული დასკვნის ჩამოყალიბება.
ამოცანა 3 — ყინულის დადნობის შედეგად მიღებული წყლის მოცულობა	განსაზღვრეთ, რა მოცულობის წყალი მიიღება 5 დმ³ ყინულის დადნობის შედეგად. გასავითარებელი უნარები: პრობლემის გადაჭრა; მონაცემების გაანალიზება.

კითხვები ამოცანის წაკითხვისას	• რომელი სიდიდეებია მოცემული? • რომელი სიდიდეა საძიებელი? • რა ერთეულებშია მონაცემები მოცემული? გასავითარებელი უნარები: კრიტიკული აზროვნება; კომუნიკაცია.
კითხვები ამოცანების ამოხსნისას	• რომელი ფორმულა შეესაბამება საძიებელ სიდიდეს? • საჭიროა თუ არა ერთეულების გარდაქმნა? • როგორ გადავამოწმოთ გამოთვლის სისწორე? გასავითარებელი უნარები: პრობლემის გადაჭრა; მონაცემების გაანალიზება.
კითხვები პასუხის შეფასებისას	• რეალისტურია თუ არა მიღებული სიმკვრივე მოცემული ნივთიერებისთვის? • საკმარისია თუ არა სიმკვრივის მხოლოდ ერთხელ გამოთვლა ნივთიერების სახეობის დასადგენად? • რა შეიძლება იყოს განსხვავების მიზეზი, თუ გამოთვლილი სიმკვრივე ცხრილის მნიშვნელობას ზუსტად არ ემთხვევა? გასავითარებელი უნარები: კრიტიკული აზროვნება; არგუმენტირებული დასკვნის ჩამოყალიბება.
მასწავლებლის ხელშემწყობი როლი	მასწავლებელი მოსწავლეებს არ აწვდის მზა ამოხსნებს. იგი სვამს დამხმარე კითხვებს: „რას ეძებ?“, „რომელი ფორმულა გაძლევს ამ სიდიდეს?“, „ერთეულები შეთანხმებულია?“. შეცდომის შემთხვევაში მოსწავლეს სთხოვს გადაამოწმოს არა მხოლოდ არითმეტიკული გამოთვლები, არამედ შერჩეული ფორმულა და პასუხის ფიზიკური აზრი.
რესურსები	მოსწავლის წიგნის საკლასო აქტივობის ამოცანები; სიმკვრივეების ცხრილი; კალკულატორი საჭიროების შემთხვევაში; ამოცანის ოთხსაფეხურიანი ამოხსნის სამუშაო ფურცელი.
შეფასება — „ფორმულა, შედეგი, დასაბუთება“	თითოეული წყვილი ირჩევს ერთ ამოცანას და წარმოადგენს: 1) შერჩეულ ფორმულას; 2) მიღებულ შედეგს ერთეულით; 3) ერთ წინადადებას, რომელიც პასუხის ფიზიკურ შინაარსს ხსნის. კრიტერიუმებია ფორმულის შესაბამისობა, გამოთვლის სიზუსტე და დასკვნის დასაბუთება.
დიფერენცირება	მხარდაჭერის საჭიროების მქონე მოსწავლეებს ეძლევათ ნაწილობრივ შევსებული სქემა „მოცემულია — საძიებელია — ფორმულა — ერთეული“ და ორი ფორმულიდან შესაბამისის არჩევის შესაძლებლობა. სტანდარტული მზაობის მოსწავლეები ამოცანებს დამოუკიდებლად ხსნიან. მაღალი მზაობის მოსწავლეები აფასებენ შესაძლო გაზომვით ცდომილებას და ხსნიან, რამდენად სანდოა ნივთიერების ამოცნობა მხოლოდ გამოთვლილი სიმკვრივით.

მოსწავლის სამუშაო ცხრილის ნიმუში

ამოცანა	მოცემულია	საძიებელია	ფორმულა	გამოთვლა და ერთეული	პასუხის ფიზიკური აზრის შეფასება
1					
2					
3					

მართებული დასკვნა

სიმკვრივეზე ამოცანის ამოხსნისას საჭიროა მოცემული და საძიებელი სიდიდეების სწორად განსაზღვრა, შესაბამისი ფორმულის შერჩევა, ერთეულების შეთანხმება და მიღებული პასუხის ფიზიკური აზრით შეფასება. სიმკვრივე საშუალებას გვაძლევს დავაკავშიროთ სხეულის მასა და მოცულობა ერთმანეთს და შევადაროთ სხვადასხვა ნივთიერება.

მინი აქტივობა განმავითარებელი შეფასებისთვის

განმავითარებელი შეფასება — „ფორმულა, შედეგი, დასაბუთება“

მოსწავლე ინდივიდუალურად იღებს ერთ მოკლე სიტუაციას, არჩევს $\rho = m/V$, $m = \rho \cdot V$ ან $V = m/\rho$ ფორმულას და ერთი წინადადებით განმარტავს, რატომ შეარჩია იგი. გამოთვლის შესრულება საჭირო არ არის, თუ მასწავლებელს მხოლოდ ფორმულის შერჩევის შემოწმება სურს.

მასწავლებლის ინსტრუქცია

ყურადღება გაამახვილეთ სიმკვრივის ფიზიკურ შინაარსზე და არა მხოლოდ ფორმულის მექანიკურ გამოყენებაზე. მოსწავლეებმა უნდა განასხვაონ სხეულის მასა და ნივთიერების სიმკვრივე. ამოცანებში პასუხის მიღების შემდეგ მოითხოვეთ მისი ნამდვილობის მოკლე შეფასება. საკლასო აქტივობის სამი ამოცანის ამოხსნა მასწავლებლისთვის მოცემულია ქვემოთ.

საკლასო აქტივობის ამოცანების ამოხსნები

ამოხსნები წარმოდგენილია ნაბიჯების თანმიმდევრობით: მოცემული — საძიებელი — ფორმულა — გამოთვლა — პასუხი.

ამოცანა 1 — საყურეს ნივთიერების განსაზღვრა

მოცემულია: საყურეს მასა $m = 2{,}1$ გ; მენზურის დანაყოფის ფასი 0,1 სმ³; საყურეს ჩაშვების შემდეგ

წყლის დონე აიწია 2 დანაყოფით; საყურე მასიურია და მასში სიღრუე არ არის.

საძიებელია: რომელი ნივთიერებისგანაა დამზადებული საყურე.

ნაბიჯი 1 — საყურეს მოცულობის განსაზღვრა: $V = 2 \cdot 0{,}1$ სმ³ $= 0{,}2$ სმ³.

ნაბიჯი 2 — სიმკვრივის გამოთვლა: $\rho = m / V = 2{,}1$ გ $/ 0{,}2$ სმ³ $= 10{,}5$ გ/სმ³.

ნაბიჯი 3 — ცხრილთან შედარება: მიღებული სიმკვრივე 10,5 გ/სმ³ შეესაბამება ვერცხლის სიმკვრივეს.

პასუხი: საყურე დამზადებულია ვერცხლისგან.

ამოცანა 2 — ვანის ოქროს საყურეები

მოცემულია: პირველი საყურეს მასა $m_1 = 6{,}09$ გ და მოცულობა $V_1 = 0{,}6$ სმ³; მეორე საყურეს მასა $m_2 = 6{,}05$ გ და მოცულობა $V_2 = 0{,}5$ სმ³.

საძიებელია: მთლიანად მასიურია თუ არა საყურეები, ანუ არის თუ არა მათში სიღრუე.

ნაბიჯი 1 — პირველი საყურეს საშუალო სიმკვრივე: $\rho_1 = m_1 / V_1 = 6{,}09$ გ $/ 0{,}6$ სმ³ $= 10{,}15$ გ/სმ³.

ნაბიჯი 2 — მეორე საყურეს საშუალო სიმკვრივე: $\rho_2 = m_2 / V_2 = 6{,}05$ გ $/ 0{,}5$ სმ³ $= 12{,}1$ გ/სმ³.

ნაბიჯი 3 — ოქროს სიმკვრივესთან შედარება: ოქროს სიმკვრივე დაახლოებით 19,3 გ/სმ³-ია. ორივე საყურეს გამოთვლილი საშუალო სიმკვრივე ოქროს სიმკვრივეზე მნიშვნელოვნად ნაკლებია.

დასკვნა: თუ საყურეები ოქროსგანაა დამზადებული, ისინი მთლიანად მასიური ვერ იქნება; მათში სიღრუეა.

პასუხი: ორივე საყურე ღრუა — ორივეში არის სიცარიელე.

ამოცანა 3 — ყინულის დნობის შედეგად მიღებული წყლის მოცულობა

მოცემულია: ყინულის მოცულობა $V_ყ = 5$ დმ³; ყინულის სიმკვრივე $\rho_ყ = 0{,}9$ კგ/დმ³; წყლის სიმკვრივე $\rho_{წყ} = 1$ კგ/დმ³.

საძიებელია: დნობის შედეგად მიღებული წყლის მოცულობა $V_{წყ}$.

ნაბიჯი 1 — ყინულის მასის გამოთვლა: $m = \rho_ყ \cdot V_ყ = 0{,}9$ კგ/დმ³ $\cdot$ 5 დმ³ $= 4{,}5$ კგ.

ნაბიჯი 2 — ვიყენებთ მასის მუდმივობას: ყინულის დნობით მიღებული წყლის მასა იგივეა, რაც იყო ყინულის მასა ანუ $m_{წყ} = 4{,}5$ კგ.

ნაბიჯი 3 — წყლის მოცულობის გამოთვლა: $V_{წყ} = m_{წყ} / \rho_{წყ} = 4{,}5$ კგ $/ (1$ კგ/დმ³$) = 4{,}5$ დმ³.

პასუხი: 5 დმ³ ყინულის დადნობის შედეგად მიიღება 4,5 დმ³ წყალი.

მოსწავლის წიგნში მოცემული კითხვების პასუხები:

1. ნივთიერების სიმკვრივე გვიჩვენებს რისი ტოლია ამ ნივთიერების ერთეულოვანი მოცულობის მასა;
2. ნივთიერების სიმკვრივე ტოლია ამ ნივთიერებისაგან დამზადებული სხეულის მასის ფარდობისა მის მოცულობასთან;
3. ა) სხეულის მასა მისი სიმკვრივისა და მოცულობის ნამრავლის ტოლია;
   ბ) სხეულის მოცულობა ტოლია სხეულის მასის შეფარდებისა მის მოცულობასთან;
4. სიმკვრივის ერთეული SI-ში არის 1 კგ/მ³. ეს ისეთი ნივთიერების სიმკვრივეა, რომლის 1 მ³ მოცულობის მასა 1 კგ-ია;
5. 1 გ/სმ³ = 1000 კგ/მ³; 1 კგ/მ³ = 0,001 გ/სმ³;
6. სხვადასხვა აგრეგატულ მდგომარეობაში ერთი და იმავე ნივთიერების სიმკვრივეებს შორის განსხვავება გამოწვეულია აგრეგატული მდგომარეობის ცვლილებისას მოცულობის ცვლილებით;
7. ერთი და იმავე აგრეგატულ მდგომარეობაში სხვადასხვა ნივთიერების სიმკვრივეებს შორის განსხვავება გამოწვეულია ნივთიერებების მოლეკულების მასათა განსხვავებით და ერთეულოვან მოცულობაში მოლეკულების სხვადასხვა რაოდენობით, ანუ ორივე მიზეზით;
8. აირის შეკუმშვისას მისი მოცულობა შემცირდება, მასა კი უცვლელი დარჩება. შესაბამისად, აირის სიმკვრივე გაიზრდება; აირის მოლეკულების მასა არ შეიცვლება;
9. ალუმინის სიმკვრივე ტოლია 2700 კგ/მ³-ის, ნიშნავს, რომ 1 მ³ მოცულობის ალუმინის მასა 2700 კგ-ია; თუჯის სიმკვრივე 7 გ/სმ³-ია ნიშნავს, რომ 1 სმ³ მოცულობის თუჯის მასა 7 გ-ის ტოლია;
10. თუ 1 გ ნივთიერების მოცულობა 1 სმ³-ის ტოლია, ამ ნივთიერების სიმკვრივე 1 გ/სმ³-ის, ანუ 1000კგ/მ³-ის ტოლია. ცხრილის მიხედვით ეს ნივთიერება სუფთა წყალია; თუ 1 მ³ ნივთიერების მასა 7800 კგ-ია, ამ ნივთიერების სიმკვრივე ტოლია 7800 კგ/მ³-ის. ცხრილის მიხედვით ეს ნივთიერება ფოლადია (რკინაა).

საშინაო აქტივობის პასუხები/ამოხსნები:

1. დაალაგეთ ზრდის მიხედვით სიმკვრივეები: 2.1 გ/სმ³; 1500 კგ/მ³; 900 გ/დმ³.

მოცემულია:

ρ_1 = 2,1 გ/სმ³
ρ_2 = 1500 კგ/მ³
ρ_3 = 900 გ/დმ³

———————

დაალაგეთ ზრდის მიხედვით

ამოხსნა:

მოსწავლეებისთვის თვალსაჩინო რომ იყოს შედარება, აუცილებელია სამივე სიდიდე წარმოვადგინოთ ერთსა და იმავე ერთეულში. მოსახერხებელია გადავიყვანოთ SI სისტემის ძირითად ერთეულში (კგ/მ³):

1) 1 გ/სმ³ = 1000 კგ/მ³, ამიტომ:
ρ_1 = 2,1 · 1000 კგ/მ³ = 2100 კგ/მ³

2) ρ_2 = 1500 კგ/მ³ (უკვე SI სისტემაშია)

3) 1 გ/დმ³ = 1 კგ/მ³ (რადგან 1 გ = 0.001 კგ, 1 დმ³ = 0.001 მ³, 0.001/0.001 = 1):
ρ_3 = 900 · 1 კგ/მ³ = 900 კგ/მ³
მიღებული მნიშვნელობების შედარება: 900 < 1500 < 2100.

პასუხი: 900 გ/დმ³ < 1500 კგ/მ³ < 2.1 გ/სმ³

2. როგორ იცვლება რკინის სხეულის სიმკვრივე მისი ტემპერატურის გაზრდისას? პასუხი დაასაბუთეთ.

მოცემულია:

t იზრდება

———————

როგორ იცვლება ρ?

ამოხსნა:

გაცხელებისას სხეულების უმეტესობა ფართოვდება, შესაბამისად იზრდება რკინის სხეულის მოცულობა (V). სხეულის გაცხელება მის მასას (m) არ ცვლის. სიმკვრივის ფორმულის თანახმად:

$$\rho = \frac{m}{V}$$

როდესაც მრიცხველი (m) მუდმივია და მნიშვნელი (V) იზრდება, წილადის მნიშვნელობა მცირდება.

პასუხი: ტემპერატურის გაზრდისას რკინის სხეულის სიმკვრივე მცირდება.

3. შეიცვლება თუ არა წყლის სიმკვრივე, თუ მას 1-ლიტრიანი ქილიდან 3-ლიტრიან ქილაში გადავასხამთ? პასუხი დაასაბუთეთ.

მოცემულია:

წყალი
$V_1 = 1$ ლ
$V_2 = 3$ ლ

იცვლება თუ არა ρ?

ამოხსნა:

სიმკვრივე ნივთიერების მახასიათებელი ინტენსიური ფიზიკური სიდიდეა. იგი დამოკიდებულია მხოლოდ ნივთიერების გვაროვნებასა (ამ შემთხვევაში წყალი) და ტემპერატურაზე.
სიმკვრივე არ არის დამოკიდებული ჭურჭლის ფორმაზე ან იმაზე, თუ რა მოცულობის ჭურჭელში ვათავსებთ მას.

პასუხი: წყლის სიმკვრივე არ შეიცვლება.

4. იპოვეთ ალუმინის სიმკვრივე, თუ ცნობილია, რომ მისგან დამზადებული 2 დმ³ მოცულობის სხეულის მასა 5.4 კგ-ია.

მოცემულია:

$V = 2$ დმ³ $= 0{,}002$ მ³
$m = 5{,}4$ კგ

ρ = ?

ამოხსნა:

სიმკვრივის გამოსათვლელად მასა უნდა გავყოთ მოცულობაზე:

$$\rho = \frac{m}{V}$$

ჩავსვათ მნიშვნელობები პირდაპირ (შეგვიძლია კგ და დმ³ გამოვიყენოთ):
ρ = 5,4 კგ / 2 დმ³ = 2,7 კგ/დმ³ = 2,7 გ/სმ³.

ან SI სისტემაში (მეტი სიზუსტისთვის მოსწავლეებთან):
ρ = 5,4 კგ / 0,002 მ³ = 2700 კგ/მ³.

პასუხი: ალუმინის სიმკვრივეა 2700 კგ/მ³ (ან 2,7 გ/სმ³).

5. რა ნივთიერებისგანაა დამზადებული 178 გ მასის სამაჯური, თუ მის დასამზადებლად 20 სმ³ მოცულობის ნივთიერება გამოიყენეს.

მოცემულია:

$m = 178$ გ
$V = 20$ სმ³

ნივთიერება = ?

ამოხსნა:

ნივთიერების გვაროვნების დასადგენად უნდა გამოვთვალოთ მისი სიმკვრივე და შევადაროთ ცნობილ სიმკვრივეთა ცხრილს.

$$\rho = \frac{m}{V}$$

ρ = 178 გ / 20 სმ³ = 8,9 გ/სმ³.
მყარი სხეულების სიმკვრივეების ცხრილის მიხედვით, 8,9 გ/სმ³ სიმკვრივე აქვს სპილენძს.

პასუხი: სამაჯური დამზადებულია სპილენძისგან.

6. იპოვეთ, რა მოცულობა აქვს 6 კგ მასის ნივთიერებას, რომლის სიმკვრივე 1.2 გ/სმ³-ია.

მოცემულია:

$m = 6$ კგ $= 6000$ გ
$\rho = 1{,}2$ გ/სმ³

V = ?

ამოხსნა:

რადგან სიმკვრივე მოცემულია გ/სმ³-ებში, გამოსათვლელად მასა გადავიყვანოთ გრამებში: 6 კგ = 6000 გ.
სიმკვრივის ფორმულიდან მოცულობის გამოსათვლელად მასა უნდა გავყოთ სიმკვრივეზე:

$$V = \frac{m}{\rho}$$

V = 6000 გ / 1,2 გ/სმ³ = 5000 სმ³.
5000 სმ³ = 5 დმ³ = 5 ლიტრი = 0,005 მ³.

პასუხი: ნივთიერების მოცულობაა 5000 სმ³ (ანუ 5 დმ³).

7. 480 გ მასის ნავთის მოცულობაა მეტი, თუ 495 გ მზესუმზირის ზეთის? რამდენით მეტია ერთი მათგანი მეორეზე?

მოცემულია:

$m_1 = 480$ გ (ნავთი)
$m_2 = 495$ გ (ზეთი)
$\rho_1 = 0{,}8$ გ/სმ³
$\rho_2 = 0{,}9$ გ/სმ³

———————

V_1 თუ V_2 მეტი?
ΔV = ?

ამოხსნა:

ცნობარიდან ვიღებთ შესაბამის სიმკვრივეებს: ნავთის სიმკვრივე 0,8 გ/სმ³-ია, მზესუმზირის ზეთის კი მივიჩნიოთ - 0,9 გ/სმ³.
ვიპოვოთ თითოეულის მოცულობა ფორმულით:

$$V = \frac{m}{\rho}$$

ნავთის მოცულობა: V_1 = 480 გ / 0,8სმ³ = 600 სმ³.
ზეთის მოცულობა: V_2 = 495 გ / 0,9სმ³ = 550 სმ³.

შევადაროთ: 600 სმ³ > 550 სმ³.
გამოვთვალოთ სხვაობა: ΔV = 600 სმ³ – 550 სმ³ = 50 სმ³.

პასუხი: ნავთის მოცულობა 50 სმ³-ით მეტია ზეთის მოცულობაზე.

8. 40 კგ მასის წყალი ჩაასხეს კუბის ფორმის აკვარიუმში. რა სიმაღლე ექნება წყალს აკვარიუმში, თუ კუბის წიბოს სიგრძე 50 სმ-ია.

მოცემულია:

წყალი
m = 40 კგ
a = 50 სმ = 0.5 მ
ρ = 1000 კგ/მ³

———————

h = ?

ამოხსნა:

ვიპოვოთ ჩასხმული წყლის მოცულობა:

$$V = \frac{m}{\rho}$$

V = 40 კგ / 1000 კგ/მ³ = 0,04 მ³.
რადგან აკვარიუმი კუბის ფორმისაა, მისი ფსკერი კვადრატია. ფსკერის ფართობია:
S = a² = 0,25 მ².
აკვარიუმში წყალი იღებს მართკუთხა პარალელეპიპედის ფორმას, რომლის მოცულობაა V = S · h. აქედან ვიპოვოთ სიმაღლე:
h = $\frac{V}{S}$ = 0,16 მ = 16 სმ.

პასუხი: წყალი აკვარიუმში დადგება 16 სმ სიმაღლეზე.

9. სამშენებლო აგურის ზომები 250 მმ x 60 მმ x 65 მმ-ია და მას სიღრუე არ აქვს. იპოვეთ აგურის მასა, თუ ცნობილია, რომ მისი სიმკვრივე 1800 კგ/მ³-ის ტოლია.

მოცემულია:

a = 250 მმ = 25 სმ
b = 60 მმ = 6 სმ
c = 65 მმ = 6,5 სმ
ρ = 1800 კგ/მ³=1,8 გ/სმ³

———————

m = ?

ამოხსნა:

ჯერ ვიპოვოთ აგურის მოცულობა. აგურს მართკუთხა პარალელეპიპედის ფორმა აქვს:
V = a · b · c = 975 სმ³.

ახლა გამოვთვალოთ მასა სიმკვრივის ფორმულიდან:

$$m = \rho \cdot V$$

m = 1,8 გ/სმ³ · 975 სმ³ = 1755 გ.

პასუხი: აგურის მასაა 1,755 კგ.

10. მენზურაში 150 მლ წყალი ასხია. როდესაც მასში ფოლადის 15 ერთნაირი ბურთულა მოათავსეს, წყლის დონე მენზურაში 210 მლ ნიშნულზე დადგა. იპოვეთ ერთი ბურთულას მასა.

მოცემულია:

$V_1 = 150$ მლ
$V_2 = 210$ მლ
$N = 15$
$\rho_{ფოლ} = 7{,}8$ გ/სმ³
(ცნობარიდან)

———————

$m_1 = ?$

ამოხსნა:

ჩაძირული სხეულების მოცულობა უდრის მათ მიერ გამოდევნილი სითხის მოცულობას. გამოვთვალოთ 15 ბურთულას საერთო მოცულობა და შემდეგ ერთი ბურთულას მოცულობა. (გავითვალისწინოთ, რომ 1 მლ = 1 სმ³).

$\Delta V = V_2 - V_1 = 210$მლ $- 150$მლ $= 60$ მლ $= 60$ სმ³.
ერთი ბურთულას მოცულობა: $V_1 = 60$ სმ³ $/ 15 = 4$ სმ³.
ახლა ვიპოვოთ ერთი ბურთულას მასა: $m_1 = \rho_{ფოლ} \cdot V_1 = 7{,}8$ გ/სმ³ $\cdot 4$ სმ³ $= 31{,}2$ გ.

პასუხი: ერთი ბურთულას მასაა 31,2 გ.

11. დაადგინეთ, აქვს თუ არა 200 სმ³ მოცულობის ალუმინის სხეულს სიღრუე, თუ მისი მასა 500 გ-ია.

მოცემულია:

$V = 200$ სმ³
$m = 500$ გ
$\rho_{ალუ} = 2{,}7$ გ/სმ³
(ცნობარიდან)

———————

აქვს თუ არა სიღრუე?

ამოხსნა:

ამის დასადგენად უნდა გამოვთვალოთ, რა მოცულობა ექნებოდა 500 გ მასის მქონე მთლიან (სიღრუის გარეშე) ალუმინის სხეულს. თუ გამოთვლილი ნამდვილი მოცულობა ნაკლები აღმოჩნდა მოცემულ გარე მოცულობაზე (200 სმ³), ეს ნიშნავს, რომ სხეულს აქვს სიღრუე.

$$V = \frac{m}{\rho}$$

ალუმინის ნამდვილი მოცულობა: $V_{ნამდვილი} = 500$ გ $/ 2{,}7$ გ/სმ³ $\approx 185{,}19$ სმ³.
რადგან 185.19 სმ³ < 200 სმ³, ეს ნიშნავს რომ დარჩენილი მოცულობა (200სმ³ – 185,19სმ³ = 14,81 სმ³) ჰაერითაა სავსე, ანუ სხეულს აქვს სიღრუე.

პასუხი: დიახ, სხეულს აქვს სიღრუე.

12. გამოთვალეთ, რა მოცულობის სიღრუე აქვს 40 სმ³ მოცულობის ვერცხლის ნაკეთობას, თუ მისი მასა 273 გ-ია.

მოცემულია:

$V_{სრული} = 40$ სმ³
$m = 273$ გ
$\rho_{ვერცხლი} = 10{,}5$ გ/სმ³
(ცნობარიდან)

———————

$V_{სიღრუე} = ?$

ამოხსნა:

ჯერ ვიპოვოთ ნაკეთობაში არსებული სუფთა ვერცხლის მოცულობა ($V_{ვერცხლი}$). შემდეგ სრულ მოცულობას გამოვაკლოთ ეს ნამდვილი მოცულობა, რათა მივიღოთ სიღრუის მოცულობა.

$$V = \frac{m}{\rho}$$

$V_{ვერცხლი} = 273$ გ $/ 10{,}5$ გ/სმ³ $= 26$ სმ³.
$V_{სიღრუე} = V_{სრული} - V_{ვერცხლი} = 40$ სმ³ $- 26$ სმ³ $= 14$ სმ³.

პასუხი: სიღრუის მოცულობა არის 14 სმ³.

13. ცარიელი ჭიქის მასა 120 გ-ია. როდესაც ჭიქა პირამდე გაავსეს წყლით, ჭიქის მასა 320 გ გახდა, ხოლო როდესაც იგივე ჭიქა უცნობი სითხით პირამდე გაავსეს – გახდა 280 გ. იპოვეთ უცნობი სითხის სიმკვრივე.

მოცემულია:

$m_{ცარიელი} = 120$ გ
$m_{წყლიანი} = 320$ გ
$m_{სითხიანი} = 280$ გ
$\rho_{წყალი} = 1$ გ/სმ³

———————

$\rho_{უცნობი} = ?$

ამოხსნა:

ჭიქის მოცულობა უცვლელია. ჯერ ვიპოვოთ ჩასხმული წყლის მასა და შემდეგ მისი (შესაბამისად, ჭიქის) მოცულობა.

წყლის მასა: $m_{წყალი} = 320$გ $- 120$გ $= 200$ გ.
ჭიქის მოცულობა: $V_{ჭიქა} = \frac{m_{წყ}}{\rho_{წყ}} = 200$ სმ³.
ახლა ვიპოვოთ უცნობი სითხის მასა: $m_{უცნობი} = 280$გ $- 120$გ $= 160$ გ.
უცნობი სითხის სიმკვრივე იქნება:

$\rho_{უცნობი} = 160$ გ $/ 200$ სმ³ $= 0{,}8$ გ/სმ³.

პასუხი: 0,8 გ/სმ³ (ან 800 კგ/მ³).

14*. 1,2 გ/სმ³ სიმკვრივისა და 2 ლ მოცულობის სითხეს შეურიეს 1500 კგ/მ³ სიმკვრივის 3 ლ მოცულობის სითხე. მიიჩნიეთ, რომ ნარევის მოცულობა სითხეების მოცულობათა ჯამის ტოლია და გამოთვალეთ ნარევის სიმკვრივე.

მოცემულია:

$\rho_1 = 1{,}2$ გ/სმ³
$\rho_2 = 1500$ კგ/მ³ = 1,5 გ/სმ³
$V_1 = 2$ ლ = 2000 სმ³
$V_2 = 3$ ლ = 3000 სმ³

_____

$\rho_{ნარევი} = ?$

ამოხსნა:

ნარევის სიმკვრივე გამოითვლება სითხეების საერთო მასის შეფარდებით საერთო მოცულობასთან. ჯერ უნდა ვიპოვოთ თითოეული სითხის მასა.

$$\rho_{ნარევი} = \frac{m_1 + m_2}{V_1 + V_2}$$

პირველი სითხის მასა: $m_1 = 1{,}2$ *გ/სმ³* $\cdot$ *2000 სმ³ = 2400 გ.*
მეორე სითხის მასა: $m_2 = 1{,}5$ *გ/სმ³* $\cdot$ *3000 სმ³ = 4500 გ.*
საერთო მასა: $m_{სრული} = 2400$*გ +* 4500*გ = 6900 გ.*
საერთო მოცულობა: $V_{სრული} = 2000$*სმ³ +* 3000*სმ³ = 5000 სმ³ (ან 5 ლიტრი).*
ნარევის სიმკვრივე: $\rho_{ნარევი} = 6900$ *გ / 5000 სმ³ = 1,38 გ/სმ³.*

პასუხი: 1,38 გ/სმ³ (ან 1380 კგ/მ³).

15*. ნედლი სოკოს მასის 80 % წყალია, გამომშრალში კი მასის 50 %-ია წყალი. რამდენჯერ შეიცვალა სოკოს სიმკვრივე გამოშრობისას, თუ ამ დროს მისი მოცულობა 4-ჯერ შემცირდა?

მოცემულია:

ნედლი: წყალი 80%
მშრალი: წყალი 50%
$V_1 = V$
$V_2 = \frac{V}{4}$

_____

$\rho_2 / \rho_1 = ?$

ამოხსნა:

სოკოს გაშრობის პროცესში ორთქლდება მხოლოდ წყალი, ხოლო სოკოს „მშრალი ნივთიერების“ მასა უცვლელი რჩება. ეს მასა აღვნიშნოთ m-ით.
აღვნიშნოთ ნედლი სოკოს მასა M_1-ით. მასში მშრალი ნივთიერებაა 100% - 80% = 20%, ანუ M_1=5m.
გამომშრალ სოკოში, რომლის მასაც M_2-ია, მშრალი ნივთიერება არის 100% - 50% = 50%, ანუ M_2=2m.

გამოვთვალოთ სიმკვრივეების ფარდობა. ნედლი სოკოს სიმკვრივეა $\rho_1 = \frac{M_1}{V_1} = \frac{5m}{V}$.
გამომშრალის სიმკვრივე: $\rho_2 = \frac{M_2}{v_2} = \frac{2M}{0{,}25v} = \frac{8m}{V}$.

$$\frac{\rho_2}{\rho_1} = \frac{8m}{V} \cdot \frac{V}{5m} = 1.6$$

პასუხი: სიმკვრივე გაიზარდა 1,6-ჯერ.

პარაგრაფი №2.1 — მექანიკური მოძრაობა

აქტივობების მოკლე მიმოხილვა

№	გაკვეთილი/ეტაპი	აქტივობის დასახელება	აქტივობის მიზანი	სამიზნე ცნება/ცნებები და ინდიკატორები
1	მოტივაცია, წინარე ცოდნის გააქტიურება და ახალი ცოდნის აგება	როდის მოძრაობს სხეული?	მოსწავლე შეძლებს ცხოვრებისეული სიტუაციების გაანალიზებით განმარტოს მექანიკური მოძრაობა, მდებარეობა, ათვლის სხეული, ნივთიერი წერტილი, მოძრაობის ფარდობითობა, ტრაექტორია და გავლილი მანძილი; საკუთარი მოსაზრება დაასაბუთოს კონკრეტული მაგალითებით.	ფიზიკური პროცესი — მექანიკური მოძრაობის თვისებრივი დახასიათება; სხეულის მდებარეობის ცვლილების აღწერა; მოძრაობის ფარდობითობის გააზრება. ნივთიერება და ველი — სხეულის მოდელად ნივთიერი წერტილის გამოყენება შესაბამის პირობებში.
2	კვლევა და ცოდნის გამოყენება	ტრაექტორიის ფარდობითობა	მოსწავლე შეძლებს პრაქტიკულ მოდელზე დააკვირდეს ერთი და იმავე სხეულის განსხვავებულ ტრაექტორიებს სხვადასხვა ათვლის სხეულის მიმართ, აღწეროს ექსპერიმენტის შედეგი და ჩამოაყალიბოს დასკვნა ტრაექტორიის ფარდობითობის შესახებ.	ფიზიკური პროცესი — მოძრაობის ტრაექტორიის აღწერა და შედარება სხვადასხვა ათვლის სხეულის მიმართ; მიზეზშედეგობრივი კავშირის დადგენა.
3	ცოდნის სისტემატიზაცია, განმტკიცება და შეფასება	ცნებათა რუკა — მექანიკური მოძრაობა	მოსწავლე შეძლებს პარაგრაფის ძირითადი ცნებების ერთმანეთთან დაკავშირებას, მათ შორის არსებითი მიმართებების გამოკვეთას და ძირითადი დებულებების საკუთარი სიტყვებით ჩამოყალიბებას.	ფიზიკური პროცესი — მექანიკური მოძრაობის ძირითადი მახასიათებლების სისტემატიზაცია და ახალ სიტუაციაში გამოყენება.

სასწავლო შედეგები - მოსწავლე შეძლებს:

- განმარტოს მექანიკური მოძრაობა, როგორც სხეულის მდებარეობის ცვლილება სხვა სხეულის მიმართ დროთა განმავლობაში;
- შეარჩიოს ათვლის სხეული და მის მიმართ აღწეროს მოძრავი სხეულის მდებარეობა;
- განმარტოს მოძრაობის ფარდობითობა კონკრეტული ცხოვრებისეული მაგალითებით;
- განასხვავოს ტრაექტორია და გავლილი მანძილი და აღწეროს ტრაექტორიის შესაძლო სახეები;
- განმარტოს, როდის შეიძლება სხეული განვიხილოთ ნივთიერ წერტილად;
- პრაქტიკული მოდელის საფუძველზე დაასაბუთოს, რომ ტრაექტორიის ფორმა შეიძლება დამოკიდებული იყოს ათვლის სხეულის არჩევაზე;
- ძირითადი ცნებები ერთმანეთთან დააკავშიროს და ცოდნა გამოიყენოს უცნობ სიტუაციაში.

სტანდარტის შესაბამისი ინდიკატორები

- ფიზიკური მოვლენებისა და პროცესების თვისებრივი დახასიათება;
- ფიზიკურ მოვლენათა/პროცესთა შედარება მათი მახასიათებლების მიხედვით;
- ფიზიკური პროცესის გამომწვევი მიზეზებისა და შედეგების ერთმანეთთან დაკავშირება და ამ კავშირების განმაპირობებელი ფაქტორების ახსნა;
- სხვადასხვა ფიზიკური მოვლენისა და პროცესის სადემონსტრაციო საკლასო ექსპერიმენტების ორგანიზება, მოსალოდნელი შედეგების პროგნოზირება და მისი შედარება ექსპერიმენტის შედეგებთან;
- ფიზიკური პროცესების ცოდნის გამოყენებით შესაბამისი სიტუაციური, ცხოვრებისეული და პრობლემაზე ორიენტირებული ამოცანების ამოხსნა/გადაჭრა.

შეფასების კრიტერიუმები

მოსწავლე სწორად განსაზღვრავს მოძრავ სხეულსა და ათვლის სხეულს; მდებარეობის ცვლილებას აკავშირებს დროსთან; განმარტავს მოძრაობის ფარდობითობას; ასაბუთებს, როდის შეიძლება სხეულის ნივთიერ წერტილად განხილვა; ერთმანეთისგან განასხვავებს ტრაექტორიასა და გავლილ მანძილს; ცდების შედეგით ამტკიცებს ტრაექტორიის ფარდობითობას და ძირითად დებულებებს საკუთარი სიტყვებით აყალიბებს.

აქტივობა 1. როდის მოძრაობს სხეული?

აქტივობის კომპონენტი	აღწერა
აქტივობის მიზანი	მოტივაცია, წინარე ცოდნის გააქტიურება და ახალი ცოდნის აგება — მოსწავლეებმა ცხოვრებისეული სიტუაციების განხილვით ეტაპობრივად გაიაზრონ მექანიკური მოძრაობის ძირითადი ცნებები და მათი ურთიერთკავშირი.
გამოყენებული სწავლების მიდგომა/მეთოდი	კონცეპტუალური სწავლება; კითხვა–პასუხი.
აქტივობის განხორციელება	მასწავლებელი ინფორმაციას მზა განსაზღვრებებით არ იწყებს. იგი სთავაზობს მოსწავლეებს ყოველდღიურ სიტუაციებს: მგზავრი მოძრავ ავტობუსში, გზაზე მოძრავი ავტომობილი, თვითმფრინავი ცაში, მდინარეში მოძრავი ნავი, ხიდან ჩამოვარდნილი ვაშლი და ველოსიპედის ბორბლის წერტილი. თითოეული შემთხვევის განხილვისას მოსწავლეები ასახელებენ სხეულს, შესაძლო ათვლის სხეულს და აღწერენ, იცვლება თუ არა სხეულის მდებარეობა მის მიმართ. პასუხების საფუძველზე მასწავლებელი ეტაპობრივად აყალიბებს ცნებებს: მექანიკური მოძრაობა, მდებარეობა, ათვლის სხეული, მოძრაობის ფარდობითობა, ნივთიერი წერტილი, ტრაექტორია და გავლილი მანძილი. მოკლე ინტერაქტიული ახსნით ზუსტდება, რომ ნივთიერ წერტილად სხეული მხოლოდ კონკრეტული ამოცანის პირობებში განიხილება, ხოლო გავლილი მანძილი ტრაექტორიის სიგრძეა.
ნაწილი 1 — მექანიკური მოძრაობა და ათვლის სხეული	სხეულის მდებარეობის ცვლილებას სხვა სხეულის მიმართ დროის განმავლობაში მექანიკური მოძრაობა ეწოდება. სხეულს, რომლის მიმართაც მოძრაობას ან მდებარეობას განვიხილავთ, ათვლის სხეული ეწოდება. ერთი და იგივე სხეული ერთი ათვლის სხეულის მიმართ შეიძლება მოძრაობდეს, მეორის მიმართ კი უძრავი იყოს.
კითხვები ცნებების შემოტანისას	• რას ნიშნავს სხეულის მდებარეობა? • რა არის მექანიკური მოძრაობა? • რას ვუწოდებთ ათვლის სხეულს? • რა არის ტრაექტორია და რა არის გავლილი მანძილი? გასავითარებელი უნარები: კრიტიკული აზროვნება; კომუნიკაცია.

კითხვები სიტუაციების გაანალიზებისას	• როგორ დაადგინეთ, მოძრაობს თუ არა სხეული? • რომელი სხეული შეარჩიეთ ათვლის სხეულად და რატომ? • რა ნიშნით გადაწყვიტეთ, შეიძლება თუ არა სხეულის ნივთიერ წერტილად განხილვა? • როგორ განასხვავეთ ტრაექტორია და გავლილი მანძილი? გასავითარებელი უნარები: კრიტიკული აზროვნება; არგუმენტირებული დასკვნის ჩამოყალიბება.
კითხვები უცნობი სიტუაციებისა და ცხოვრებისეული მაგალითების ირგვლივ	• მოძრავ მატარებელში მაგიდაზე დადებული ტელეფონი მოძრაობს თუ არა მატარებლის, სადგურისა და მზის მიმართ? პასუხი დაასაბუთეთ. • შეიძლება თუ არა თვითმფრინავის მგზავრი ჩაითვალოს უძრავად? რომელი ათვლის სხეულის მიმართ? • ქალაქებს შორის მოძრავი ავტობუსი როდის შეიძლება განვიხილოთ ნივთიერ წერტილად და როდის — არა? • როგორ განსხვავდება ველოსიპედის ბორბლის წერტილის ტრაექტორია ველოსიპედისტისა და გზაზე მდგომი დამკვირვებლის მიმართ? • თუ ორი ავტომობილი ერთნაირი სიჩქარით გვერდიგვერდ მოძრაობს, როგორია მათი მოძრაობა ერთმანეთის მიმართ და გზის მიმართ? გასავითარებელი უნარები: ცოდნის ახალ სიტუაციაში გამოყენება; არგუმენტირებული დასკვნის ჩამოყალიბება.
მასწავლებლის ხელშემწყობი როლი	მასწავლებელი მოსწავლეებს სთხოვს ყოველ პასუხში დაასახელონ ათვლის სხეული და არ გამოიყენონ ფორმულირება „მოძრაობს“ ან „არ მოძრაობს“ კონტექსტის გარეშე. მცდარი პასუხისას სვამს დამხმარე კითხვას: „რის მიმართ?“, „იცვლება თუ არა მდებარეობა დროთა განმავლობაში?“, „ამ ამოცანაში მნიშვნელოვანია თუ არა სხეულის ზომა და ფორმა?“
რესურსები	მოსწავლის წიგნის სურათები 2.1.1–2.1.10; დაფა ან პროექტორი; ყოველდღიური სიტუაციების ამსახველი მოკლე ბარათები; ცნებების ბარათები.
შეფასება	ზეპირი შეფასება: მოსწავლე ირჩევს ერთ სიტუაციას და სამ წინადადებაში ასახელებს მოძრავ სხეულს, ათვლის სხეულს და მოძრაობის სახეს. კრიტერიუმებია ათვლის სხეულის სწორად შერჩევა, ცნების ზუსტი გამოყენება და პასუხის დასაბუთება.
დიფერენცირება	მხარდაჭერის საჭიროების მქონე მოსწავლეებს ეძლევათ სიტუაციების ილუსტრირებული ბარათები, რომლებზეც ფერებითაა გამოყოფილი მოძრავი სხეული და შესაძლო ათვლის სხეულები. სტანდარტული მზაობის მოსწავლეები პასუხებს დამოუკიდებლად აყალიბებენ. მაღალი მზაობის მოსწავლეები ერთ სიტუაციას ორი განსხვავებული ათვლის სხეულის მიმართ აღწერენ და ხსნიან მოძრაობის ფარდობითობას.

შუალედური დასკვნა

მექანიკური მოძრაობა არის სხეულის მდებარეობის ცვლილება სხვა სხეულის მიმართ დროის განმავლობაში. მოძრაობის ან უძრაობის შესახებ მსჯელობა სრულყოფილია მხოლოდ ათვლის სხეულის მითითებით. სხეული კონკრეტულ პირობებში შეიძლება განვიხილოთ ნივთიერ წერტილად; სხეულის მოძრაობის წირი ტრაექტორიაა, ხოლო ტრაექტორიის სიგრძე — გავლილი მანძილი.

აქტივობა 2. ტრაექტორია რის მიმართ?

აქტივობის კომპონენტი	აღწერა
აქტივობის მიზანი	კვლევა და ცოდნის გამოყენება — მოსწავლეებმა სახელმძღვანელოში მოცემულ მაგალითებში დააკვირდნენ ტრაექტორიის ფორმის დამოკიდებულებას ათვლის სხეულის არჩევაზე.
გამოყენებული სწავლების მიდგომა/მეთოდი	კვლევაზე დაფუძნებული სწავლება; ექსპერიმენტული მოდელირება.
საკვლევი კითხვა	არის თუ არა ერთი და იგივე მოძრავი სხეულის ტრაექტორია ყველა ათვლის სხეულის მიმართ ერთნაირი?
აქტივობის განხორციელება	მოსწავლეები მუშაობენ წყვილებში და მაქსიმალურად ზუსტად ასრულებენ მოსწავლის წიგნში მოცემულ საკლასო აქტივობას. ერთი მოსწავლე მართავს ფანქარს, მეორე — სახაზავს. ჯერ ფანქრის წვერი მოძრაობს სახაზავის გასწვრივ უძრავ ფურცელზე, შემდეგ იგივე მოქმედებისას სახაზავიც იმავდროულად გადაადგილდება. მიღებული წირები განიხილება ფანქრის წვერის ტრაექტორიებად სხვადასხვა ათვლის სხეულის მიმართ.
საკლასო აქტივობა — ტრაექტორიის ფარდობითობა	ცდისთვის საჭიროა: სახაზავი, ფანქარი, რვეულის ფურცელი. 1. დადეთ მაგიდაზე რვეულის ფურცელი და მის ერთ მხარეს, კიდის პარალელურად, სახაზავი მოათავსეთ. 2. ფანქარი სახაზავს გასწვრივ გაატარეთ ისე, რომ იგი სახაზავს არ მოშორდეს და იმავდროულად სახაზავი გაასრიალეთ ფურცლის მოპირდაპირე კიდისკენ ისე, როგორც სურათზეა ნაჩვენები. 3. აღწერეთ, როგორია ფანქრის წვერის ტრაექტორია: ა) ფურცლის მიმართ; ბ) სახაზავის მიმართ. 4. იმსჯელეთ ცდის შედეგზე და გამოიტანეთ დასკვნა: არის თუ არა დამკვირვებლისთვის ტრაექტორია ათვლის სხეულის არჩევაზე დამოკიდებული. გასავითარებელი უნარები: კვლევის უნარები; მონაცემების გაანალიზება.
კითხვები ცდის დაწყებამდე	• რომელი სხეული მოძრაობს ამ აქტივობაში? • რომელი ორი სხეული შეიძლება ავირჩიოთ ათვლის სხეულად? • რას ვუწოდებთ ტრაექტორიას? გასავითარებელი უნარები: კრიტიკული აზროვნება; კომუნიკაცია.
კითხვები ცდის მიმდინარეობისას	• რა უნდა გავაკეთოთ, რომ ფანქარი სახაზავს არ მოშორდეს? • როგორ აღვწეროთ ფანქრის წვერის მოძრაობა ფურცლის მიმართ? • როგორ აღვწეროთ იგივე მოძრაობა სახაზავის მიმართ? • რატომ არის მნიშვნელოვანი ორივე ათვლის სხეულის ცალ-ცალკე განხილვა? გასავითარებელი უნარები: კვლევის უნარები; მონაცემების გაანალიზება.

კითხვები ცოდნის ტრანსფერისას	• როგორია წვიმის წვეთის ტრაექტორია უქარო ამინდში ა)გზაზე მდგომი და ბ)მოძრავ ავტომობილში მყოფი დამკვირვებლისთვის? • თვითმფრინავიდან ჩამოგდებული ტვირთის ტრაექტორია როგორია თვითმფრინავისა და დედამიწის მიმართ? • რატომ შეიძლება ერთი და იგივე სხეულის მოძრაობის ნახაზი სხვადასხვა დამკვირვებლისთვის განსხვავებული იყოს? გასავითარებელი უნარები: ცოდნის ახალ სიტუაციაში გამოყენება; არგუმენტირებული დასკვნის ჩამოყალიბება.
მასწავლებლის ხელშემწყობი როლი	მასწავლებელი ყურადღებას ამახვილებს, რომ მოსწავლეებმა არ თქვან მხოლოდ „ტრაექტორია წრფივია“ ან „მრუდია“, არამედ აუცილებლად მიუთითონ, რომელი სხეულის მიმართ აღწერენ მას. საჭიროების შემთხვევაში მასწავლებელი ნელა იმეორებს აქტივობას და მოსწავლეებს სთხოვს ფანქრის წვერისა და ფურცლის მოძრაობები ცალ-ცალკე გააანალიზონ.
რესურსები	თითო წყვილისთვის: რვეულის ფურცელი, ფანქარი, ორი სახაზავი; მოსწავლის წიგნის სურ. 2.1.13.
უსაფრთხოება	ფანქარი და სახაზავი გამოიყენონ მხოლოდ დანიშნულებისამებრ; სამუშაო სივრცე იყოს თავისუფალი ზედმეტი ნივთებისგან; ფურცელი გადაადგილდეს ზომიერად, რათა ხელი არ გასრიალდეს.
შეფასება	დაკვირვების ფურცლით ფასდება: ორი ათვლის სხეულის სწორად დასახელება; თითოეულის მიმართ ტრაექტორიის აღწერა; განსხვავების ახსნა; დასკვნის ექსპერიმენტულ მტკიცებულებასთან დაკავშირება.
დიფერენცირება	მხარდაჭერის საჭიროების მქონე მოსწავლეებს ეძლევათ ნაბიჯების ილუსტრირებული ბარათები და ნაწილობრივ შევსებული სქემა: „ფანქრის წვერი — ათვლის სხეული — ტრაექტორიის ფორმა“. სტანდარტული მზაობის მოსწავლეები ცხრილს დამოუკიდებლად ავსებენ. მაღალი მზაობის მოსწავლეები ქმნიან სხვა ცხოვრებისეულ მაგალითს, რომელშიც ტრაექტორია ათვლის სხეულზეა დამოკიდებული.

მოსწავლის სამუშაო ცხრილის ნიმუში

მოძრავი სხეული	ათვლის სხეული	დაკვირვებული ტრაექტორია	დასკვნა
ფანქრის წვერი	ფურცელი		
ფანქრის წვერი	სახაზავი		

მართებული დასკვნა

ერთი და იმავე მოძრავი სხეულის ტრაექტორია შეიძლება განსხვავებული იყოს სხვადასხვა ათვლის სხეულის მიმართ. ამიტომ ტრაექტორიის აღწერისას აუცილებელია მივუთითოთ, რომელი სხეულის მიმართ განვიხილავთ მოძრაობას.

აქტივობა 3. ცნებათა რუკა — მექანიკური მოძრაობა

აქტივობის კომპონენტი	აღწერა
აქტივობის მიზანი	ცოდნის სისტემატიზაცია, განმტკიცება და შეფასება — მოსწავლეებმა პარაგრაფის ძირითადი ცნებები გააერთიანონ ერთ ლოგიკურ სისტემაში და ძირითადი დებულებები საკუთარი სიტყვებით ჩამოაყალიბონ.
გამოყენებული სწავლების მიდგომა/მეთოდი	კონცეპტუალური სწავლება; თანამშრომლობითი სწავლება.
აქტივობის განხორციელება	ჯგუფებს ეძლევათ ცნებების ბარათები: „მექანიკური მოძრაობა“, „მდებარეობა“, „ათვლის სხეული“, „მოძრაობის ფარდობითობა“, „ნივთიერი წერტილი“, „ტრაექტორია“, „გავლილი მანძილი“. მოსწავლეები ბარათებს აწყობენ ცნებათა რუკად და მათ შორის ისრებზე წერენ კავშირებს, მაგალითად: „განისაზღვრება ... მიმართ“, „არის ... სიგრძე“, „შეიძლება განვიხილოთ, თუ...“. შემდეგ თითოეული ჯგუფი აყალიბებს სამ ძირითად დებულებას და ერთ ცხოვრებისეულ მაგალითს.
კითხვები ცნებების დალაგებისას	• რომელი ცნება მოითხოვს ათვლის სხეულის მითითებას? • რა კავშირია ტრაექტორიასა და გავლილ მანძილს შორის? • რას ნიშნავს ნივთიერი წერტილი? გასავითარებელი უნარები: კრიტიკული აზროვნება; კომუნიკაცია.
კითხვები ცნებათა რუკის შექმნისას	• რა კავშირის სიტყვა შეარჩიეთ ორ ცნებას შორის? • როგორ გადაამოწმეთ, რომ დებულება მეცნიერულად სწორია? • რომელი მაგალითი ადასტურებს თქვენს კავშირის სიტყვას? გასავითარებელი უნარები: თანამშრომლობა და კომუნიკაცია; კრიტიკული აზროვნება.
კითხვები საბოლოო განზოგადებისას	• უცნობი მოძრაობის აღწერისას რომელი კითხვები უნდა დავსვათ თანმიმდევრულად? • რატომ შეიძლება ერთი და იგივე სხეული ერთ შემთხვევაში ნივთიერ წერტილად ჩაითვალოს, მეორეში კი — არა? • როგორ გამოიყენებდით ამ ცნებებს სპორტსმენის, თანამგზავრის ან ლიფტის მოძრაობის აღსაწერად? გასავითარებელი უნარები: ცოდნის ახალ სიტუაციაში გამოყენება; არგუმენტირებული დასკვნის ჩამოყალიბება.
მასწავლებლის ხელშემწყობი როლი	მასწავლებელი არ აძლევს ჯგუფებს მზა სქემას. იგი მხოლოდ ამოწმებს, რომ კავშირები სრულ წინადადებად იკითხებოდეს და ყველა დებულებაში ცნებები ზუსტად იყოს გამოყენებული. საჭიროების შემთხვევაში სვამს დამხმარე კითხვას, მაგრამ საბოლოო ფორმულირების შესაძლებლობას მოსწავლეებს უტოვებს.
რესურსები	ცნებების ბარათები; A3 ფურცელი ან დაფა; ისრების ბარათები; მარკერები; სურვილის შემთხვევაში სახელმძღვანელოს შესაბამისი სურათები.
შეფასება — „სამი დებულება და ერთი მაგალითი“	თითოეული ჯგუფი წარმოადგენს სამ ძირითად დებულებას და ერთ ახალ ცხოვრებისეულ მაგალითს. კრიტერიუმებია: ცნებების სიზუსტე, კავშირების ლოგიკურობა, მაგალითის შესაბამისობა და ჯგუფის არგუმენტირებული პასუხი.

დიფერენცირება	მხარდაჭერის საჭიროების მქონე მოსწავლეებს ეძლევათ ნაწილობრივ აწყობილი ცნებათა რუკა, რომელშიც ორი კავშირი უკვე ნაჩვენებია და დარჩენილი ბარათები სწორ ადგილას უნდა განათავსონ. სტანდარტული მზაობის მოსწავლეები რუკას დამოუკიდებლად ქმნიან. მაღალი მზაობის მოსწავლეები ამატებენ ერთ კონტრმაგალითს, რომელიც აჩვენებს არასწორად შერჩეული ათვლის სხეულის პრობლემას.

მართებული დასკვნა

მექანიკური მოძრაობის აღწერისას აუცილებელია მოძრავი სხეულის, ათვლის სხეულისა და დროის გათვალისწინება. მოძრაობა ფარდობითია; სხეული კონკრეტულ პირობებში შეიძლება ნივთიერ წერტილად განვიხილოთ. ტრაექტორია არის წირი, რომელსაც სხეული მოძრაობისას აღწერს, ხოლო გავლილი მანძილი ამ ტრაექტორიის სიგრძეა. ტრაექტორიის ფორმაც შეიძლება ათვლის სხეულის არჩევაზე იყოს დამოკიდებული.

მინი აქტივობა განმავითარებელი შეფასებისთვის

განმავითარებელი შეფასება — „სამი დებულება და ერთი მაგალითი“

მოსწავლე ინდივიდუალურად წერს პარაგრაფის სამ ძირითად დებულებას და ერთ ახალ ცხოვრებისეულ მაგალითს, რომელშიც აუცილებლად ასახელებს მოძრავ სხეულსა და ათვლის სხეულს. ერთ დებულებას მოკლედ ასაბუთებს.

მასწავლებლის ინსტრუქცია

ყურადღება მიაქციეთ, რომ მოსწავლეები მექანიკურ მოძრაობას არ განმარტავდნენ ათვლის სხეულის გარეშე. განსაკუთრებით მოითხოვეთ დასაბუთება ისეთ კითხვებში, სადაც ერთი და იგივე სიტუაცია სხვადასხვა ათვლის სხეულის მიმართ უნდა გააანალიზონ. ამ პარაგრაფში არ არის საჭირო სიჩქარის ფორმულის ან მოძრაობის რაოდენობრივი კანონების განხილვა.

მოსწავლის წიგნში მოცემული კითხვების პასუხები:

1. დედამიწა უძრავია შენობის ან ხის მიმართ; მოძრავ ავტობუსში მყოფი მგზავრი უძრავია ავტობუსის მიმართ;
2. დედამიწა მოძრავია მზის მიმართ, მთვარის მიმართ, მოძრავი ავტომობილის მიმართ. მოძრავ ავტობუსში მჯდომი მგზავრი მოძრავია შენობის მიმართ, მზის მიმართ, ხის მიმართ.
3. მატარებლის მოძრაობა გადატანითი მოძრაობაა, რადგანაც მისი ყველა წერტილი ერთნაირად მოძრაობს;
4. მუდმივად უცვლელი ტრაექტორიით მოძრაობს, მაგალითად, მეტროს მატარებელი;
5. როდესაც განვიხილავთ დედამიწის მოძრაობას მზის გარშემო, მისი ზომა შეიძლება არ გავითვალისწინოთ, ანუ ის შეიძლება ნივთიერ წერტილად მივიჩნიოთ. დედამიწის დღე-ღამური ბრუნვის განხილვისას კი მას ნივთიერ წერტილად ვერ მივიჩნევთ, რადგან მისი სხვადასხვა წერტილების მოძრაობები ერთმანეთისაგან მნიშვნელოვნად განსხვავდება;
6. ანგარში შესვლისას თვითმფრინავის ზომების გათვალისწინება აუცილებელია, ამიტომ მას ნივთიერ წერტილად ვერ მივიჩნევთ. ერთი ქვეყნიდან მეორეში გადაფრენისას კი მისი ზომების გათვალისწინება საჭირო აღარ არის, ამ შემთხვევაში თვითმფრინავი შეიძლება ნივთიერ წერტილად მივიჩნიოთ;
7. თანაბრად მოძრავი ვაგონის თაროდან ჩამოვარდნილი სხეულის ტრაექტორია ვაგონის მიმართ ვერტიკალური მონაკვეთია. ზუსტად ამ მონაკვეთზე იმოძრავებდა თაროდან ჩამოვარდნილი სხეული ვაგონი უძრავი რომ ყოფილიყო. დედამიწის მიმართ კი იმავე სხეულის ტრაექტორია ისეთივე მრუდი წირია, როგორიც ჰორიზონტალურად გასროლილი სხეულის ტრაექტორიაა. ამის მიზეზი ისაა, რომ სხეულის ვარდნის დროის განმავლობაში ვაგონიც და ეს სხეულიც ჰორიზონტალურად გარკვეული მანძილით გადაინაცვლებს. მაშასადამე, ტრაექტორია ფარდობითია.

პარაგრაფი №2.2 — თანაბარი მოძრაობა. თანაბარი მოძრაობის სიჩქარე

აქტივობების მოკლე მიმოხილვა

№	გაკვეთილი/ეტაპი	აქტივობის დასახელება	აქტივობის მიზანი	სამიზნე ცნება/ცნებები და ინდიკატორები
1	მოტივაცია, წინარე ცოდნის გააქტიურება და ახალი ცოდნის აგება	თანაბარია თუ არათანაბარი?	მოსწავლე შეძლებს ცხოვრებისეული სიტუაციების გაანალიზებით ერთმანეთისგან განასხვაოს თანაბარი და არათანაბარი მოძრაობა, დაასახელოს განმასხვავებელი ნიშანი და საკუთარი გადაწყვეტილება დაასაბუთოს.	ფიზიკური პროცესი — მექანიკური მოძრაობის თვისებრივი დახასიათება; მოძრაობათა შედარება მათი მახასიათებლების მიხედვით.
2	ახალი ცოდნის აგება და გააზრება	რას გვიჩვენებს სიჩქარე?	მოსწავლე შეძლებს თანაბარი მოძრაობის სიჩქარის არსის გააზრებას, ფორმულის $v = s/t$ მიღებასა და გამოყენებას, სიჩქარის ერთეულების ამოცნობას და მარტივი გარდაქმნების შესრულებას.	ფიზიკური პროცესი — თანაბარი მოძრაობის რაოდენობრივი დახასიათება; მანძილს, დროსა და სიჩქარეს შორის კავშირის დადგენა.
3	ცოდნის გამოყენება, განმტკიცება და შეფასება	ორი ამოცანა თანაბარ მოძრაობაზე	მოსწავლე შეძლებს პირობის მონაცემების სისტემატიზებას, საჭირო ფორმულის შერჩევას, ერთეულების შეთანხმებას, გამოთვლის შესრულებასა და პასუხის ფიზიკური აზრის შემოწმებას.	ფიზიკური პროცესი — თანაბარი მოძრაობის ფორმულების გამოყენებით სიტუაციური და პრობლემაზე ორიენტირებული ამოცანების ამოხსნა.

სასწავლო შედეგები - მოსწავლე შეძლებს:

- განასხვავოს თანაბარი და არათანაბარი მოძრაობა ცხოვრებისეული მაგალითების საფუძველზე;
- განმარტოს, რომ თანაბარი მოძრაობისას სხეული დროის ნებისმიერ ტოლ შუალედებში თანაბარ მანძილებს გადის;
- განმარტოს სიჩქარე, როგორც დროის ერთეულში გავლილი მანძილი;
- გამოიყენოს ფორმულები $v = s/t$, $s = v \cdot t$ და $t = s/v$;
- დაასახელოს სიჩქარის ერთეული SI-ში და შეასრულოს კმ/სთ-დან მ/წმ-ში მარტივი გარდაქმნა;
- ამოცანის პირობის მიხედვით შეარჩიოს საჭირო ფორმულა, შეათანხმოს ერთეულები და მიიღოს დასაბუთებული პასუხი;
- მიღებული პასუხი შეაფასოს რეალურ და ფიზიკურ კონტექსტში.

სტანდარტის შესაბამისი ინდიკატორები

- ფიზიკური მოვლენებისა და პროცესების თვისებრივი და რაოდენობრივი დახასიათება;
- ფიზიკურ მოვლენათა/პროცესთა შედარება მათი მახასიათებლების მიხედვით;
- ფიზიკური პროცესის გამომწვევი მიზეზებისა და შედეგების ერთმანეთთან დაკავშირება;
- ბუნების მოვლენების აღმწერი კანონების გამოყენებით შესაბამისი სიტუაციური, ცხოვრებისეული და პრობლემაზე ორიენტირებული ამოცანების ამოხსნა/გადაჭრა.

შეფასების კრიტერიუმები

მოსწავლე სწორად განასხვავებს თანაბარ და არათანაბარ მოძრაობას; განმარტავს სიჩქარის ფიზიკურ შინაარსს; სწორად იყენებს $v = s/t$ დამოკიდებულებას და მის გარდაქმნილ ფორმებს; ათანხმებს ერთეულებს; გამოთვლას ასრულებს თანმიმდევრულად; პასუხს უთითებს ერთეულით და ამოწმებს მის რეალურ მნიშვნელობას.

აქტივობა 1. თანაბარია თუ არათანაბარი?

აქტივობის კომპონენტი	აღწერა
აქტივობის მიზანი	მოტივაცია, წინარე ცოდნის გააქტიურება და ახალი ცოდნის აგება — მოსწავლეებმა ცხოვრებისეულ მაგალითებზე მსჯელობით გამოკვეთონ თანაბარი და არათანაბარი მოძრაობის განმასხვავებელი ნიშანი.
გამოყენებული სწავლების მიდგომა/მეთოდი	კონცეპტუალური სწავლება; მიმართული კითხვა–პასუხი.
აქტივობის განხორციელება	მასწავლებელი აჩვენებს ან აღწერს რამდენიმე სიტუაციას: მეტროს მატარებელი სადგურებს შორის, ესკალატორზე მდგომი მგზავრი, ქალაქში მოძრავი ავტომობილი, პარაშუტისტი, ველოსიპედისტი სწორ გზაზე და ატრაქციონის კაბინა. მოსწავლეები წყვილებში მსჯელობენ, რომელი მოძრაობა შეიძლება ჩაითვალოს თანაბრად და რომელი — არათანაბრად. მასწავლებელი არ იწყებს მზა განსაზღვრებით; იგი პასუხებს აჯგუფებს კითხვით: „ტოლი დროის შუალედებში სხეული თანაბარ მანძილს გადის თუ განსხვავებულს?“ ამის საფუძველზე ყალიბდება თანაბარი და არათანაბარი მოძრაობის განმარტებები. ხაზგასმულია, რომ რეალურ მოძრაობაში თანაბრობა ყოველთვის გარკვეულ მონაკვეთსა და არჩეულ დროის შუალედებს ეხება.
კითხვები მაგალითების ამოცნობისას	• რას ვუწოდებთ გავლილ მანძილს? • რას ნიშნავს დროის ტოლი შუალედები? • რა სიდიდეები შეიძლება შევადაროთ ორი მოძრაობის დასახასიათებლად? გასავითარებელი უნარები: კრიტიკული აზროვნება; კომუნიკაცია.
კითხვები მოძრაობის კლასიფიკაციისას	• რა ნიშნის მიხედვით გადაწყვიტეთ, რომ მოძრაობა თანაბარია? • რომელი მონაცემი დაგვეხმარებოდა გადაწყვეტილების გადამოწმებაში? • როგორ შევამოწმებდით, გადის თუ არა სხეული დროის ტოლ შუალედებში თანაბარ მანძილებს? გასავითარებელი უნარები: კრიტიკული აზროვნება; არგუმენტირებული დასკვნის ჩამოყალიბება.
ცხოვრებისეულ სიტუაციების შესაბამისი კითხვები	• შეიძლება თუ არა ქალაქში მოძრავი ავტობუსის მოძრაობა გზის ერთ მონაკვეთზე თანაბარი იყოს, მთლიან მარშრუტზე კი — არათანაბარი? რატომ? • ლიფტი მოძრაობის დაწყებისას, შუა მონაკვეთში და გაჩერებისას ერთნაირად მოძრაობს? რომელ მონაკვეთში შეიძლება მისი მოძრაობა მივიჩნიოთ თანაბრად? • ორი სპორტსმენი ერთსა და იმავე მანძილს გადის: ერთი ყოველ წამში თანაბარ მანძილს, მეორე — სხვადასხვა მანძილს. რომელია თანაბარი მოძრაობა და რატომ? • როგორ განსაზღვრავდით, მოძრაობს თუ არა კონვეიერის ლენტი თანაბრად, მხოლოდ ვიდეოჩანაწერი რომ გქონდეთ? გასავითარებელი უნარები: ცოდნის ახალ სიტუაციაში გამოყენება; არგუმენტირებული დასკვნის ჩამოყალიბება.
მასწავლებლის ხელშემწყობი როლი	მასწავლებელი მოსწავლეებს პასუხის დასაბუთებას სთხოვს არა მოძრაობის „სისწრაფით“, არამედ ტოლ დროში გავლილი მანძილების შედარებით. საჭიროების შემთხვევაში იყენებს რიცხვით მაგალითს: 1 წამში — 5 მ, შემდეგ 1 წამში — 5 მ; ან 1 წამში — 3 მ, შემდეგ — 6 მ.

რესურსები	მოსწავლის წიგნის სურათები; პროექტორი ან სიტუაციების ბარათები; დაფა; მარტივი ცხრილი „დროის შუალედი — გავლილი მანძილი“.
შეფასება	ზეპირი განმავითარებელი შეფასება: მოძრაობის სწორად კლასიფიკაცია; განმასხვავებელი ნიშნების დასახელება; პასუხის მაგალითით დასაბუთება.
დიფერენცირება	მხარდაჭერის საჭიროების მქონე მოსწავლეებს ეძლევათ ორი მოკლე ცხრილი უკვე ჩაწერილი დროისა და მანძილის მონაცემებით და არჩევანი: „თანაბარი/არათანაბარი“. სტანდარტული მზაობის მოსწავლეები თავად ასაბუთებენ კლასიფიკაციას. მაღალი მზაობის მოსწავლეები ქმნიან სიტუაციას, სადაც მოძრაობა ერთ მონაკვეთზე თანაბარია, მეორეზე — არათანაბარი.

შუალედური დასკვნა

თანაბარი მოძრაობისას სხეული დროის ნებისმიერ ტოლ შუალედებში თანაბარ მანძილებს გადის. თუ ტოლი დროის შუალედებში გავლილი მანძილები განსხვავებულია, მოძრაობა არათანაბარია.

აქტივობა 2. რას გვიჩვენებს სიჩქარე?

აქტივობის კომპონენტი	აღწერა
აქტივობის მიზანი	ახალი ცოდნის აგება და გააზრება — მოსწავლეებმა თანაბარი მოძრაობის მაგალითების შედარებით გაიაზრონ სიჩქარის ფიზიკური არსი და მიიღონ ფორმულა v = s/t.
გამოყენებული სწავლების მიდგომა/მეთოდი	პრობლემაზე დაფუძნებული სწავლება; ინტერაქტიული მინი-ლექცია.
საკვლევი კითხვა	როგორ შევადაროთ ორი თანაბრად მოძრავი სხეული, თუ მათ მიერ გავლილი მანძილი ან მოძრაობის დრო განსხვავებულია?
აქტივობის განხორციელება	მასწავლებელი სთავაზობს ორ მაგალითს: ველოსიპედისტმა 5 წამში 25 მ გაიარა, ხოლო ქვეითმა 10 წამში 20 მ. მოსწავლეები მსჯელობენ, ვინ მოძრაობს უფრო სწრაფად და რატომ. შემდეგ ითვლიან თითოეულის მიერ 1 წამში გავლილ მანძილს. ამ გზით შემოდის სიჩქარის ცნება: თანაბარი მოძრაობის სიჩქარე გვიჩვენებს, რა მანძილს გადის სხეული დროის ერთეულში. დაფაზე თანმიმდევრულად იწერება v = s/t, ხოლო ფორმულის გარდაქმნით — s = v·t და t = s/v. განიხილება SI-ს ერთეული 1 მ/წმ და კმ/სთ-დან მ/წმ-ში გარდაქმნის მაგალითი: 90 კმ/სთ = 25 მ/წმ.
კითხვები — ფორმულის შემოტანისას	• რას აღნიშნავს s, t და v? • რას გვიჩვენებს სიჩქარე? • რა არის სიჩქარის ერთეული SI-ში? • რას ნიშნავს ჩანაწერი 5 მ/წმ? გასავითარებელი უნარები: კრიტიკული აზროვნება; კომუნიკაცია.
კითხვები ფორმულის გამოყენებისას	• როგორ ვიპოვეთ 1 წამში გავლილი მანძილი? • როგორ მივიღეთ ფორმულა v = s/t? • რომელი ფორმულა გვჭირდება, თუ საძიებელია მანძილი? დრო? • რატომ უნდა იყოს მანძილისა და დროის ერთეულები ერთმანეთთან შეთანხმებული? გასავითარებელი უნარები: პრობლემის გადაჭრა; მონაცემების გაანალიზება.

კითხვები ცოდნის ტრანსფერისას	• ავტომობილის სიჩქარეა 72 კმ/სთ. რას ნიშნავს ეს და რისი ტოლია ეს სიჩქარე მ/წმ-ში? • ორი მატარებლიდან ერთმა 2 საათში 160 კმ გაიარა, მეორემ 3 საათში 210 კმ. რომელი მოძრაობს უფრო სწრაფად? • სად უფრო გამოსადეგია მ/წმ და სად — კმ/სთ ერთეულის გამოყენება? • თუ მოძრაობის დრო ორჯერ გაიზარდა და სიჩქარე უცვლელია, როგორ შეიცვლება გავლილი მანძილი? გასავითარებელი უნარები: ცოდნის ახალ სიტუაციაში გამოყენება; პრობლემის გადაჭრა.
მასწავლებლის ხელშემწყობი როლი	მასწავლებელი არ სთავაზობს ფორმულას მზა სახით მანამ, სანამ მოსწავლეები არ აღწერენ „ერთ წამში გავლილი მანძილის“ იდეას. ფორმულის გარდაქმნისას აკავშირებს თითოეულ ფორმას ამოცანის კითხვასთან და მუდმივად ამოწმებს ერთეულების შესაბამისობას.
რესურსები	დაფა ან პროექტორი; დროისა და მანძილის მონაცემების ბარათები; ფორმულის სამკუთხედი სურვილის შემთხვევაში; კალკულატორი მხოლოდ შემოწმებისთვის.
შეფასება	მოკლე კონცეპტუალური შემოწმება: მოსწავლე განმარტავს 10 მ/წმ-ის მნიშვნელობას, სწორად ირჩევს ერთ-ერთ ფორმულას და ასახელებს საჭირო ერთეულებს.
დიფერენცირება	მხარდაჭერის საჭიროების მქონე მოსწავლეებს ეძლევათ ფერებით კოდირებული ფორმულის სქემა, სადაც s, v და t შესაბამის მონაცემებთანაა დაკავშირებული. სტანდარტული მზაობის მოსწავლეები დამოუკიდებლად გარდაქმნიან ფორმულას. მაღალი მზაობის მოსწავლეები ხსნიან, რატომ არ შეიძლება სიჩქარეების შედარება მხოლოდ გავლილი მანძილით ან მხოლოდ დროით.

მართებული დასკვნა

თანაბარი მოძრაობის სიჩქარე გვიჩვენებს დროის ერთეულში გავლილ მანძილს. იგი გამოითვლება გავლილი მანძილის მოძრაობის დროსთან შეფარდებით: $v = s/t$. ამ დამოკიდებულებიდან მიიღება $s = v \cdot t$ და $t = s/v$.

აქტივობა 3. საკლასო აქტივობის ორი ამოცანის ამოხსნა

აქტივობის კომპონენტი	აღწერა
აქტივობის მიზანი	ცოდნის გამოყენება, განმტკიცება და შეფასება — მოსწავლეებმა სიჩქარის ფორმულები გამოიყენონ რეალურ სიტუაციებზე დაფუძნებულ ამოცანებში და ამოხსნა წარმოადგინონ თანმიმდევრული ნაბიჯებით.
გამოყენებული სწავლების მიდგომა/მეთოდი	პრობლემაზე დაფუძნებული სწავლება; თანამშრომლობითი სწავლება.
აქტივობის განხორციელება	მოსწავლეები მუშაობენ წყვილებში. თითოეულ ამოცანაზე ასრულებენ ერთსა და იმავე ალგორითმს: 1) წერენ მოცემულობას; 2) განსაზღვრავენ საძიებელ სიდიდეს; 3) ათანხმებენ ერთეულებს; 4) ირჩევენ ფორმულას; 5) ასრულებენ გამოთვლას; 6) უთითებენ ერთეულს და ამოწმებენ პასუხის რეალურობას. პირველი ამოცანის შემდეგ ყურადღება მახვილდება კმ/სთ-დან მ/წმ-ში გარდაქმნაზე, მეორე ამოცანაში — კილომეტრის მეტრებში გადაყვანასა და მიღებული დროის წუთებად წარმოდგენაზე.

ამოცანა 1	თბილისსა და ოზურგეთს შორის მანძილი დაახლოებით 270 კილომეტრია. თანაბრად მოძრავმა ავტომობილმა ის 3 საათში დაფარა. გამოთვალეთ ავტომობილის სიჩქარე და გამოსახეთ ის: ა) კმ/სთ-ით; ბ) მ/წმ-ით.
ამოცანა 2	დედამიწიდან მზემდე მანძილი 150 მილიონი კმ-ია. გამოთვალეთ, რა დროში მოაღწევს სინათლის სხივი მზიდან დედამიწამდე, თუ მისი გავრცელების სიჩქარე 300000000 მ/წმ-ია.
კითხვები ამოცანის წაკითხვისას	• რომელი სიდიდეებია მოცემული? • რომელი სიდიდეა საძიებელი? • რა ფორმულით გამოითვლება სიჩქარე? დრო? გასავითარებელი უნარები: კრიტიკული აზროვნება; კომუნიკაცია.
კითხვები ამოცანების ამოხსნისას	• საჭიროა თუ არა ერთეულების გარდაქმნა? • რატომ გადავიყვანეთ 150 მილიონი კილომეტრი მეტრებში? • როგორ გადავიყვანოთ 90 კმ/სთ მ/წმ-ში? • როგორ შევამოწმოთ, სწორია თუ არა მიღებული პასუხი? გასავითარებელი უნარები: პრობლემის გადაჭრა; მონაცემების გაანალიზება.
კითხვები შედეგის გააზრებისას	• რას ნიშნავს ავტომობილის სიჩქარე 90 კმ/სთ? • რატომ არ უდრის 270 კმ-ის გზაზე რეალური ავტომობილის სიჩქარე ყოველთვის ამ მნიშვნელობას? • მიღებული 500 წამი რამდენი წუთი და წამია და რამდენად რეალისტურია ეს შედეგი სინათლისთვის? • როგორ შეიცვლებოდა სინათლის მოძრაობის დრო, მანძილი ორჯერ მეტი რომ ყოფილიყო? გასავითარებელი უნარები: ცოდნის ახალ სიტუაციაში გამოყენება; არგუმენტირებული დასკვნის ჩამოყალიბება.
მასწავლებლის ხელშემწყობი როლი	მასწავლებელი არ კარნახობს მოქმედებებს. იგი ნახულობს ამოხსნის ალგორითმს და სვამს დამხმარე კითხვებს: „ერთეულები შეთანხმებულია?“, „რომელი სიდიდეა საძიებელი?“, „პასუხი რეალურია?“ განსხვავებული პასუხების შემთხვევაში ჯგუფები ერთმანეთს ადარებენ არა მხოლოდ საბოლოო რიცხვს, არამედ თითოეულ ნაბიჯს.
რესურსები	მოსწავლის წიგნის საკლასო აქტივობა; სამუშაო ფურცელი ამოხსნის ექვსსაფეხურიანი ალგორითმით; დაფა; კალკულატორი შემოწმებისთვის.
შეფასება	სამუშაო ფურცელი ფასდება კრიტერიუმებით: მოცემულობის სწორად ჩაწერა; ფორმულის შერჩევა; ერთეულების შეთანხმება; გამოთვლის სიზუსტე; პასუხის ერთეულით წარმოდგენა; შედეგის ფიზიკური შინაარსის გააზრება.
დიფერენცირება	მხარდაჭერის საჭიროების მქონე მოსწავლეებს ეძლევათ ნაწილობრივ შევსებული ამოხსნის ჩარჩო, სადაც მოცემულობა და ფორმულის არჩევის ადგილი გამოყოფილია. სტანდარტული მზაობის მოსწავლეები ამოცანებს დამოუკიდებლად ხსნიან. მაღალი მზაობის მოსწავლეები პასუხს სხვა ერთეულშიც წარმოადგენენ და ადგენენ ერთ დამატებით მსგავს ამოცანას.

მინი აქტივობა განმავითარებელი შეფასებისთვის

განმავითარებელი შეფასება — „ფორმულა, მნიშვნელობა, მაგალითი“

მოსწავლე ინდივიდუალურად წერს: 1) სიჩქარის ფორმულას; 2) ერთი წინადადებით განმარტავს, რას გვიჩვენებს სიჩქარე; 3) ასახელებს ერთ ცხოვრებისეულ მაგალითს, სადაც მოძრაობა შეიძლება ჩაითვალოს თანაბრად. შეფასება ეფუძნება ფორმულის სისწორეს, ცნების ზუსტ განმარტებასა და მაგალითის შესაბამისობას.

მასწავლებლის ინსტრუქცია

ყურადღება გაამახვილეთ, რომ თანაბარი მოძრაობა განისაზღვრება ტოლ დროში გავლილი თანაბარი მანძილებით და არა მხოლოდ „უცვლელი სისწრაფის“ დამახსოვრებული ფორმულირებით. ამოცანებში პასუხი არ ჩაითვალოს დასრულებულად ერთეულის გარეშე. კმ/სთ-დან მ/წმ-ში გარდაქმნისას მოითხოვეთ მოქმედების ჩვენება და არა მხოლოდ მზა კოეფიციენტის გამოყენება.

საკლასო აქტივობის ამოცანების ამოხსნები

ამოცანა 1

პირობა: თბილისსა და ოზურგეთს შორის მანძილი დაახლოებით 270 კილომეტრია. თანაბრად მოძრავმა ავტომობილმა ის 3 საათში დაფარა. გამოთვალეთ ავტომობილის სიჩქარე და გამოსახეთ ის: ა) კმ/სთ-ით; ბ) მ/წმ-ით.

- ნაბიჯი 1 — მოცემულობა: s = 270 კმ; t = 3 სთ; საძიებელია v.
- ნაბიჯი 2 — ფორმულა: v = s/t.
- ნაბიჯი 3 — სიჩქარე კმ/სთ-ში: v = 270 კმ / 3 სთ = 90 კმ/სთ.
- ნაბიჯი 4 — ერთეულების გარდაქმნა: 90 კმ/სთ = (90 × 1000 მ) / 3600 წმ.
- ნაბიჯი 5 — გამოთვლა: v = 90000/3600 მ/წმ = 25 მ/წმ.
- პასუხი: ა) 90 კმ/სთ; ბ) 25 მ/წმ.

ამოცანა 2

პირობა: დედამიწიდან მზემდე მანძილი 150 მილიონი კმ-ია. გამოთვალეთ, რა დროში მოაღწევს სინათლის სხივი მზიდან დედამიწამდე, თუ მისი გავრცელების სიჩქარე 300000000 მ/წმ-ია.

- ნაბიჯი 1 — მოცემულობა: s = 150 000 000 კმ; v = 300 000 000 მ/წმ; საძიებელია t.
- ნაბიჯი 2 — მანძილის SI ერთეულში გადაყვანა: 150 000 000 კმ = 150 000 000 × 1000 მ = 150 000 000 000 მ.
- ნაბიჯი 3 — ფორმულა: t = s/v.
- ნაბიჯი 4 — გამოთვლა: t = 150 000 000 000 მ / 300 000 000 მ/წმ = 500 წმ.
- ნაბიჯი 5 — წუთებად წარმოდგენა: 500 წმ = 8 წთ 20 წმ.
- პასუხი: სინათლე მზიდან დედამიწამდე დაახლოებით 500 წამში, ანუ 8 წუთსა და 20 წამში აღწევს.

მოსწავლის წიგნში მოცემული კითხვების პასუხები:

1. გამონათქვამი: ესკალატორი მოძრაობს თანაბრად 0,5 მ/წმ სიჩქარით ნიშნავს, რომ ის ყოველ წამში 0,5 მ-ს გადის, ყოველ 2 წმ-ში 1 მ-ს, ყოველ 0,5 წმ-ში 0,25-მ-ს და ა.შ.;
2. თუ თანაბრად მოძრავი ავტომობილის მოძრაობის დრო 2-ჯერ შემცირდება, მის მიერ გავლილი მანძილიც 2-ჯერ შემცირდება. გავლილი მანძილის შეფარდება შესაბამის დროსთან, ანუ მოძრაობის სიჩქარე, უცვლელი დარჩება;
3. თანაბარი მოძრაობის სიჩქარე მუდმივი სიდიდე იმიტომაა, რომ ამ მოძრაობისას სხეულის მიერ გავლილი მანძილი დროის პროპორციულად იცვლება, მანძილის შესაბამის დროსთან შეფარდება კი უცვლელი რჩება;
4. თუ თანაბრად მოძრავი ველოსიპედისტის სიჩქარე 3-ჯერ გაიზრდება, მოცემული მანძილის გასავლელად საჭირო დრო 3-ჯერ შემცირდება. მართლაც, თანაბარ მოძრაობის დროის t=s/v ფორმულიდანაც ჩანს, რომ მოცემული s მანძილის გასავლელად საჭირო დრო სიჩქარის უკუპროპორციულია.

საშინაო აქტივობის პასუხები/ამოხსნები:

1. სკიდან გამოფრენის მომენტიდან, ერთმანეთის მომდევნო ნახევარწუთიან შუალედებში ფუტკარმა ტოლი, 250 მ მანძილები იფრინა. მართებულია თუ არა იმის მტკიცება, რომ ფუტკარი თანაბრად მოძრაობდა? პასუხი დაასაბუთეთ.

მოცემულია:	**ამოხსნა:**
$t_1 = t_2 = ... = 30$ წმ $s_1 = s_2 = ... = 250$ მ _____ v = const?	მხოლოდ ის ფაქტი, რომ ფუტკარი ყოველ 30 წამში 250 მეტრს გადის, არ არის საკმარისი თანაბარი მოძრაობის სამტკიცებლად. თანაბარი მოძრაობის განმარტების თანახმად, სხეული დროის ნებისმიერ ტოლ შუალედში ტოლ მანძილებს უნდა გადიოდეს. შესაძლოა, 30 წამის განმავლობაში ფუტკარი ხან ჩერდებოდეს, ხან კი სწრაფად მიფრინავდეს, ამიტომ მისი მოძრაობა როგორც წესი არათანაბარია. **პასუხი: არ არის მართებული.**

2. რა მანძილს გაივლის 15 კმ/სთ სიჩქარით თანაბრად მოძრავი ველოსიპედისტი 4 საათში?

მოცემულია:	**ამოხსნა:**
v = 15 კმ/სთ t = 4 სთ _____ s = ?	განვლილი მანძილის გამოსათვლელად სიჩქარე უნდა გავამრავლოთ დროზე. $s = v \cdot t$ s = 15 კმ/სთ · 4 სთ = 60 კმ. **პასუხი: 60 კმ.**

3. რა დროში გაივლის მოთხილამურე 400 მ-ს, თუ ის 18 კმ/სთ სიჩქარით თანაბრად იმოძრავებს?

მოცემულია:	**ამოხსნა:**
s = 400 მ v = 18 კმ/სთ _____ t = ?	ჯერ სიჩქარე გადავიყვანოთ SI სისტემაში (მ/წმ). 18 კმ/სთ = 18 · 1000 მ / 3600 წმ = 5 მ/წმ. დროის საპოვნელად მანძილი გავყოთ სიჩქარეზე. $t = \frac{s}{v}$ t = 400 მ / 5 მ/წმ = 80 წმ. **პასუხი: 80 წამში.**

4. ცნობილია, რომ ავაზას დროის მცირე შუალედში შეუძლია 120 კმ/სთ სიჩქარით ირბინოს, შევარდენს დაშვებისას შეუძლია 100 მ/წმ სიჩქარე განავითაროს, ხოლო აფროსანი თევზი ყველაზე სწრაფად მოძრაობისას 1800 მ-ს გადის 1 წუთში. დაალაგეთ მათი სიჩქარეები ზრდადობის მიხედვით.

მოცემულია:	**ამოხსნა:**
$v_{ავაზა} = 120$ კმ/სთ $v_{შევარდენი} = 100$ მ/წმ $s_{თევზი} = 1800$ მ $t_{თევზი} = 1$ წთ = 60 წმ _____ სიჩქარეები ზრდადობით = ?	ყველა სიჩქარე გამოვსახოთ ერთსა და იმავე ერთეულში (მ/წმ). ავაზა: $v_1 = 120$ კმ/სთ = 120 · (1000/3600) მ/წმ ≈ 33,3 მ/წმ. შევარდენი: $v_2 = 100$ მ/წმ. თევზი: $v_3 = \frac{s}{t} = 1800$ მ / 60 წმ = 30 მ/წმ. შევადაროთ: 30 < 33,3 < 100. **პასუხი: 1800 მ/წთ, 120 კმ/სთ, 100 მ/წმ;**

5. სახლიდან სკოლამდე მანძილი ანამ თანაბარი მოძრაობით 10 წუთში გაიარა. რა დრო დასჭირდება მას სკოლიდან სახლში იმავე გზით დასაბრუნებლად, თუ 2-ჯერ ნაკლები სიჩქარით ივლის?

მოცემულია:

$t_1 = 10$ წთ
$s_1 = s_2 = s$
$v_2 = v_1 / 2$

———————

$t_2 = ?$

ამოხსნა:

ვინაიდან მანძილი (s) უცვლელია, დრო და სიჩქარე უკუპროპორციული სიდიდეებია. თუ სიჩქარე 2-ჯერ შემცირდება, იმავე მანძილის გავლას 2-ჯერ მეტი დრო დასჭირდება.

$$t_1 = \frac{s}{v_1}$$

$t_2 = \frac{s}{0{,}5v_1} = 2 \cdot t_1 = 2 \cdot 10$ წთ $= 20$ წთ.

პასუხი: 20 წუთი.

6. დამკვირვებლიდან რა მანძილზე მოხდა გაელვება, თუ ჭექა-ქუხილის ხმამ მასთან გაელვებიდან 10 წმ-ში მიაღწია? მიიჩნიეთ, რომ ბგერის გავრცელების სიჩქარე ჰაერში 340 მ/წმ-ია, ხოლო სინათლეს დამკვირვებელი გაელვებისთანავე ხედავს.

მოცემულია:

$t = 10$ წმ
$v_{ბგერა} = 340$ მ/წმ
სინათლის გავრცელების დრო ≈ 0

———————

$s = ?$

ამოხსნა:

რადგან სინათლის გავრცელების დრო უგულებელყოფილია, 10 წამი არის მხოლოდ ის დრო, რაც ბგერამ გაელვების ადგილიდან დამკვირვებლამდე მოსვლას მოანდომა.

$$s = v \cdot t$$

$s = 340$ მ/წმ $\cdot$ 10 წმ $= 3400$ მ $= 3{,}4$ კმ.

პასუხი: 3,4 კმ.

7. გზატკეცილზე განათების ბოძებს შორის მანძილი 32 მ-ია. ამ მანძილს თანაბრად მოძრავი ავტომობილი 4 წამში გადის. რა დროს მოანდომებს იგივე ავტომობილი გზატკეცილის 200 მ სიგრძის დაზიანებული უბნის გავლას, თუ ის სიჩქარეს 2-ჯერ შეამცირებს?

მოცემულია:

$s_1 = 32$ მ
$t_1 = 4$ წმ
$s_2 = 200$ მ
$v_2 = v_1 / 2$

———————

$t_2 = ?$

ამოხსნა:

ჯერ ვიპოვოთ ავტომობილის საწყისი სიჩქარე: $v_1 = \frac{s_1}{t_1} = 8$ მ/წმ.
დაზიანებულ უბანზე სიჩქარე იქნება: $v_2 = \frac{v_1}{2} = 4$ მ/წმ.
გამოვთვალოთ ახალი დრო:

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

$t_2 = \frac{s_2}{v_2} = 200$ მ $/ 4$ მ/წმ $= 50$ წმ.

პასუხი: 50 წამს.

8. გამოთვალეთ 300 მ სიგრძის თანაბრად მოძრავი მატარებლის სიჩქარე, თუ ის ბოძთან ჩავლას 15 წმ-ს ანდომებს.

მოცემულია:

$L = 300$ მ
$t = 15$ წმ

———————

$v = ?$

ამოხსნა:

უძრავ მცირე ზომის ობიექტთან (ბოძთან) ჩავლისას, მატარებლის მიერ გავლილი მანძილი საკუთარი სიგრძის (L) ტოლია. ე.ი. $s = L = 300$ მ.

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

$v = 300$ მ $/ 15$ წმ $= 20$ მ/წმ.

პასუხი: 20 მ/წმ (ან 72 კმ/სთ).

9. 240 მ სიგრძისა და 72 კმ/სთ სიჩქარით მოძრავი მატარებელი გვირაბის გავლას 40 წმ-ს ანდომებს. რა სიგრძისაა გვირაბი?

მოცემულია:	**ამოხსნა:**
L_1 = 240 მ v = 72 კმ/სთ = 20 მ/წმ t = 40 წმ _____	გვირაბის გავლისას, მატარებლის მიერ გავლილი სრული მანძილი უდრის გვირაბის სიგრძისა (L_2) და თავად მატარებლის სიგრძის (L_1) ჯამს. $s = L_1 + L_2$ სრული მანძილი s = v · t.
L_2= ?	s = 20 მ/წმ · 40 წმ = 800 მ. გვირაბის სიგრძე: L_2 = s - L_1 = 800მ - 240მ = 560 მ.
	პასუხი: 560 მ.

10. 210 მ სიგრძისა და 90 კმ/სთ სიჩქარით მოძრავმა მატარებელმა მეორე უძრავ მატარებელს 24 წმ-ში ჩაუარა. ამ მატარებლებიდან რომელია უფრო გრძელი და რამდენით?

მოცემულია:	**ამოხსნა:**
L_1 = 210 მ v = 90 კმ/სთ = 25 მ/წმ t = 24 წმ _____	უძრავი მატარებლის ჩავლისას გავლილი სრული მანძილი ორივე მატარებლის სიგრძეთა ჯამის ტოლია: s = L_1 + L_2. სრული მანძილი s = v · t = 25 მ/წმ · 24 წმ = 600 მ.
რომელია გრძელი და რამდენით? (ΔL)	მეორე მატარებლის სიგრძე: L_2 = s - L_1 = 600 - 210 = 390 მ. ვინაიდან 390 მ > 210 მ, მეორე (უძრავი) მატარებელი უფრო გრძელია. სიგრძეთა სხვაობა: ΔL = 390მ - 210მ = 180 მ.
	პასუხი: მეორე (უძრავი) მატარებელი უფრო გრძელია 180 მეტრით.

11. ლიფტი პირველი სართულიდან მეხუთეზე 10 წამში ადის. რა დრო დასჭირდება მას მეორე სართულიდან მეთექვსმეტეზე ასასვლელად, თუ მივიჩნევთ, რომ ლიფტი თანაბრად მოძრაობს?

მოცემულია:	**ამოხსნა:**
1 -> 5 სართული (4 შუალედი) = 10 წმ _____	პირველიდან მეხუთე სართულამდე ლიფტი გადის 5 - 1 = 4 სართულთაშორის შუალედს. ერთ შუალედს სჭირდება: 10 წმ / 4 = 2,5 წამი. მეორედან მეთექვსმეტე სართულამდე არის 16 - 2 = 14 სართულთაშორისი შუალედი.
2 -> 16 სართული = ? წმ	სრული დრო = 14 · 2,5 წმ = 35 წმ.
	პასუხი: 35 წამი.

12*. მოტოციკლი 120 კმ/სთ სიჩქარით თანაბრად მოძრაობდა. მან სიჩქარე შეცვალა და ახლა ერთი კილომეტრის გავლას 10 წმ-ით მეტს ანდომებს, ვიდრე სიჩქარის შეცვლამდე. განსაზღვრეთ მოტოციკლის სიჩქარე ცვლილების შემდეგ.

მოცემულია:

$v_1 = 120$ კმ/სთ
$s = 1$ კმ $= 1000$ მ
$t_2 = t_1 + 10$ წმ

$v_2 = ?$

ამოხსნა:

გამოვთვალოთ, რა დრო სჭირდებოდა 1 კმ-ის გავლას საწყისი სიჩქარით:
რადგან 120 კმ-ის გავლას ანდომებს 1 საათს ანუ 3600 წამს, ერთი კილომეტრის გავლას მოანდომებს: $t_1 = \frac{3600წმ}{120} = 30$წმ.
ახალი დრო იქნება 10 წამით მეტი: $t_2 = 30$წმ $+ 10$წმ $= 40$ წმ.
ახლა ვიპოვოთ ახალი სიჩქარე:

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

$v_2 = 1000$ მ / 40 წმ $= 25$ მ/წმ.
გადავიყვანოთ კმ/სთ-ში: $25 \cdot 3{,}6 = 90$ კმ/სთ.

პასუხი: 25 მ/წმ (ან 90 კმ/სთ).

13. მცხეთიდან ბორჯომამდე მანძილი დაახლოებით 120 კმ-ია. ამ ქალაქებიდან ერთმანეთის შესახვედრად გამოვიდა: მცხეთიდან მოტოციკლისტი, ბორჯომიდან კი – ველოსიპედისტი, რომლის სიჩქარე მოტოციკლისტისაზე 4-ჯერ ნაკლებია. იპოვეთ მცხეთიდან რა მანძილზე შეხვდებიან ისინი ერთმანეთს.

მოცემულია:

$s = 120$ კმ
$v_{ველ} = v$
$v_{მოტ} = 4v$

$s_მოტ = ?$

ამოხსნა:

ერთსა და იმავე დროში მოტოციკლისტის მიერ გავლილი მანძილი 4-ჯერ მეტია ველოსიპედისტის მიერ გავლილ მანძილზე. შესაბამისად მოტოციკლისტის მიერ გავლილი მანძილი მთლიანი მანძილის 4/5 ნაწილი იქნება.
სწორედ ეს მანძილი წარმოადგენს მცხეთიდან შეხვედრის ადგილამდე მანძილს:

$s_{მოტ} = \frac{4s}{5} = 96$ კმ.

პასუხი: 96 კილომეტრზე.

14. თანაბრად მოძრავი ავტომობილი 60 კმ-ს 120 წუთში გადის. რა მუდმივი სიჩქარით უნდა იმოძრაოს მან, რომ 2-ჯერ მეტი მანძილი 2-ჯერ ნაკლებ დროში გაიაროს?

მოცემულია:

$s_1 = 60$ კმ
$t_1 = 120$ წთ $= 2$ სთ
$s_2 = 2 \cdot s_1 = 120$ კმ
$t_2 = t_1 / 2 = 1$ სთ

$v_2 = ?$

ამოხსნა:

პირველ რიგში, ვიპოვოთ ახალი მანძილი და ახალი დრო, როგორც ეს პირობაშია მოცემული.
ახალი მანძილი: $s_2 = 2 \cdot 60$კმ $= 120$ კმ.
ახალი დრო: $t_2 = 2$ სთ $/ 2 = 1$ სთ.
ახალი სიჩქარე უდრის ახალი მანძილის შეფარდებას ახალ დროსთან:

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

$v_2 = 120$ კმ / 1 სთ $= 120$ კმ/სთ.

პასუხი: 120 კმ/სთ.

15*. ერთ მწკრივად მოწყობილი 40 მ სიგრძის ჯარისკაცთა კოლონა 4 მ/წმ სიჩქარით გარბის კედლისკენ. როდესაც ჯარისკაცი მიირბენს კედელთან, მას ხელს ადებს და შეუსვენებლად ბრუნდება უკან 5 მ/წმ სიჩქარით. რისი ტოლი იქნება ჯარისკაცთა კოლონის სიგრძე მას შემდეგ, რაც ყველა ჯარისკაცი უკან მობრუნდება?

მოცემულია:

$L_1 = 40$ მ
$v_1 = 4$ მ/წმ (კედლისკენ)
$v_2 = 5$ მ/წმ (კედლიდან უკან)

———————

$L_2 = ?$

ამოხსნა:

განვიხილოთ დროის ის მომენტი, როცა კოლონის პირველი ჯარისკაცი შეეხო კედელს. ამ მომენტიდან, ბოლო ჯარისკაცს, რომელიც 40 მეტრის დაშორებითაა, კედლამდე მისაღწევად სჭირდება დრო: $t = \frac{L_1}{v_1} = 10$ წამი.

სწორედ 10 წამის შემდეგ იქნება ყველა ჯარისკაცი მობრუნებული.
ამ 10 წამის განმავლობაში, პირველი ჯარისკაცი უკვე გამობრუნებულია და მიმართულებაშეცვლილი მირბის უკან 5 მ/წმ სიჩქარით. ის კედლიდან დაშორდება მანძილით: $L_2 = v_2 \cdot t = 50$ მ.
ვინაიდან ბოლო ჯარისკაცი სწორედ ახლა შეეხო კედელს, მანძილი პირველსა და ბოლო ჯარისკაცს შორის (ახალი კოლონის სიგრძე) იქნება 50 მეტრი.

პასუხი: 50 მეტრი.

პარაგრაფი №2.3 — არათანაბარი მოძრაობა. საშუალო სიჩქარე

აქტივობების მოკლე მიმოხილვა

№	გაკვეთილი/ეტაპი	აქტივობის დასახელება	აქტივობის მიზანი	სამიზნე ცნება/ცნებები და ინდიკატორები
1	მოტივაცია, წინარე ცოდნის გააქტიურება და ახალი ცოდნის აგება	როდის არის მოძრაობა არათანაბარი?	მოსწავლე შეძლებს ცხოვრებისეული სიტუაციების გაანალიზებით ამოიცნოს არათანაბარი მოძრაობა, აღწეროს სიჩქარის ცვლილება და გაიაზროს საშუალო სიჩქარის შემოტანის საჭიროება.	ფიზიკური პროცესი — არათანაბარი მოძრაობის თვისებრივი დახასიათება; მოძრაობათა შედარება მათი მახასიათებლების მიხედვით.
2	ახალი ცოდნის აგება, სისტემატიზაცია და გააზრება	რას გვიჩვენებს საშუალო სიჩქარე?	მოსწავლე შეძლებს საშუალო სიჩქარის ფიზიკური შინაარსის გააზრებას, ფორმულის $V_{საშ} = S_{სრული}/t_{სრული}$ მიღებასა და გამოყენებას, ასევე ამ ფორმულის მნიშვნელობის გარჩევას ცალკეული უბნების სიჩქარეებისგან.	ფიზიკური პროცესი — არათანაბარი მოძრაობის რაოდენობრივი დახასიათება; სრულ გზას, სრულ დროსა და საშუალო სიჩქარეს შორის კავშირის დადგენა.
3	ცოდნის გამოყენება, განმტკიცება და შეფასება	ორი ამოცანა საშუალო სიჩქარეზე	მოსწავლე შეძლებს მრავალეტაპიანი მოძრაობის მონაცემების სისტემატიზებას, სრული გზისა და სრული დროის გამოთვლას, საშუალო სიჩქარის განსაზღვრასა და მიღებული პასუხის ფიზიკური აზრის შეფასებას.	ფიზიკური პროცესი — საშუალო სიჩქარის ფორმულის გამოყენებით სიტუაციური და პრობლემაზე ორიენტირებული ამოცანების ამოხსნა.

სასწავლო შედეგები - მოსწავლე შეძლებს:

- განასხვავოს თანაბარი და არათანაბარი მოძრაობა ცხოვრებისეული მაგალითების საფუძველზე;
- აღწეროს, როგორ იცვლება სხეულის მოძრაობის სიჩქარე არათანაბარი მოძრაობის დროს;
- განმარტოს საშუალო სიჩქარე, როგორც მთელი გავლილი მანძილისა და მთელი მოძრაობის დროის შეფარდება;
- გამოიყენოს ფორმულა $V_{საშ} = S_{სრული}/t_{სრული}$;
- მრავალუბნიანი მოძრაობისთვის გამოთვალოს სრული გზა და სრული დრო;
- ერთეულები შეათანხმოს და მიღებული პასუხი შესაბამისი ერთეულით წარმოადგინოს;
- შეაფასოს, შეიძლება თუ არა საშუალო სიჩქარე რომელიმე უბნის სიჩქარეს ემთხვეოდეს და პასუხი დაასაბუთოს.

სტანდარტის შესაბამისი ინდიკატორები

- ფიზიკური მოვლენებისა და პროცესების თვისებრივი და რაოდენობრივი დახასიათება;
- ფიზიკურ მოვლენათა/პროცესთა შედარება მათი მახასიათებლების მიხედვით;
- ფიზიკური პროცესის გამომწვევი მიზეზებისა და შედეგების ერთმანეთთან დაკავშირება;
- ბუნების მოვლენების აღმწერი კანონების გამოყენებით შესაბამისი სიტუაციური, ცხოვრებისეული და პრობლემაზე ორიენტირებული ამოცანების ამოხსნა/გადაჭრა.

შეფასების კრიტერიუმები

მოსწავლე სწორად ამოიცნობს არათანაბარ მოძრაობას; განმარტავს საშუალო სიჩქარის ფიზიკურ შინაარსს; სწორად ადგენს სრულ გზასა და სრულ დროს; იყენებს ფორმულას $V_{საშ} = S_{სრული}/t_{სრული}$; ითვალისწინებს გაჩერების დროს, როდესაც ამოცანა მთლიან მგზავრობას ეხება; პასუხს უთითებს ერთეულით და ამოწმებს მის რეალურ მნიშვნელობას.

აქტივობა 1. როდის არის მოძრაობა არათანაბარი?

აქტივობის კომპონენტი	აღწერა
აქტივობის მიზანი	მოტივაცია, წინარე ცოდნის გააქტიურება და ახალი ცოდნის აგება — მოსწავლეებმა ცხოვრებისეულ მაგალითებზე მსჯელობით გაიაზრონ არათანაბარი მოძრაობის არსი და საშუალო სიჩქარის შემოტანის საჭიროება.
გამოყენებული სწავლების მიდგომა/მეთოდი	კონცეპტუალური სწავლება; დამაზუსტებელი კითხვა–პასუხი.
აქტივობის განხორციელება	მასწავლებელი აღწერს რამდენიმე ცხოვრებისეულ სიტუაციას: შუქნიშნებიან გზაზე მოძრავი ავტომობილი, მთიან გზაზე მიმავალი ავტობუსი, ველოსიპედისტი აღმართსა და დაღმართზე, ფეხბურთელი თამაშის დროს. მოსწავლეები განსაზღვრავენ, მოძრაობს თუ არა სხეული მთელ გზაზე ერთი და იმავე სიჩქარით. შემდეგ მასწავლებელი სვამს პრობლემურ კითხვას: „თუ სიჩქარე გზის სხვადასხვა უბანზე იცვლება, როგორ დავახასიათოთ მთელი მგზავრობა ერთი რიცხვით?“ მოსწავლეები სთავაზობენ იდეებს და მიდიან დასკვნამდე, რომ საჭიროა მთელი გზისა და მთელი დროის გათვალისწინება.
კითხვები მაგალითების განხილვისას	• რას ვუწოდებთ არათანაბარ მოძრაობას? • რა შეიძლება იცვლებოდეს სხეულის მოძრაობისას? • რა განსხვავებაა თანაბარ და არათანაბარ მოძრაობას შორის? გასავითარებელი უნარები: კრიტიკული აზროვნება; კომუნიკაცია.

კითხვები მოძრაობების შედარებისას	• რა ნიშნით დაადგინეთ, რომ ავტომობილის მოძრაობა არათანაბარია? • რა მონაცემები დაგჭირდება მთელი მგზავრობის დასახასიათებლად? • როგორ შევადარებდით ორ მოძრაობას, თუ ორივეგან სიჩქარე იცვლება? გასავითარებელი უნარები: კრიტიკული აზროვნება; არგუმენტირებული დასკვნის ჩამოყალიბება.
კითხვები ახალ და ცხოვრებისეულ სიტუაციებში	• შეიძლება თუ არა ავტობუსის მოძრაობა ერთ უბანზე თანაბარი იყოს, მთელ გზაზე კი არათანაბარი? რა შემთხვევაში? • ორი მძღოლი ერთსა და იმავე გზას გადის: ერთს გზაში ხანგრძლივი გაჩერება აქვს, მეორეს — არა. ვისი საშუალო სიჩქარე იქნება მეტი და რატომ? • მორბენალი პირველ ნახევარ გზას სწრაფად გადის, მეორე ნახევარს — ნელა. რატომ ვერ დავახასიათებთ მთელ მოძრაობას მხოლოდ პირველი მონაკვეთის სიჩქარით? • რომელი სიდიდით შეაფასებდით კურიერის მთელ სამუშაო დღეს, თუ ქალაქის სხვადასხვა უბანში განსხვავებული სიჩქარით მოძრაობდა და პერიოდულად ჩერდებოდა? გასავითარებელი უნარები: ცოდნის ახალ სიტუაციაში გამოყენება; არგუმენტირებული დასკვნის ჩამოყალიბება.
მასწავლებლის ხელშემწყობი როლი	მასწავლებელი არ აწვდის საშუალო სიჩქარის ფორმულას მზა სახით. იგი მოსწავლეებს სთხოვს გამოყონ მთელი გზა და მთელი დრო, შეადარონ სხვადასხვა შემთხვევები და თავად ჩამოაყალიბონ, რატომ არ არის საკმარისი მხოლოდ რომელიმე უბანზე სიჩქარის ცოდნა.
რესურსები	მოსწავლის წიგნის სურათები; პროექტორი ან ცხოვრებისეული სიტუაციების ბარათები; დაფა; ცხრილი „მონაკვეთი — მანძილი — დრო“.
შეფასება	ზეპირი განმავითარებელი შეფასება: არათანაბარი მოძრაობის სწორად ამოცნობა; განმასხვავებელი ნიშნის დასახელება; პასუხის ცხოვრებისეული მაგალითით დასაბუთება.
დიფერენცირება	მხარდაჭერის საჭიროების მქონე მოსწავლეებს ეძლევათ ორი დასურათებული მაგალითი და არჩევანი „თანაბარი/არათანაბარი“, შემდეგ კი ერთი დამხმარე კითხვა მიზეზის ასახსნელად. სტანდარტული მზაობის მოსწავლეები პასუხს დამოუკიდებლად ასაბუთებენ. მაღალი მზაობის მოსწავლეები ქმნიან მოძრაობის ისეთ მაგალითს, რომელშიც მოძრაობა რამდენიმე განსხვავებული სიჩქარის უბანსა და გაჩერებას მოიცავს.

შუალედური დასკვნა

არათანაბარი მოძრაობისას სხეული დროის ტოლ შუალედებში განსხვავებულ მანძილებს გადის, ამიტომ მისი სიჩქარე მოძრაობის განმავლობაში იცვლება. მთელი მოძრაობის ერთი რიცხვით დასახასიათებლად გამოიყენება საშუალო სიჩქარე.

აქტივობა 2. რას გვიჩვენებს საშუალო სიჩქარე?

აქტივობის კომპონენტი	აღწერა
აქტივობის მიზანი	ახალი ცოდნის აგება და გააზრება — მოსწავლეებმა კონკრეტული მოძრაობის მონაცემებით გაიაზრონ საშუალო სიჩქარის ფიზიკური შინაარსი და მიიღონ ფორმულა $V_{საშ} = S_{სრული}/t_{სრული}$.
გამოყენებული სწავლების მიდგომა/მეთოდი	პრობლემაზე დაფუძნებული სწავლება; ინტერაქტიული მინი-ლექცია.
საკვლევი კითხვა	როგორ გამოვთვალოთ ისეთი მოძრაობის საშუალო სიჩქარე, რომლის სხვადასხვა უბანზე სხეული განსხვავებული სიჩქარით მოძრაობს ან ჩერდება?

აქტივობის განხორციელება	მასწავლებელი სთავაზობს მაგალითს: მგზავრმა პირველი უბანი-20 კმ 30 წუთში გაიარა, მეორე უბანი-30 კმ 1 საათში. საშუალო სიჩქარის გასაგებად მოსწავლეები ჯერ ცდილობენ ორი სიჩქარის უბრალოდ გასაშუალოებას, შემდეგ ამოწმებენ, სწორია თუ არა ეს მიდგომა. მასწავლებლის კითხვებით ისინი ადგენენ სრულ გზას $S_{სრული} = S_1 + S_2$ და სრულ დროს $t_{სრული} = t_1 + t_2$, რის შემდეგაც მიიღება საშუალო სიჩქარის ფორმულა $V_{საშ} = S_{სრული}/t_{სრული}$. ხაზგასმულია, რომ საშუალო სიჩქარე არ არის მონაკვეთების სიჩქარეების უბრალო არითმეტიკული საშუალო, თუ მონაკვეთებზე მოძრაობის დრო ან მანძილი განსხვავებულია. საჭიროა გაჩერებების დროის გათვალისწინებაც, როდესაც ამოცანა მთელ მგზავრობას ეხება.
კითხვები ფორმულის შემოტანისას	• რას ნიშნავს სრული გზა? • რას ნიშნავს სრული დრო? • რას გვიჩვენებს საშუალო სიჩქარე? • რა ფორმულით გამოითვლება საშუალო სიჩქარე? გასავითარებელი უნარები: კრიტიკული აზროვნება; კომუნიკაცია.
კითხვები ფორმულის გამოყენებისას	• როგორ ვიპოვოთ მრავალუბნიანი მოძრაობის სრული გზა? • როგორ ვიპოვოთ სრული დრო? • უნდა ჩავრთოთ თუ არა გაჩერების დრო გამოთვლებში? რა შემთხვევაში? • რატომ არ შეიძლება უბნების სიჩქარეების უბრალოდ შეკრება და ორზე გაყოფა? გასავითარებელი უნარები: პრობლემის გადაჭრა; მონაცემების აღრიცხვა და გაანალიზება.
კითხვები ცოდნის ტრანსფერისას	• ტაქსის მძღოლი გზის ნაწილს ქალაქში ნელა, ნაწილს კი მაგისტრალზე სწრაფად გადის. რა მონაცემებია საჭირო მისი მთელი მგზავრობის საშუალო სიჩქარის განსაზღვრისთვის? • თუ მგზავრობისას 30 წუთით გავჩერდებით, როგორ იმოქმედებს ეს მთელი მგზავრობის საშუალო სიჩქარეზე? • შეიძლება თუ არა საშუალო სიჩქარე ყველაზე დიდი უბნის სიჩქარეზე მეტი იყოს? რატომ? • ორი მოძრაობის სრული გზა ერთნაირია, მაგრამ ერთს მეტი გაჩერება აქვს. რომელი მოძრაობის საშუალო სიჩქარე იქნება ნაკლები? ყოველთვის ასე იქნება? გასავითარებელი უნარები: ცოდნის ახალ სიტუაციაში გამოყენება; პრობლემის გადაჭრა.
მასწავლებლის ხელშემწყობი როლი	მასწავლებელი მოსწავლეებს ფორმულის თითოეულ წევრს რეალურ მოძრაობასთან აკავშირებინებს. შეცდომის შემთხვევაში არ ასახელებს სწორ მოქმედებას, არამედ სვამს კითხვებს: „ყველა უბნის გზა გაითვალისწინეთ?“, „გაჩერება სრულ დროში შედის?“, „ეს პასუხი მოძრაობის მაქსიმალურ სიჩქარეს ხომ არ აჭარბებს?“
რესურსები	დაფა ან პროექტორი; მონაკვეთების მონაცემების ბარათები; ცხრილი S_1, S_2, … და t_1, t_2, …; კალკულატორი მხოლოდ შემოწმებისთვის.
შეფასება	მოკლე კონცეპტუალური შემოწმება: მოსწავლე ასახელებს სრული გზისა და სრული დროის გამოთვლის წესს, წერს საშუალო სიჩქარის ფორმულას და განმარტავს, რატომ არ არის უბნების სიჩქარეების საშუალო არითმეტიკული ყოველთვის საშუალო სიჩქარის ტოლი.
დიფერენცირება	მხარდაჭერის საჭიროების მქონე მოსწავლეებს ეძლევათ ნაწილობრივ შევსებული სქემა: $S_{სრული}$ = ___ + ___; $t_{სრული}$ = ___ + ___; $V_{საშ}$ = ___/___ . სტანდარტული მზაობის მოსწავლეები ფორმულას დამოუკიდებლად იყენებენ. მაღალი მზაობის მოსწავლეები მოიფიქრებენ ორ სხვადასხვა მოძრაობას, რომლებსაც ერთნაირი საშუალო სიჩქარე აქვს.

მართებული დასკვნა

არათანაბარი მოძრაობის საშუალო სიჩქარე ტოლია მთელი გავლილი მანძილის შეფარდებისა მთელი მოძრაობის დროსთან: $V_{საშ} = S_{სრული}/t_{სრული}$. მრავალუბნიანი მოძრაობისას ჯერ ვპოულობთ ყველა უბნის გზების ჯამსა და დროების ჯამს.

აქტივობა 3. საკლასო აქტივობის ორი ამოცანის ამოხსნა

აქტივობის კომპონენტი	აღწერა
აქტივობის მიზანი	ცოდნის გამოყენება, განმტკიცება და შეფასება — მოსწავლეებმა საშუალო სიჩქარის ფორმულა გამოიყენონ მრავალუბნიან და გაჩერებების შემცველ ცხოვრებისეულ შემთხვევებში.
გამოყენებული სწავლების მიდგომა/მეთოდი	პრობლემაზე დაფუძნებული სწავლება; თანამშრომლობითი სწავლება.
აქტივობის განხორციელება	მოსწავლეები მუშაობენ წყვილებში. თითოეულ ამოცანაზე ასრულებენ ერთსა და იმავე ალგორითმს: 1) გამოყოფენ მოძრაობის უბნებს; 2) წერენ თითოეული უბნის გზის სიგრძესა და მოძრაობის დროს; 3) საჭიროების შემთხვევაში ითვლიან უცნობ უბანზე დროს; 4) პოულობენ სრულ გზასა და სრულ დროს; 5) იყენებენ ფორმულას $V_{საშ} = S_{სრული}/t_{სრული}$; 6) პასუხს უთითებენ ერთეულით და ამოწმებენ მის რეალურობას. მეორე ამოცანაში ცალკე განიხილება, რომ თბილისიდან ფოთამდე მთლიანი მგზავრობის დრო მოიცავს ორ გაჩერებასაც.
ამოცანა 1	მთამსვლელთა ჯგუფმა გზის საწყისი 25 კმ 5 საათში გაიარა, მომდევნო 11-კილომეტრიანი უბანი კი — 3 საათში. იპოვეთ მთამსვლელთა საშუალო სიჩქარე მთელ გზაზე.
ამოცანა 2	თბილისის ავტოსადგურიდან გასულმა ავტობუსმა 1,5 საათში 80 კმ მანძილი გაიარა და გორის ავტოსადგურში შევიდა. 15-წუთიანი შესვენების შემდეგ მან მოძრაობა გააგრძელა და ქუთაისამდე 150 კმ მანძილი 50 კმ/სთ სიჩქარით დაფარა. მას შემდეგ, რაც ქუთაისში 45 წუთი შეისვენა, ფოთამდე 100 კმ მანძილის გავლას 75 წუთი მოანდომა. გამოთვალეთ ავტობუსის მოძრაობის საშუალო სიჩქარე: ა) თბილისიდან გორამდე; ბ) ქუთაისიდან ფოთამდე; გ) თბილისიდან ფოთამდე.
კითხვები ამოცანის პირობის წაკითხვისას	• რამდენ ნაწილად იყოფა მოძრაობა? • რომელი უბნის გზა და დროა მოცემული? • რომელ უბანზე არის მოცემული სიჩქარე და რომელი დრო უნდა გამოვთვალოთ? გასავითარებელი უნარები: კრიტიკული აზროვნება; კომუნიკაცია.
კითხვები ამოცანის ამოხსნისას	• როგორ ვიპოვოთ სრული გზა? • როგორ გადავიყვანოთ 15 წუთი და 45 წუთი საათებში? • როგორ ვიპოვოთ ქუთაისამდე მოძრაობის დრო, თუ გზის სიგრძე და სიჩქარე ვიცით? • რატომ შედის გაჩერებები თბილისიდან ფოთამდე მთლიანი მგზავრობის დროში? გასავითარებელი უნარები: პრობლემის გადაჭრა; მონაცემების აღრიცხვა და გაანალიზება.
კითხვები შედეგის გააზრებისას	• რატომ არის თბილისიდან ფოთამდე საშუალო სიჩქარე ნაკლები ზოგიერთი უბნის სიჩქარეზე? • როგორ შეიცვლებოდა მთელი მგზავრობის საშუალო სიჩქარე, ქუთაისში შესვენება რომ არ ყოფილიყო? • რომელი ცვლილება გაზრდიდა საშუალო სიჩქარეს უფრო მეტად — გზის შემცირება თუ გაჩერების დროის შემცირება? ახსენით მოცემული მაგალითის მიხედვით. • თუ მგზავრს აინტერესებს მხოლოდ ავტომობილის მოძრაობის დრო და არა მთელი მგზავრობის ხანგრძლივობა, როგორ შეიცვლებოდა გამოთვლა? გასავითარებელი უნარები: ცოდნის ახალ სიტუაციაში გამოყენება; არგუმენტირებული დასკვნის ჩამოყალიბება.

მასწავლებლის ხელშემწყობი როლი	მასწავლებელი მოსწავლეებს სთხოვს მოძრაობის ყველა უბნის მონაცემების ცხრილში შეტანას. განსხვავებული პასუხების შემთხვევაში ჯგუფები ადარებენ, გაითვალისწინეს თუ არა სრული გზა, ყველა მოძრაობის დრო და გაჩერებები. მასწავლებელი ყურადღებას ამახვილებს, რომ საშუალო სიჩქარე ყოველთვის უნდა შეესაბამებოდეს ამოცანაში განსაზღვრულ დროის ინტერვალს.
რესურსები	მოსწავლის წიგნის საკლასო აქტივობა; სამუშაო ფურცელი უბნების ცხრილით; დაფა; კალკულატორი შემოწმებისთვის.
შეფასება	სამუშაო ფურცელი ფასდება კრიტერიუმებით: უბნების სწორად გამოყოფა; სრული გზისა და სრული დროის გამოთვლა; დროის ერთეულების გარდაქმნა; ფორმულის სწორად გამოყენება; პასუხის ერთეულით წარმოდგენა; შედეგის ფიზიკური გააზრება.
დიფერენცირება	მხარდაჭერის საჭიროების მქონე მოსწავლეებს ეძლევათ წინასწარ სტრუქტურირებული ცხრილი სვეტებით „მონაკვეთი — გზა — დრო — შესვენება“. სტანდარტული მზაობის მოსწავლეები ცხრილს დამოუკიდებლად ავსებენ. მაღალი მზაობის მოსწავლეები დამატებით ითვლიან თბილისიდან ფოთამდე საშუალო სიჩქარეს მხოლოდ მოძრაობის დროის გათვალისწინებით და ადარებენ მთლიან მგზავრობას.

მინი აქტივობა განმავითარებელი შეფასებისთვის

განმავითარებელი შეფასება — „იპოვე შეცდომა“

მოსწავლეებს ეძლევათ მცდარი მტკიცება: „საშუალო სიჩქარის საპოვნელად უბნების სიჩქარეები უნდა შევკრიბოთ და მათ რაოდენობაზე გავყოთ.“ მოსწავლე ინდივიდუალურად: 1) ასახელებს შეცდომას; 2) წერს სწორ წესსა და ფორმულას; 3) მოჰყავს ერთი მაგალითი, როცა სიჩქარეების არითმეტიკული საშუალო მცდარ შედეგს მოგვცემს.

მასწავლებლის ინსტრუქცია

ყურადღება გაამახვილეთ, რომ საშუალო სიჩქარე გამოითვლება მთელი გზისა და მთელი დროის მიხედვით. თუ ამოცანა მთელ მოძრაობას აღწერს, გაჩერების დრო სრული დროის ნაწილია. პასუხი არ ჩაითვალოს დასრულებულად ფორმულის, ერთეულებისა და გამოთვლის ნაბიჯების გარეშე.

საკლასო აქტივობის ამოცანების ამოხსნები

ამოცანა 1

პირობა: მთამსვლელთა ჯგუფმა გზის საწყისი 25 კმ 5 საათში გაიარა, მომდევნო 11-კილომეტრიანი უბანი კი — 3 საათში. იპოვეთ მთამსვლელთა საშუალო სიჩქარე მთელ გზაზე.

- ნაბიჯი 1 — მოცემულობა: $S_1 = 25$ კმ; $t_1 = 5$ სთ; $S_2 = 11$ კმ; $t_2 = 3$ სთ.
- ნაბიჯი 2 — სრული გზა: $S_{\text{სრული}} = S_1 + S_2 = 25$ კმ + 11 კმ = 36 კმ.
- ნაბიჯი 3 — სრული დრო: $t_{\text{სრული}} = t_1 + t_2 = 5$ სთ + 3 სთ = 8 სთ.
- ნაბიჯი 4 — ფორმულა: $V_{\text{საშ}} = S_{\text{სრული}}/t_{\text{სრული}}$.
- ნაბიჯი 5 — გამოთვლა: $V_{\text{საშ}} = 36$ კმ / 8 სთ = 4,5 კმ/სთ.
- პასუხი: მთამსვლელთა საშუალო სიჩქარე მთელ გზაზე 4,5 კმ/სთ-ია.

ამოცანა 2

პირობა: თბილისის ავტოსადგურიდან გასულმა ავტობუსმა 1,5 საათში 80 კმ მანძილი გაიარა და გორის ავტოსადგურში შევიდა. 15-წუთიანი შესვენების შემდეგ მან მოძრაობა გააგრძელა და ქუთაისამდე 150 კმ მანძილი 50 კმ/სთ სიჩქარით დაფარა. მას შემდეგ, რაც ქუთაისში 45 წუთი შეისვენა, ფოთამდე 100 კმ მანძილის გავლას 75 წუთი მოანდომა. გამოთვალეთ ავტობუსის მოძრაობის საშუალო სიჩქარე: ა) თბილისიდან გორამდე; ბ) ქუთაისიდან ფოთამდე; გ) თბილისიდან ფოთამდე.

- ა) თბილისი–გორი: S = 80 კმ; t = 1,5 სთ. $V_{საშ}$ = 80/1,5 = 53,3 კმ/სთ.
- ბ) ქუთაისი–ფოთი: 75 წთ = 75/60 სთ = 1,25 სთ. $V_{საშ}$ = 100/1,25 = 80 კმ/სთ.
- გ) თბილისი–ფოთი — ნაბიჯი 1: ქუთაისამდე მეორე უბნის დრო: $t_2 = S_2/V_2$ = 150 კმ / 50 კმ/სთ = 3 სთ.
- გ) ნაბიჯი 2: შესვენებების დრო: 15 წთ = 0,25 სთ; 45 წთ = 0,75 სთ.
- გ) ნაბიჯი 3: სრული გზა: $S_{სრული}$ = 80 + 150 + 100 = 330 კმ.
- გ) ნაბიჯი 4: სრული დრო: $t_{სრული}$ = 1,5 + 0,25 + 3 + 0,75 + 1,25 = 6,75 სთ.
- გ) ნაბიჯი 5: საშუალო სიჩქარე: $V_{საშ}$ = 330/6,75 ≈ 48,9 კმ/სთ.
- პასუხი: ა) დაახლოებით 53,3 კმ/სთ; ბ) 80 კმ/სთ; გ) დაახლოებით 48,9 კმ/სთ.

მოსწავლის წიგნში მოცემული კითხვების პასუხები:

1. სხეულის მოძრაობის საშუალო სიჩქარე ტრაექტორიის კონკრეტული უბნისთვისაა გამოთვლილი. თუ მის მნიშვნელობას სხვა უბანის სიგრძის გამოსათვლელად გამოვიყენებთ, სიგრძის ზუსტ მნიშვნელობას ვერ ვიპოვით;
2. მოძრაობის საშუალო სიჩქარის ცოდნა გვეხმარება მიახლოებით ვივარაუდოთ რა დრო იქნება საჭირო გზის სხვა უბნის გასავლელად;
3. თუ გზის გარკვეულ უბანზე საშუალო სიჩქარე ამ უბნის დასაშვებ სიჩქარეზე უფრო დიდი აღმოჩნდა, ეს ნიშნავს, რომ მძღოლმა ამ უბნის ცალკეულ მონაკვეთებზე დასაშვებზე მეტი სიჩქარით იმოძრავა. წინააღმდეგ შემთხვევაში საშუალო სიჩქარე დასაშვებზე მეტი ვერ იქნება;
4. სურ.2.2.7-ის მიხედვით ავტომობილის მყისი სიჩქარე დაახლოებით 72 კმ/სთ-ია.

საშინაო აქტივობის პასუხები/ამოხსნები:

1. ბათუმის მატარებელმა 350 კმ სიგრძის გზა 5 საათში გაიარა. მართებულია თუ არა იმის მტკიცება, რომ მატარებელი თანაბრად, 70 კმ/სთ სიჩქარით მოძრაობდა? პასუხი დაასაბუთეთ.

მოცემულია:

s = 350 კმ
t = 5 სთ

_____

თანაბრად მოძრაობდა?

ამოხსნა:

350 კმ-ის 5 საათზე გაყოფით ვიღებთ 70 კმ/სთ-ს, რაც არის მატარებლის საშუალო სიჩქარე. რეალურ მოძრაობაში მატარებელი ჩერდება სადგურებში, იწყებს მოძრაობას აჩქარებით ან ამუხრუჭებს, შესაბამისად, ის მუდმივად ერთი და იმავე (70 კმ/სთ) სიჩქარით არ მოძრაობს. მისი მოძრაობა არათანაბარია.

პასუხი: არა, არ არის მართებული, 70 კმ/სთ არის მხოლოდ საშუალო სიჩქარე.

2. ავტომაგისტრალის 27 კმ-იან მონაკვეთზე საშუალო სიჩქარე 90 კმ/სთ-ს არ უნდა აღემატებოდეს. რა მინიმალურ დროში უნდა დაფაროს ავტომობილმა გზის ეს მონაკვეთი, რომ მისმა საშუალო სიჩქარემ დასაშვებ ზღვარს არ გადააჭარბოს?

მოცემულია:

s = 27 კმ
$v_{მაქს}$ = 90 კმ/სთ

_____

$t_{მინ}$ = ?

ამოხსნა:

რაც უფრო მცირეა დრო მოცემული მანძილის გასავლელად, მით მეტია საშუალო სიჩქარე. ამიტომ, ზღვრული (მინიმალური) დრო შეესაბამება ზღვრულ (მაქსიმალურ) დაშვებულ სიჩქარეს (90 კმ/სთ). გამოვთვალოთ ეს დრო:

$t = \frac{s}{v_{მაქს}}$ = 27 კმ / 90 კმ/სთ = 0,3 სთ.

გადავიყვანოთ წუთებში: 0,3 · 60წთ = 18 წუთი.

პასუხი: 18 წუთში (ან 0,3 საათში).

3. რა მანძილზე გადაფრინდნენ იხვები 2 დღე-ღამეში, თუ ამ დროის განმავლობაში მათი საშუალო სიჩქარე 50 კმ/სთ-ის ტოლი იყო?

მოცემულია:

t = 2 დღე-ღამე = 48 სთ
$v_{საშ}$ = 50 კმ/სთ

———————

s = ?

ამოხსნა:

მანძილის გამოსათვლელად საშუალო სიჩქარე უნდა გავამრავლოთ მოძრაობის სრულ დროზე.

$s = v_{საშ} \cdot t$ = 50 კმ/სთ · 48 სთ = 2400 კმ.

პასუხი: 2400 კმ.

4. კალიების გუნდმა მიგრაციისას 5 დღეში 600 კმ დაფარა. რა საშუალო სიჩქარით იმოძრავა კალიების გუნდმა ამ დროის განმავლობაში?

მოცემულია:

t = 5 დღე = 120 სთ
s = 600 კმ

———————

$v_{საშ}$ = ?

ამოხსნა:

საშუალო სიჩქარე უდრის გავლილი სრული მანძილის შეფარდებას სრულ დროსთან. შეგვიძლია გამოვთვალოთ როგორც კმ/დღე, ისე კმ/სთ ერთეულებში.

$$v_{საშ} = \frac{s}{t}$$

$v_{საშ}$ = 600 კმ / 120 სთ = 5 კმ/სთ.

პასუხი: 5 კმ/სთ

5. სკოლაში გაკვეთილები 8:30 სთ-ზე იწყება. რომელ საათზე უნდა გამოვიდეს გიორგი სახლიდან, რომ სკოლაში ზუსტად სწავლის დაწყებისას მივიდეს, თუ სახლიდან სკოლამდე გასავლელი მანძილი 480 მ-ია და ის ამ მანძილს 0.5 მ/წმ საშუალო სიჩქარით გადის?

მოცემულია:

დაწყების დრო = 8:30
s = 480 მ
v = 0,5 მ/წმ

———————

გამოსვლის დრო = ?

ამოხსნა:

გამოვთვალოთ რა დრო სჭირდება გიორგის გზაში:
$t = \frac{s}{v}$ = 480 მ / 0,5 მ/წმ = 960 წმ.
გადავიყვანოთ წუთებში: 960წმ / 60 = 16 წუთი.
რადგან სკოლაში 8:30-ზე უნდა იყოს, სახლიდან უნდა გამოვიდეს 16 წუთით ადრე: 8:30 - 0:16 = 8:14.

პასუხი: 8:14 საათზე.

6. ავტომობილმა გასავლელი გზის საწყისი 220 კმ 4 საათში გაიარა, შემდეგი 180 კმ-იანი გზა კი – 6 საათში. იპოვეთ ავტომობილის საშუალო სიჩქარე მთელ გზაზე.

მოცემულია:

s_1 = 220 კმ,
t_1 = 4 სთ
s_2 = 180 კმ,
t_2 = 6 სთ

———————

$v_{საშ}$ = ?

ამოხსნა:

საშუალო სიჩქარის საპოვნელად ვკრებთ ორივე მონაკვეთის მანძილებს და ვყოფთ დახარჯული დროების ჯამზე.

$$v_{საშ} = \frac{s_1 + s_2}{t_1 + t_2}$$

$s_{სრ}$ = 220კმ + 180კმ = 400 კმ.
$t_{სრ}$ = 4სთ + 6სთ = 10 სთ.
$v_{საშ}$ = 40 კმ/სთ.

პასუხი: 40 კმ/სთ.

7. ავტომობილმა გასავლელი გზის საწყისი 120 კმ 3 საათში გაიარა, ხოლო მომდევნო 60 კმ თანაბრად, 30 კმ/სთ სიჩქარით დაფარა. გამოთვალეთ ავტომობილის საშუალო სიჩქარე მთელ გზაზე.

მოცემულია:

$s_1 = 120$ კმ

$t_1 = 3$ სთ

$s_2 = 60$ კმ

$v_2 = 30$ კმ/სთ

———————

$v_{საშ} = ?$

ამოხსნა:

ჯერ ვიპოვოთ რა დრო დახარჯა ავტომობილმა გზის მეორე მონაკვეთზე: $t_2 = \frac{s_2}{t_2} = 2$ სთ.

ახლა ვიპოვოთ სრული მანძილი და სრული დრო:

$$v_{საშ} = \frac{s_1 + s_2}{t_1 + t_2}$$

$s_{სრ} = s_1 + s_2 = 180$ კმ.

$t_{სრ} = t_1 + t_2 = 5$ სთ.

$v_{საშ} = 36$ კმ/სთ.

პასუხი: 36 კმ/სთ.

8. ველოსიპედისტი 15 წუთის განმავლობაში მოძრაობდა 20 კმ/სთ სიჩქარით, მომდევნო 45 წუთი კი – 12 კმ/სთ-ით. გამოთვალეთ ველოსიპედისტის საშუალო სიჩქარე ამ 1 საათის განმავლობაში.

მოცემულია:

$t_1 = 15$ წთ $= 0{,}25$ სთ

$v_1 = 20$ კმ/სთ

$t_2 = 45$ წთ $= 0{,}75$ სთ

$v_2 = 12$ კმ/სთ

———————

$v_{საშ} = ?$

ამოხსნა:

გამოვთვალოთ თითოეულ დროის შუალედში გავლილი მანძილი: $s = v \cdot t$.

$s_1 = 20$კმ/სთ $\cdot$ 0,25სთ $= 5$ კმ.

$s_2 = 12$კმ/სთ $\cdot$ 0,75სთ $= 9$ კმ.

სრული მანძილი $s_{სრ} = 14$ კმ.

სრული დრო $t_{სრ} = 1$ საათი.

$v_{საშ} = \frac{s_{სრ}}{t_{სრ}} = 14$ კმ / 1 სთ $= 14$ კმ/სთ.

პასუხი: 14 კმ/სთ.

9. სხეულმა მოძრაობის დროის საწყის 10 წამში 200 მ გაიარა, მომდევნო 20 წამი ის უძრავი იყო, ხოლო შემდეგი 20 წმ-ის განმავლობაში 15 მ/წმ სიჩქარით თანაბრად მოძრაობდა. დაადგინეთ სხეულის საშუალო სიჩქარე ამ 50 წამის განმავლობაში.

მოცემულია:

$t_1 = 10$ წმ

$s_1 = 200$ მ

$t_2 = 20$ წმ

$s_2 = 0$ (უძრავია)

$t_3 = 20$ წმ

$v_3 = 15$ მ/წმ

———————

$v_{საშ} = ?$

ამოხსნა:

ვიპოვოთ მესამე მონაკვეთზე გავლილი მანძილი:

$s_3 = v_3 \cdot t_3 = 300$ მ.

სრული მანძილი $s_{სრ} = s_1 + s_2 + s_3 = 500$ მ.

სრული დრო $t_{სრ} = t_1 + t_2 + t_3 = 50$ წმ.

$$v_{საშ} = \frac{s_{სრ}}{t_{სრ}}$$

$v_{საშ} = 500$ მ / 50 წმ $= 10$ მ/წმ.

პასუხი: 10 მ/წმ.

10. ტურისტთა ჯგუფმა ლაშქრობის საწყისი ორი საათის განმავლობაში 7 კმ/სთ საშუალო სიჩქარით იარა, შემდეგი ორი საათის განმავლობაში კი – 5 კმ/სთ საშუალო სიჩქარით. გამოთვალეთ ტურისტების საშუალო სიჩქარე ამ ოთხი საათის განმავლობაში.

მოცემულია:

$t_1 = 2$ სთ

$v_1 = 7$ კმ/სთ

$t_2 = 2$ სთ

$v_2 = 5$ კმ/სთ

———————

$v_{საშ} = ?$

ამოხსნა:

ვიპოვოთ ცალ-ცალკე გავლილი მანძილები:

$s_1 = v_1 \cdot t_1 = 14$ კმ.

$s_2 = v_2 \cdot t_2 = 10$ კმ.

სრული მანძილი $s_{სრ} = 14$კმ + 10კმ = 24 კმ.

სრული დრო $t_{სრ} = 4$ სთ.

$$v_{საშ} = \frac{s_{სრ}}{t_{სრ}}$$

$v_{საშ} = 24$ კმ / 4 სთ = 6 კმ/სთ.

პასუხი: 6 კმ/სთ.

11*. კატარღამ მტკვარზე გარკვეული t დროის განმავლობაში 10 მ/წმ საშუალო სიჩქარით იარა. რა საშუალო სიჩქარით იმოძრავა მან მომდევნო t დროის განმავლობაში, თუ მთლიან 2t დროში კატარღის საშუალო სიჩქარე 12 მ/წმ-ის ტოლი იყო.

მოცემულია:

$t_1 = t$

$v_1 = 10$ მ/წმ

$t_2 = t$

$v_{საშ} = 12$ მ/წმ

———————

$v_2 = ?$

ამოხსნა:

ჩავწეროთ საშუალო სიჩქარის ფორმულა სრული გზისთვის. სრული დროა 2t (წმ). პირველ მონაკვეთზე მანძილია $s_1 = v_1 \cdot t = 10t$ (მ)

მეორეზე: $s_2 = v_2 \cdot t$ (მ)

საშუალო სიჩქარე: $v_{საშ} = \frac{s_1+s_2}{2t} = \frac{10t+v_2 t}{2t}$ (მ/წმ)

t-ზე შეკვეცით მივიღებთ:

12მ/წმ $= \frac{10+v_2}{2}$ (მ/წმ)

$v_2 = 14$ მ/წმ.

პასუხი: 14 მ/წმ.

12*. ავტომობილმა თელავიდან გურჯაანამდე გასავლელი გზის პირველი ნახევარი თანაბრად, 20 კმ/სთ სიჩქარით გაიარა. რა სიჩქარით იმოძრავა ავტომობილმა გზის მეორე ნახევარზე თანაბრად, თუ საშუალო სიჩქარე მთელ გზაზე 24 კმ/სთ-ის ტოლია?

მოცემულია:

$s_1 = s / 2$ (კმ)

$v_1 = 20$ კმ/სთ

$s_2 = s / 2$ (კმ)

$v_{საშ} = 24$ კმ/სთ

———————

$v_2 = ?$

ამოხსნა:

საშუალო სიჩქარის ფორმულა: $v_{საშ} = \frac{s}{t_1+t_2}$

სადაც $t_1 = \frac{s_1}{t_1} = \frac{s}{40}$ (სთ), ხოლო $t_2 = \frac{s_2}{v_2} = \frac{s}{2v_2}$ (სთ)

ჩავსვათ დროის გამოსახულებები საწყის ფორმულაში და შევკვეცოთ s-ზე. მივიღებთ:

$v_{საშ} = \frac{1}{\frac{1}{40}+\frac{1}{2v_2}}$; $\frac{1}{40} + \frac{1}{2v_2} = \frac{1}{24}$; $\frac{1}{2v_2} = \frac{1}{24} - \frac{1}{40} = \frac{1}{60}$

$2v_2 = 60$ კმ/სთ, საიდანაც $v_2 = 30$ კმ/სთ.

პასუხი: 30 კმ/სთ.

13*. ავტომობილმა ზუგდიდიდან მესტიამდე გასავლელი მანძილის პირველი ნახევარი 60 კმ/სთ სიჩქარით გაიარა. გზის მეორე ნახევრის გასავლელად საჭირო დროის ნახევარი თანაბრად 50 კმ/სთ სიჩქარით იმოძრავა, გზის ბოლო მონაკვეთი კი – 30 კმ/სთ სიჩქარით. იპოვეთ ავტომობილის საშუალო სიჩქარე მთელ გზაზე.

მოცემულია:

$s_1 = s / 2$,

$v_1 = 60$ კმ/სთ

$s_2 = s / 2$, რომელიც გაიარა ორ ტოლ დროში:

$t_2/2$ (50 კმ/სთ) და $t_2/2$ (30 კმ/სთ)

———————

$v_{საშ} = ?$

ამოხსნა:

თავდაპირველად ვიპოვოთ საშუალო სიჩქარე გზის მეორე ნახევარზე, რადგან ამ უბანზე დროის ტოლი შუალედებით მოძრაობდა 50 კმ/სთ და 30 კმ/სთ სიჩქარეებით საშუალო სიჩქარე მოცემულ უბანზე იქნება $v_2 = \frac{50+30}{2}$ კმ/სთ = 40 კმ/სთ, ხოლო როცა მანძილი გაყოფილია ორ ტოლ ნაწილად, რომელებსაც გადის v_1 და v_2 საშუალო სიჩქარეებით. ამ უბანზე მიღებული საშუალო სიჩქარე შეგვიძლია გამოვთვალოთ $v_{საშ} = \frac{2v_1v_2}{v_1+v_2}$ გამოსახულებით.

$v_{საშ} = \frac{2 \cdot 60 \cdot 40}{60+40}$ კმ/სთ=48 კმ/სთ

პასუხი: 48 კმ/სთ.

14*. მატარებელი მთელი დროის 1/3-ის განმავლობაში მოძრაობდა თანაბრად, 60 კმ/სთ სიჩქარით, დანარჩენი დრო კი – 90 კმ/სთ-ით. იპოვეთ მატარებლის საშუალო სიჩქარე მთელ დროში.

მოცემულია:

$t_1 = t / 3$

$v_1 = 60$ კმ/სთ

$t_2 = 2t / 3$

$v_2 = 90$ კმ/სთ

———————

$v_{საშ} = ?$

ამოხსნა:

გამოვთვალოთ გავლილი მანძილები მთლიანი t დროის მეშვეობით:

$s_1 = v_1 \cdot t_1 = 20t$.

$s_2 = v_2 \cdot t_2 = 60t$.

სრული მანძილი: $s_{სრ} = 20t + 60t = 80t$.

$v_{საშ} = \frac{s_{სრ}}{t_{სრ}} = \frac{80t}{t}$ კმ/სთ.

პასუხი: 80 კმ/სთ.

15*. ტურისტმა მთელი გზის 1/4 ნაწილი 5 კმ/სთ სიჩქარით ფეხით გაიარა. შემდეგ, მთელი გზის 1/2 ნაწილი, 60 კმ/სთ სიჩქარით, კატერით იარა, ხოლო გზის ბოლო 1/4 ნაწილი კვლავ ფეხით – 6 კმ/სთ სიჩქარით გაიარა. იპოვეთ ტურისტის საშუალო სიჩქარე მთელ გზაზე.

მოცემულია:

$s_1 = s / 4$

$v_1 = 5$ კმ/სთ

$s_2 = s / 2$

$v_2 = 60$ კმ/სთ

$s_3 = s / 4$

$v_3 = 6$ კმ/სთ

———————

$v_{საშ} = ?$

ამოხსნა:

ვიპოვოთ თითოეულ მონაკვეთზე დახარჯული დრო (s-ის მეშვეობით):

$t_1 = \frac{s_1}{v_1} = \frac{s}{20}$.

$t_2 = \frac{s_1}{v_1} = \frac{s}{120}$.

$t_3 = \frac{s_1}{v_1} = \frac{s}{24}$.

სრული დრო: $t_{სრ} = t_1 + t_2 + t_3$.

$t_{სრ} = \frac{s}{10}$.

$v_{საშ} = \frac{s_{სრ}}{t_{სრ}} = \frac{s}{\frac{s}{10}}$ კმ/სთ

პასუხი: 10 კმ/სთ.

პარაგრაფი №2.4 — მოძრაობის ფარდობითობა

აქტივობების მოკლე მიმოხილვა

№	გაკვეთილი/ეტაპი	აქტივობის დასახელება	აქტივობის მიზანი	სამიზნე ცნება/ცნებები და ინდიკატორები
1	მოტივაცია, წინარე ცოდნის გააქტიურება და ახალი ცოდნის აგება	ვის მიმართ მოძრაობს სხეული?	მოსწავლე შეძლებს ცხოვრებისეული მაგალითების საფუძველზე გააცნობიეროს მოძრაობისა და სიჩქარის ფარდობითობა, სწორად შეარჩიოს ათვლის სხეული და ერთი და იმავე სხეულის მოძრაობა სხვადასხვა დამკვირვებლის მიმართ აღწეროს.	ფიზიკური პროცესი — მოძრაობის ფარდობითობის თვისებრივი დახასიათება; სხეულის მოძრაობის აღწერა არჩეული ათვლის სხეულის მიმართ.
2	ახალი ცოდნის აგება, სისტემატიზაცია და გააზრება	როგორ ვპოულობთ ფარდობით სიჩქარეს?	მოსწავლე შეძლებს ერთ წრფეზე ერთი მიმართულებით და საპირისპირო მიმართულებით მოძრავი სხეულებისთვის ფარდობითი სიჩქარის გამოთვლის წესების გააზრებასა და გამოყენებას.	ფიზიკური პროცესი — ფარდობითი მოძრაობის რაოდენობრივი დახასიათება; სიჩქარეთა შეკრებისა და გამოკლების წესების გამოყენება.
3	ცოდნის გამოყენება, განმტკიცება და შეფასება	ორი ამოცანა ფარდობით მოძრაობაზე	მოსწავლე შეძლებს მოძრაობის მიმართულებებისა და ათვლის სხეულის სწორად განსაზღვრას, ფარდობითი სიჩქარის გამოთვლას და მიღებული შედეგის ცხოვრებისეულ კონტექსტში განმარტებას.	ფიზიკური პროცესი — ფარდობითი სიჩქარის გამოყენებით სიტუაციური და პრობლემაზე ორიენტირებული ამოცანების ამოხსნა.

სასწავლო შედეგები - მოსწავლე შეძლებს:

- გააცნობიეროს, რომ სხეულის მოძრაობა და უძრაობა დამოკიდებულია ათვლის სხეულის არჩევაზე;
- ერთი და იმავე სხეულის მოძრაობა აღწეროს სხვადასხვა დამკვირვებლის მიმართ;
- განმარტოს სიჩქარის ფარდობითობა;
- ერთ წრფეზე ერთი მიმართულებით მოძრავი სხეულებისთვის გამოიყენოს ფარდობითი სიჩქარის გამოკლების წესი;
- ერთ წრფეზე საპირისპირო მიმართულებით მოძრავი სხეულებისთვის გამოიყენოს სიჩქარეთა შეკრების წესი;
- სხეულთა ფარდობითი სიჩქარე გამოიყენოს ამ სხეულთა შორის მანძილისა და თითოეული სხეულის სიჩქარის დასადგენად;
- მიღებული პასუხი შეაფასოს მიმართულებისა და არჩეული ათვლის სხეულის გათვალისწინებით.

სტანდარტის შესაბამისი ინდიკატორები

- ფიზიკური მოვლენებისა და პროცესების თვისებრივი და რაოდენობრივი დახასიათება;
- ფიზიკურ მოვლენათა/პროცესთა შედარება მათი მახასიათებლების მიხედვით;
- ფიზიკური პროცესის გამომწვევი მიზეზებისა და შედეგების ერთმანეთთან დაკავშირება;
- ბუნების მოვლენების აღმწერი კანონების გამოყენებით შესაბამისი სიტუაციური, ცხოვრებისეული და პრობლემაზე ორიენტირებული ამოცანების ამოხსნა/გადაჭრა.

შეფასების კრიტერიუმების

მოსწავლე სწორად ასახელებს ათვლის სხეულს; ერთი და იმავე მოძრაობის შესახებ განსხვავებულ, მაგრამ სწორ აღწერებს აკავშირებს სხვადასხვა დამკვირვებელთან; არჩევს ფარდობითი სიჩქარის შეკრების ან გამოკლების წესს მოძრაობის მიმართულებების მიხედვით; გამოთვლებს ასრულებს შეთანხმებულ ერთეულებში; პასუხს განმარტავს არჩეული ათვლის სხეულის მიმართ.

აქტივობა 1. ვის მიმართ მოძრაობს სხეული?

აქტივობის კომპონენტი	აღწერა
აქტივობის მიზანი	მოტივაცია და ახალი ცოდნის აგება — მოსწავლეებმა მოკლე ცხოვრებისეული სიტუაციების გაანალიზებით გაიაზრონ, რომ მოძრაობა, უძრაობა და სიჩქარე არჩეული ათვლის სხეულის მიმართ განისაზღვრება.
გამოყენებული სწავლების მიდგომა/მეთოდი	კონცეპტუალური სწავლება; მიმართული კითხვა–პასუხი.
აქტივობის განხორციელება	მასწავლებელი განიხილავს სამ სიტუაციას: 1) მოძრავ ავტობუსში მჯდომი მგზავრი; 2) მოძრავ ვაგონში მოსიარულე ადამიანი; 3) გზაზე ერთმანეთის გვერდით მოძრავი ორი ავტომობილი. თითოეულ შემთხვევაში მოსწავლეები ასახელებენ, ვის მიმართ მოძრაობს ან უძრავია სხეული და როგორ შეიძლება განსხვავდებოდეს მისი სიჩქარე სხვადასხვა დამკვირვებლისთვის. მასწავლებელი პასუხებს აჯგუფებს დაფაზე სქემით: „სხეული — ათვლის სხეული — მოძრაობის მიმართულება — სიჩქარე“. განხილვა მიჰყავს დასკვნამდე, რომ მოძრაობისა და სიჩქარის აღწერა ათვლის სხეულის მითითების გარეშე არასრულია.
კითხვები სიტუაციების გაცნობისას	• რას ვუწოდებთ ათვლის სხეულს? • ავტობუსში მჯდომი მგზავრი ვის მიმართ არის უძრავი? • გზის პირას მდგომი ადამიანის მიმართ იგივე მგზავრი მოძრაობს თუ არა? გასავითარებელი უნარები: კრიტიკული აზროვნება; კომუნიკაცია.
კითხვები მოძრაობის აღწერის	• როგორ შევარჩიოთ ათვლის სხეული კონკრეტულ სიტუაციაში? • რა უნდა მივუთითოთ, რომ მოძრაობის აღწერა ზუსტი იყოს? • როგორ შევადაროთ ერთი სხეულის სიჩქარე ორი სხვადასხვა დამკვირვებლის მიმართ? გასავითარებელი უნარები: კრიტიკული აზროვნება; არგუმენტირებული დასკვნის ჩამოყალიბება.
კითხვები ცხოვრებისეული სიტუაციების განხილვისას	• მატარებელში მჯდომი მგზავრი ხედავს, რომ გვერდით მდგომი მატარებელი თითქოს უკან მოძრაობს. რა შეიძლება იყოს ამის მიზეზი? • მეტროს მოძრავ ესკალატორზე მდგომი ადამიანი კედლების, ესკალატორის საფეხურებისა და გვერდით ესკალატორზე მდგომი ადამიანის მიმართ როგორ მოძრაობს? • მდინარის დინების მიმართულებით მცურავი ნავის სიჩქარე ნაპირისა და წყლის მიმართ ერთნაირი იქნება? რატომ? • ორი ავტომობილი გზაზე ერთნაირი სიჩქარით გვერდიგვერდ მოძრაობს. როგორ აღიქვამს ერთ-ერთი ავტომობილის მგზავრი მეორე ავტომობილს? გასავითარებელი უნარები: ცოდნის ახალ სიტუაციაში გამოყენება; არგუმენტირებული დასკვნის ჩამოყალიბება.
მასწავლებლის ხელშემწყობი როლი	მასწავლებელს მოკლე დამაზუსტებელი კითხვებით მოსწავლეები მიყავს ათვლის სხეულის დასახელებისკენ. იგი არ აფასებს ურთიერთგამომრიცხავ და განსხვავებულ პასუხებს, სანამ არ დაზუსტდება, რომელი დამკვირვებლის მიმართაა მოძრაობა აღწერილი.

რესურსები	მოსწავლის წიგნის სურათები; პროექტორი; სამი ცხოვრებისეული სიტუაციის ბარათი; დაფაზე შესავსები სქემა.
შეფასება	ზეპირი განმავითარებელი შეფასება: ათვლის სხეულის სწორად შერჩევა; მოძრაობის ფარდობითობის ახსნა; პასუხის კონკრეტული დამკვირვებლის მითითებით დასაბუთება.
დიფერენცირება	მხარდაჭერის საჭიროების მქონე მოსწავლეებს ეძლევათ ორი ილუსტრირებული სიტუაცია და ფერებით მონიშნული არჩევანი: „მოძრაობს/უძრავია“ და „ვის მიმართ?“. სტანდარტული მზაობის მოსწავლეები პასუხს დამოუკიდებლად ასაბუთებენ. მაღალი მზაობის მოსწავლეები ერთ სიტუაციას სამი განსხვავებული ათვლის სხეულის მიმართ აღწერენ.

შუალედური დასკვნა

მოძრაობა და უძრაობა ფარდობითია: ერთი და იგივე სხეული შეიძლება ერთ სხეულის მიმართ უძრავი იყოს, მეორეს მიმართ კი მოძრაობდეს. ამიტომ მოძრაობის და სიჩქარის აღწერისას აუცილებელია ათვლის სხეულის მითითება.

აქტივობა 2. როგორ ვპოულობთ ფარდობით სიჩქარეს?

აქტივობის კომპონენტი	აღწერა
აქტივობის მიზანი	ახალი ცოდნის აგება და სისტემატიზაცია — მოსწავლეებმა ერთ წრფეზე მოძრავი ორი სხეულის მაგალითებით მიიღონ ფარდობითი სიჩქარის შეკრებისა და გამოკლების წესები.
გამოყენებული სწავლების მიდგომა/მეთოდი	პრობლემაზე დაფუძნებული სწავლება; ვიზუალური მოდელირება.
აქტივობის განხორციელება	მასწავლებელი დაფაზე ან მაგიდაზე განიხილავს ორ შემთხვევას. I შემთხვევა — ორი მანქანა ერთი მიმართულებით მოძრაობს: სწრაფი მანქანა ნელ მანქანას უახლოვდება. მოსწავლეები ადგენენ, რომ მათ შორის მანძილი ყოველ წამში სიჩქარეთა სხვაობით იცვლება, ამიტომ $V_{ფარდ} = \|V_1 - V_2\|$. II შემთხვევა — მანქანები საპირისპირო მიმართულებით მოძრაობენ: მათ შორის მანძილი ყოველ წამში ორივე მანქანის მიერ გავლილი მანძილების ჯამით იცვლება, ამიტომ $V_{ფარდ} = V_1 + V_2$. თითოეულ წესს მოსწავლეები სიტყვიერად განმარტავენ და რაოდენობრივი მაგალითით ამოწმებენ.
კითხვები მოძრაობის მაგალითის განხილვისას	• რას ნიშნავს ფარდობითი სიჩქარე? • რომელი ორი შემთხვევაა განხილული ერთ წრფეზე მოძრაობისას? • რა ფორმულა გამოიყენება ერთი მიმართულებით მოძრაობისას? • რა ფორმულა გამოიყენება საპირისპირო მიმართულებით მოძრაობისას? გასავითარებელი უნარები: კრიტიკული აზროვნება; კომუნიკაცია.
კითხვები მოძრაობის ფორმულების მიღებისას	• რამდენით იცვლება მანქანებს შორის მანძილი ერთ წამში, თუ ისინი ერთი მიმართულებით მოძრაობენ? • რატომ ვაკლებთ სიჩქარეებს ერთი მიმართულებით მოძრაობისას? • რატომ ვკრებთ სიჩქარეებს საპირისპირო მიმართულებით მოძრაობისას? • როგორ დავადგინოთ, რომელი წესი უნდა გამოვიყენოთ მოცემულ ამოცანაში? გასავითარებელი უნარები: პრობლემის გადაჭრა; მონაცემების აღრიცხვა და გაანალიზება.

კითხვები ცოდნის ტრანსფერისას	• ორი ველოსიპედისტი ერთი მიმართულებით მოძრაობს 8 მ/წმ და 6 მ/წმ სიჩქარეებით. რას გვიჩვენებს 2 მ/წმ? • ორი მატარებელი ერთმანეთისკენ მოძრაობს. რატომ ხედავს ერთის მგზავრი მეორე მატარებელს უფრო სწრაფად მოძრავად, ვიდრე მიწაზე მდგომი დამკვირვებელი? • რა იქნება ორი ერთნაირი სიჩქარით გვერდიგვერდ მოძრავი ავტომობილის ფარდობითი სიჩქარე? • როგორ შეიცვლება შეხვედრის დრო, თუ შემხვედრად მოძრავი სხეულებიდან ერთ-ერთი სიჩქარეს გაზრდის? გასავითარებელი უნარები: ცოდნის ახალ სიტუაციაში გამოყენება; პრობლემის გადაჭრა.
მასწავლებლის ხელშემწყობი როლი	მასწავლებელი ფორმულებს მზა წესებად არ აწვდის. იგი მოსწავლეებს ყოველ წამში სხეულებს შორის მანძილის ცვლილებას ათვლევინებს და ამ ცვლილებიდან აყალიბებინებს შეკრების ან გამოკლების წესს.
რესურსები	დაფა ან პროექტორი; ორი ფერის მანქანის მოდელი; მოძრაობის ზოლი ან რიცხვითი ღერძი; მიმართულების ისრები.
შეფასება	მოკლე კონცეპტუალური შემოწმება: მოსწავლე მოცემული მიმართულებების მიხედვით ირჩევს შეკრების ან გამოკლების წესს და ერთ წინადადებაში განმარტავს არჩევანს.
დიფერენცირება	მხარდაჭერის საჭიროების მქონე მოსწავლეებს ეძლევათ მიმართულების ისრებითა და ფერებით კოდირებული ორი სქემა, სადაც უნდა ჩასვან „+“ ან „–“. სტანდარტული მზაობის მოსწავლეები წესს დამოუკიდებლად იყენებენ. მაღალი მზაობის მოსწავლეები ქმნიან თითო მაგალითს ორივე შემთხვევისთვის და ხსნიან, რას ნიშნავს მიღებული ფარდობითი სიჩქარე.

მართებული დასკვნა

ერთ წრფეზე ერთი მიმართულებით მოძრავი სხეულების ფარდობითი სიჩქარე მათი სიჩქარეების მოდულთა სხვაობის ტოლია: $V_{ფარდ} = |V_1 - V_2|$. საპირისპირო მიმართულებით მოძრავი სხეულების ფარდობითი სიჩქარე მათი სიჩქარეების ჯამის ტოლია: $V_{ფარდ} = V_1 + V_2$.

აქტივობა 3. საკლასო აქტივობის ორი ამოცანის ამოხსნა

აქტივობის კომპონენტი	აღწერა
აქტივობის მიზანი	ცოდნის გამოყენება, განმტკიცება და შეფასება — მოსწავლეებმა სწორად განსაზღვრონ ათვლის სხეული და მოძრაობის მიმართულებები, გამოიყენონ ფარდობითი სიჩქარის განსაზღვრის შესაბამისი წესი და შედეგი ფიზიკურად განმარტონ.
გამოყენებული სწავლების მიდგომა/მეთოდი	პრობლემაზე დაფუძნებული სწავლება; თანამშრომლობითი სწავლება.
აქტივობის განხორციელება	მოსწავლეები მუშაობენ წყვილებში. თითოეულ ამოცანაზე მიყვებიან ალგორითმს: 1) ასახელებენ ათვლის სხეულს; 2) ადგენენ მოძრაობის მიმართულებებს; 3) არჩევენ სიჩქარეთა შეკრების ან გამოკლების წესს; 4) შეთანხმებულ ერთეულებში ასრულებენ გამოთვლას; 5) პასუხს განმარტავენ სიტყვიერად. მეორე ამოცანაში ცალკე განიხილავენ მუხლუხის ზედა ნაწილის მოძრაობას ჯერ ტრაქტორის, შემდეგ დედამიწის მიმართ.
ამოცანა 1	წრფივ მაგისტრალზე შემხვედრი მიმართულებით ორი საქალაქთაშორისო ავტობუსი თანაბრად, 72 კმ/სთ და 90 კმ/სთ სიჩქარით მოძრაობს. გამოთვალეთ მათი ფარდობითი სიჩქარე და მანძილი, რომელზეც ავტობუსები შეხვედრიდან 5 წთ-ის შემდეგ აღმოჩნდებიან.
ამოცანა 2	მუხლუხებიანი ტრაქტორი დედამიწის მიმართ 2 მ/წმ სიჩქარით მოძრაობს. რა სიჩქარით მოძრაობს მუხლუხის ზედა ნაწილი: ა) ტრაქტორის მიმართ? ბ) დედამიწის მიმართ?

კითხვები ამოცანის წაკითხვისას	• რომელი სხეულები მოძრაობენ და რა სიჩქარეებია მოცემული? • სხეულები მოძრაობენ ერთი მიმართულებით თუ საპირისპირო მიმართულებით? • რომელი ათვლის სხეული იგულისხმება თითოეულ შემთხვევაში? გასავითარებელი უნარები: კრიტიკული აზროვნება; კომუნიკაცია.
კითხვები ამოცანის ამოხსნისას	• რატომ უნდა შევკრიბოთ ავტობუსების სიჩქარეები? • როგორ გადავიყვანოთ 5 წუთი საათებში? • როგორ ვიპოვოთ შეხვედრის შემდეგ დაშორების მანძილი? • როგორ გადავიყვანოთ მუხლუხის ზედა ნაწილის სიჩქარე ტრაქტორის სისტემიდან დედამიწის სისტემაში? გასავითარებელი უნარები: პრობლემის გადაჭრა; მონაცემების აღრიცხვა და გაანალიზება.
კითხვები შედეგის გააზრებისას	• როგორ შეიცვლება ავტობუსების დაშორების მანძილი, თუ დრო ორჯერ გაიზრდება? • რა მოხდებოდა, ავტობუსები ერთი მიმართულებით რომ მოძრაობდნენ? • რატომ მოძრაობს მუხლუხის ზედა ნაწილი დედამიწის მიმართ ტრაქტორზე ორჯერ მეტი სიჩქარით? • როგორი იქნება მუხლუხის ქვედა, მიწასთან შეხების წერტილის სიჩქარე დედამიწის მიმართ, თუ მუხლუხა არ სრიალებს? გასავითარებელი უნარები: ცოდნის ახალ სიტუაციაში გამოყენება; არგუმენტირებული დასკვნის ჩამოყალიბება.
მასწავლებლის ხელშემწყობი როლი	მასწავლებელი მოსწავლეებს სთხოვს თითოეული შემთხვევისთვის მიმართულებების სქემა დახატონ. მეორე ამოცანაში იგი ახსენებს, რომ ერთი და იგივე სხეულის სიჩქარე სხვადასხვა ათვლის სხეულის მიმართ განსხვავებულია, მაგრამ გამოთვლას მოსწავლეები თავად აკეთებენ.
რესურსები	მოსწავლის წიგნის საკლასო აქტივობა; მიმართულებების სქემის სამუშაო ფურცელი; დაფა; კალკულატორი შემოწმებისთვის.
შეფასება	სამუშაო ფურცელი ფასდება კრიტერიუმებით: ათვლის სხეულის მითითება; მიმართულებების სწორად განსაზღვრა; შესაბამისი წესის შერჩევა; ერთეულების გარდაქმნა; გამოთვლის სიზუსტე; პასუხის ფიზიკური განმარტება.
დიფერენცირება	მხარდაჭერის საჭიროების მქონე მოსწავლეებს ეძლევათ ნაბიჯებად დაყოფილი სამუშაო ფურცელი და წინასწარ დახატული მიმართულებების ისრები. სტანდარტული მზაობის მოსწავლეები სქემასა და გამოთვლებს დამოუკიდებლად ასრულებენ. მაღალი მზაობის მოსწავლეები დამატებით განსაზღვრავენ მუხლუხის ქვედა ნაწილის სიჩქარეს დედამიწის მიმართ და ასაბუთებენ პასუხს.

მინი აქტივობა განმავითარებელი შეფასებისთვის

განმავითარებელი შეფასება — „აირჩიე დამკვირვებელი“

მოსწავლეებს ეძლევათ სამი მოკლე სიტუაცია. თითოეულში ისინი წერენ: 1) არჩეულ ათვლის სხეულს; 2) მოძრაობს თუ უძრავია ობიექტი მის მიმართ; 3) ფარდობითი სიჩქარისთვის საჭიროა შეკრება თუ გამოკლება და რატომ. შეფასება ეფუძნება ათვლის სხეულის სწორ შერჩევას, მიმართულებების გააზრებასა და პასუხის დასაბუთებას.

მასწავლებლის ინსტრუქცია

ყურადღება გაამახვილეთ, რომ ფარდობითი სიჩქარის გამოთვლის წესი დამოკიდებულია მოძრაობის მიმართულებებსა და არჩეულ ათვლის სხეულზე. პასუხი არ ჩაითვალოს დასრულებულად, თუ მოსწავლე მხოლოდ რიცხვს წერს და არ განმარტავს, ვის მიმართ არის ეს სიჩქარე განსაზღვრული.

საკლასო აქტივობის ამოცანების ამოხსნები

ამოცანა 1

პირობა: წრფივ მაგისტრალზე შემხვედრი მიმართულებით ორი საქალაქთაშორისო ავტობუსი თანაბრად, 72 კმ/სთ და 90 კმ/სთ სიჩქარით მოძრაობს. გამოთვალეთ მათი ფარდობითი სიჩქარე და მანძილი, რომელზეც ავტობუსები შეხვედრიდან 5 წთ-ის შემდეგ დაშორდებიან.

- ნაბიჯი 1 — მოძრაობის მიმართულებები: ავტობუსები საპირისპირო მიმართულებით მოძრაობენ, ამიტომ ფარდობითი სიჩქარე სიჩქარეთა ჯამის ტოლია.
- ნაბიჯი 2 — ფარდობითი სიჩქარე: $V_{ფარდ} = V_1 + V_2 = 72$ კმ/სთ + 90 კმ/სთ = 162 კმ/სთ.
- ნაბიჯი 3 — დროის გარდაქმნა: 5 წთ = 5/60 სთ = 1/12 სთ.
- ნაბიჯი 4 — დაშორების მანძილი: $S = V_{ფარდ} \cdot t = 162$ კმ/სთ · 1/12 სთ = 13,5 კმ.
- პასუხი: ავტობუსების ფარდობითი სიჩქარეა 162 კმ/სთ, ხოლო შეხვედრიდან 5 წუთში ისინი ერთმანეთს 13,5 კმ-ით დაშორდებიან.

ამოცანა 2

პირობა: მუხლუხებიანი ტრაქტორი დედამიწის მიმართ 2 მ/წმ სიჩქარით მოძრაობს. რა სიჩქარით მოძრაობს მუხლუხის ზედა ნაწილი: ა) ტრაქტორის მიმართ? ბ) დედამიწის მიმართ?

- ნაბიჯი 1 — ტრაქტორის სიჩქარე დედამიწის მიმართ: $V_{ტრ} = 2$ მ/წმ.
- ნაბიჯი 2 — მუხლუხის მოძრაობა ტრაქტორის მიმართ: მუხლუხა ტრაქტორზე მოძრაობს იმავე მოდულის სიჩქარით, რა სიჩქარითაც ტრაქტორი გადაადგილდება მიწის მიმართ. ზედა ნაწილი მოძრაობს ტრაქტორის მოძრაობის მიმართულებით.
- ა) მუხლუხის ზედა ნაწილის სიჩქარე ტრაქტორის მიმართ: $V_{ზედა/ტრ} = 2$ მ/წმ.
- ნაბიჯი 3 — დედამიწის მიმართ სიჩქარე: ზედა ნაწილის სიჩქარე ტრაქტორის მიმართ და თვით ტრაქტორის სიჩქარე ერთი მიმართულებისაა, ამიტომ ისინი იკრიბება.
- ბ) $V_{ზედა/დედ} = V_{ზედა/ტრ} + V_{ტრ/დედ} = 2$ მ/წმ + 2 მ/წმ = 4 მ/წმ.
- პასუხი: ა) 2 მ/წმ ტრაქტორის მოძრაობის მიმართულებით; ბ) 4 მ/წმ დედამიწის მიმართ.

მოსწავლის წიგნში მოცემული კითხვების პასუხები:

1. შემხვედრი მიმართულებით მოძრავი ავტომობილების სიჩქარე ერთმანეთის მიმართ მათი დედამიწის მიმართ სიჩქარეების მოდულების ჯამის ტოლია. ანუ, ეს ფარდობითი სიჩქარე დედამიწის მიმართ ცალკეული ავტომობილის სიჩქარეზე მეტია; ერთი მიმართულებით მოძრაობისას კი მათი ფარდობითი სიჩქარე დედამიწის მიმართ მათი სიჩქარეების მოდულების სხვაობის მოდულის ტოლია;
2. როდესაც ტივი დინებას მიყვება ის უძრავია წყლის მიმართ, მოძრავია ნაპირის მიმართ;
3. საწვავის მიმწოდებელი თვითმფრინავი ჯერ უახლოვდება მეორე თვითმფრინავს, რომელსაც საწვავი უნდა მიეწოდოს, შემდეგ ფრენას იწყებს ოდნავ მაღლა და მეორე თვითმფრინავის ტოლი სიჩქარით (სურ.2.4.7). ამ შემთხვევაში თვითმფრინავები ერთმანეთის მიმართ უძრავნი არიან. საწვავის მიმწოდებელი თვითმფრინავის რეზერვუარი სპეციალური შლანგით უკავშირდება მეორე თვითმფრინავის ავზს და აწვდის საწვავს;
4. თუ მოძრავ ესკალატორზე მგზავრი ესკალატორის მიმართ, მისი მოძრაობის საპირისპიროდ, ესკალატორის სიჩქარის ტოლი სიჩქარით იმოძრავებს, მგზავრი დედამიწის მიმართ უძრავი იქნება;
5. ამ შემთხვევაში მდინარის წყალი მოძრავი ათვლის სხეულია, რომელიც იმავე მიმართულებით მოძრაობს, საითაც ნავი წყლის მიმართ. შესაბამისად, ნავის სიჩქარე დედამიწის მიმართ ტოლი იქნება ნავის სიჩქარეს წყლის მიმართ დამატებული წყლის სიჩქარე დედამიწის მიმართ;
6. თუ ნავი დედამიწის მიმართ დინების საწინააღმდეგოდ მოძრაობს, ეს ნიშნავს, რომ მისი სიჩქარე წყლის მიმართ მოდულით მეტია დინების სიჩქარეზე;

საშინაო აქტივობის პასუხები/ამოხსნები:

1. წრფივ გზაზე ერთმანეთის შემხვედრი მიმართულებით მოძრაობს ორი ავტომობილი. ერთი ავტომობილის სიჩქარე 25 მ/წმ-ია. რა სიჩქარით მოძრაობს მეორე ავტომობილი, თუ ცნობილია, რომ ავტომობილების ფარდობითი სიჩქარე 45 მ/წმ-ის ტოლია.

მოცემულია:

$v_1 = 25$ მ/წმ
$v_{ფარდ} = 45$ მ/წმ
(შემხვედრი მოძრაობა)

———————

$v_2 = ?$

ამოხსნა:

რადგან ავტომობილები მოძრაობენ ერთმანეთის შემხვედრი (საპირისპირო) მიმართულებით, მათი ფარდობითი სიჩქარე უდრის სიჩქარეების ჯამს:

$$v_{ფარდ} = v_1 + v_2$$

ჩავსვათ ცნობილი მნიშვნელობები:
45 მ/წმ $= 25$ მ/წმ $+ v_2$
$v_2 = 20$ მ/წმ.

პასუხი: 20 მ/წმ.

2. ერთ წრფეზე ერთი და იმავე მიმართულებით მირბის ორი კურდღელი. რისი ტოლია მათი ფარდობითი სიჩქარე, თუ პირველი კურდღლის სიჩქარე 60 კმ/სთ-ია, რაც ორჯერ მეტია მეორე კურდღლის სიჩქარეზე.

მოცემულია:

$v_1 = 60$ კმ/სთ
$v_1 = 2 \cdot v_2$
(ერთი და იმავე მიმართულებით)

———————

$v_{ფარდ} = ?$

ამოხსნა:

ჯერ ვიპოვოთ მეორე კურდღლის სიჩქარე:
$v_2 = v_1 / 2 = 30$ კმ/სთ.

რადგან კურდღლები დარბიან ერთი და იმავე მიმართულებით, მათი ფარდობითი სიჩქარე უდრის სიჩქარეების სხვაობას:

$$v_{ფარდ} = v_1 - v_2$$

$v_{ფარდ} = 60$ კმ/სთ $- 30$ კმ/სთ $= 30$ კმ/სთ.

პასუხი: 30 კმ/სთ.

3. ორი მატარებელი მოძრაობს პარალელურ რელსებზე ერთი მიმართულებით. ერთი მატარებლის სიჩქარე 60 კმ/სთ-ია, მეორისა კი – 80 კმ/სთ. რისი ტოლი იქნება მეორე მატარებლის სიჩქარე პირველი მატარებლის მიმართ?

მოცემულია:

$v_1 = 60$ კმ/სთ
$v_2 = 80$ კმ/სთ
(ერთი მიმართულებით)

———————

$V_{ფარდ} = ?$

ამოხსნა:

ერთსა და იმავე მხარეს მოძრაობისას ერთი სხეულის სიჩქარე მეორის მიმართ (ფარდობითი სიჩქარე) წარმოადგენს მათ სიჩქარეთა სხვაობას:

$$v_{ფარდ} = v_1 - v_2$$

$v_{ფარდ} = v_2 - v_1 = 80$ კმ/სთ $- 60$ კმ/სთ $= 20$ კმ/სთ.

პასუხი: 20 კმ/სთ.

4. პარალელურ რელსებზე შემხვედრი მიმართულებით მოძრაობს ორი მატარებელი, რომელთა სიჩქარეები 54 კმ/სთ და 36 კმ/სთ-ია. რა სიგრძისაა მეორე მატარებელი, თუ მან პირველ მატარებელში მჯდომ მგზავრს 8 წმ-ში ჩაუარა?

მოცემულია:

$v_1 = 54$ კმ/სთ $= 15$ მ/წმ
$v_2 = 36$ კმ/სთ $= 10$ მ/წმ
$t = 8$ წმ
(შემხვედრი მოძრაობა)

$l_2 = ?$

ამოხსნა:

შემხვედრი მოძრაობისას მატარებლების ფარდობითი სიჩქარეა:
$v_{ფარდ} = v_1 + v_2 = 15 + 10 = 25$ მ/წმ.

პირველ მატარებელში მჯდომი მგზავრის მიმართ მეორე მატარებელი მოძრაობს $v_{ფარდ}$ სიჩქარით. ამ მგზავრთან ჩავლის დროში (8 წმ) მეორე მატარებელი ფარავს თავისივე სიგრძის ტოლ მანძილს:

$$l_2 = v_{ფარდ} \cdot t$$

$l_2 = 25$ მ/წმ $\cdot$ 8 წმ $= 200$ მ.

პასუხი: 200 მ.

5. პარალელურ რელსებზე შემხვედრი მიმართულებით მოძრაობს 150 მ და 174 მ სიგრძის ორი მატარებელი, რომელთა სიჩქარეები, შესაბამისად, 5 მ/წმ-ის და 4 მ/წმ-ის ტოლია. რა დროში ჩაუვლიან ეს მატარებლები ერთმანეთს?

მოცემულია:

$l_1 = 150$ მ
$v_1 = 5$ მ/წმ
$l_2 = 174$ მ
$v_2 = 4$ მ/წმ
(შემხვედრი მოძრაობა)

$t = ?$

ამოხსნა:

შემხვედრი მოძრაობისას ფარდობითი სიჩქარეა:
$v_{ფარდ} = v_1 + v_2 = 9$ მ/წმ.

იმისათვის, რომ ორმა მატარებელმა ერთმანეთს სრულად ჩაუაროს, გასავლელი სრული მანძილი უნდა იყოს ორივე მატარებლის სიგრძეთა ჯამი:
$L = l_1 + l_2 = 150 + 174 = 324$ მ.

ჩაუვლის დრო გამოითვლება ფორმულით:

$$t = \frac{L}{v_{ფარდ}}$$

$t = 324$ მ / 9 მ/წმ $= 36$ წამი.

პასუხი: 36 წამი.

6. რისი ტოლია კატარღის სიჩქარე წყლის მიმართ, თუ დინების მიმართულებით ცურვისას კატარღის სიჩქარე დედამიწის მიმართ 9 მ/წმ-ის ტოლია, დინების სიჩქარე კი – 3 მ/წმ?

მოცემულია:

$v = 9$ მ/წმ
$v_2 = 3$ მ/წმ

$v_1 = ?$

ამოხსნა:

მდინარის დინების მიმართულებით ცურვისას, კატარღის სიჩქარე დედამიწის (ნაპირის) მიმართ წარმოადგენს კატარღის საკუთარი სიჩქარისა (წყლის მიმართ) და დინების სიჩქარის ჯამს:
$v = v_1 + v_2$
$v_1 = 9$ მ/წმ - 3 მ/წმ $= 6$ მ/წმ.

პასუხი: 6 მ/წმ.

7. მდინარე რიონის დინების მიმართულებით კატარღის ცურვისას, მისი სიჩქარე ნაპირის მიმართ 10 მ/წმ-ია, ხოლო დინების საპირისპიროდ ცურვისას სიჩქარე ნაპირის მიმართ 6 მ/წმ-ია. იპოვეთ რიონის დინების სიჩქარე. მიიჩნიეთ, რომ კატარღის სიჩქარე წყლის მიმართ და დინების სიჩქარე არ იცვლება.

მოცემულია:

$v_{დინ.მიმ} = 10$ მ/წმ
$v_{დინ.საპ} = 6$ მ/წმ

$v_2 = ?$

ამოხსნა:

ჩავწეროთ კატარღის სიჩქარეები ნაპირის მიმართ ორივე შემთხვევისთვის:

1) $v_{დინ.მიმ} = v_1 + v_2 = 10$ მ/წმ
2) $v_{დინ.საპ} = v_1 - v_2 = 6$ მ/წმ

თუ პირველ განტოლებას გამოვაკლებთ მეორეს, კატარღის საკუთარი სიჩქარე (v_1) გაბათილდება:
$2v_2=4$ მ/წმ

პასუხი: 2 მ/წმ.

8. წრფივ მაგისტრალზე, შემხვედრი მიმართულებით მოძრაობს ორი მოტოციკლი, რომელთა სიჩქარეებია 70 კმ/სთ და 90 კმ/სთ. განსაზღვრეთ, შეხვედრიდან რა დროის შემდეგ იქნება მათ შორის მანძილი 40 კმ.

მოცემულია:

$v_1 = 70$ კმ/სთ
$v_2 = 90$ კმ/სთ
$S = 40$ კმ

$t = ?$

ამოხსნა:

შეხვედრის შემდეგ მოტოციკლები ერთმანეთს დაშორდებიან იმავე ფარდობითი სიჩქარით, რა სიჩქარითაც უახლოვდებოდნენ. ფარდობითი სიჩქარეა:
$v_{ფარდ} = 70$ კმ/სთ + 90 კმ/სთ = 160 კმ/სთ.
დრო გამოითვლება ფორმულით:

$$t = \frac{S}{v_{ფარდ}}$$

t = 40 კმ / 160 კმ/სთ = 0,25 სთ = 15 წთ.

პასუხი: 15 წუთი.

9. ავტოსადგურიდან გასული ავტობუსი მოძრაობს თანაბრად, 54 კმ/სთ სიჩქარით. ავტობუსის გასვლიდან 20 წთ-ის შემდეგ, მის კვალდაკვალ, 72 კმ/სთ სიჩქარით გაემგზავრა მსუბუქი ავტომობილი. მსუბუქი ავტომობილის მოძრაობის დაწყებიდან რა დროის შემდეგ დაეწევა ის ავტობუსს? ავტოსადგურიდან რა მანძილზე დაეწევა ის?

მოცემულია:

$v_1 = 54$ კმ/სთ
$t_0 = 20$ წთ = 1/3 სთ
$v_2 = 72$ კმ/სთ

$t = ?$
$S = ?$

ამოხსნა:

1) დაძვრის მომენტში მათ შორის მანძილია:
$S_0 = v_1 \cdot t_0 = 54 \cdot (1/3) = 18$ კმ.
2) დაწევის ფარდობითი სიჩქარეა:
$v_{ფარდ} = 72$ კმ/სთ - 54 კმ/სთ = 18 კმ/სთ.
3) დაწევის დრო გამოვთვალოთ ფორმულით:

$$t = \frac{s_0}{v_{ფარდ}}$$

t = 18 კმ / 18 კმ/სთ= 1 საათი.
4) მანძილი ავტოსადგურიდან: $S = v_{ფარდ} \cdot t = 72$ კმ.

პასუხი: 1 საათში, 72 კმ მანძილზე.

10. 27 მ სიგრძის მოძრავი ვაგონის ერთი ბოლოდან მეორეში მისვლას თანაბრად მოძრავმა მგზავრმა 45 წმ მოანდომა. იპოვეთ, რა მანძილი გაიარა ამ დროში მგზავრმა დედამიწის მიმართ, თუ ვაგონის სიჩქარე 12.4 მ/წმ-ია და მგზავრი ვაგონის მოძრაობის მიმართულებით გადაადგილდა.

მოცემულია:

$L = 27$ მ
$t = 45$ წმ
$v_2 = 12{,}4$ მ/წმ

———————

$S = ?$

ამოხსნა:

1) მგზავრის სიჩქარე ვაგონის მიმართ: $v_1 = L / t = 0{,}6$ მ/წმ.
2) მგზავრის სიჩქარე დედამიწის მიმართ: $v = v_1 + v_2 = 13$ მ/წმ.
3) დედამიწის მიმართ გავლილი მანძილი:

$$S = v \cdot t$$

$S = 585$ მ.

პასუხი: 585 მ.

11. მდინარის დინების მიმართულებით მცურავმა ძრავიანმა ნავმა 200 წმ-ში ნაპირის მიმართ 4 კმ გაიარა. რა დროს მოანდომებს ნავი იმავე მანძილის გავლით დინების საპირისპიროდ მოძრაობისას, თუ დინების სიჩქარეა 2 მ/წმ. მიიჩნიეთ, რომ ნავის სიჩქარე წყლის მიმართ და დინების სიჩქარე მუდმივია.

მოცემულია:

$t_1 = 200$ წმ
$S = 4000$ მ
$v_{მდინ} = 2$ მ/წმ

———————

$t_2 = ?$

ამოხსნა:

1) სიჩქარე დინების მიმართულებით: $v_1 = \frac{S}{t_1} = 20$ მ/წმ.
2) ნავის სიჩქარე წყლის მიმართ: $v_{ნავ} = 20$ მ/წმ - 2 მ/წმ = 18 მ/წმ.
3) სიჩქარე დინების საპირისპიროდ: $v_2 = v_{ნავ} - v_{მდინ} = 16$ მ/წმ.
4) დრო დინების საპირისპიროდ:

$$t_2 = \frac{S}{v_2}$$

$t_2 = 250$ წამი.

პასუხი: 250 წამი (4 წთ 10 წმ).

12. მეტროს ესკალატორს მასზე უძრავად მდგომი მგზავრი 40 წმ-ში აჰყავს, ხოლო გაჩერებულ ესკალატორზე მგზავრი 120 წმ-ში ასდის. რა დროში ავა მოძრავი ესკალატორით მგზავრი, თუ ის ესკალატორზე იმავე მიმართულებით იმოძრავებს?

მოცემულია:

$t_1 = 40$ წმ
$t_2 = 120$ წმ

———————

$t = ?$

ამოხსნა:

ესკალატორის სიჩქარეა $v_1 = \frac{L}{t_1}$. მგზავრის სიჩქარეა $v_2 = \frac{L}{t_2}$.
ჯამური სიჩქარე: $v = v_1 + v_2$
დრო გამოვთვალოთ გამოსახულებით:

$$t = \frac{L}{v_1 + v_2} = \frac{h}{\frac{L}{t_1} + \frac{L}{t_2}} = \frac{t_1 \cdot t_2}{t_1 + t_2}$$

$t = 30$ წამი.

პასუხი: 30 წამი.

13*. ენგურზე, რომლის დინების სიჩქარეა 1.5 მ/წმ, დინების საპირისპირო მიმართულებით მიცურავს კატარღა. როდესაც კატარღამ წყლის მიმართ სიჩქარე 2-ჯერ გაზარდა, მისი სიჩქარე ნაპირის მიმართ 3-ჯერ გაიზარდა. იპოვეთ კატარღის თავდაპირველი სიჩქარე, თუ ცნობილია, რომ ის ენგურის დინების სიჩქარეზე მეტია.

მოცემულია:

$v_{დინ} = 1{,}5$ მ/წმ
$v_2 = 3v_1$

$v_{კატ} = ?$

ამოხსნა:

1) თავდაპირველი სიჩქარე ნაპირის მიმართ: $v_1 = v_{კატ} - v_{დინ}$
2) ახალი სიჩქარე ნაპირის მიმართ: $v_2 = 2v_{კატ} - v_{დინ}$
3) პირობის თანახმად ვადგენთ განტოლებას:

$2v_{კატ} - v_{დინ} = 3(v_{კატ} - v_{დინ})$

$V_{კატ} = 2v_{დინ}$

პასუხი: 3 მ/წმ.

14*. პარალელურ რელსებზე ერთმანეთის საწინააღმდეგო მიმართულებით მოძრაობს ორი მატარებელი. პირველმა მატარებელმა მეორე მატარებელში მჯდომ მგზავრს 5 წმ-ში ჩაუარა, ხოლო მეორე მატარებელმა პირველში მჯდომ მგზავრს – 7 წმ-ში. გამოთვალეთ, რა დროში ჩაუვლიან მატარებლები ერთმანეთს.

მოცემულია:

$t_1 = 5$ წმ
$t_2 = 7$ წმ

$t = ?$

ამოხსნა:

პირველი მატარებლის სიგრძე: $L_1 = t_1 \cdot v_{ფარდ.}$
მეორე მატარებლის სიგრძე: $L_2 = t_2 \cdot v_{ფარდ.}$
სრულად ჩავლისთვის მათ უნდა დაფარონ $L_1 + L_2$ მანძილი

$$t = \frac{L_1 + L_2}{v_{ფარდ}} = \frac{t_1 \cdot v_{ფარდ} + t_2 \cdot v_{ფარდ}}{v_{ფარდ}}$$

$t = t_1 + t_2 = 12$ წმ

პასუხი: 12 წამი.

15*. ძრავიანმა ნავმა მდინარის ნაპირზე არსებულ ორ პუნქტს შორის მანძილი, დინების მიმართულებით მოძრაობისას, 5 საათში დაფარა, საწინააღმდეგოდ მოძრაობისას კი – 7 საათში. გამოთვალეთ, რა დროს მოანდომებს ტივი იმავე პუნქტებს შორის მანძილის გავლით.

მოცემულია:

$t_1 = 5$ სთ
$t_2 = 7$ სთ

$t_{ტივი} = ?$

ამოხსნა:

დინების მიმართულებით: $v_1 + v_2 = \frac{s}{t_1}$.
დინების საწინააღმდეგოდ: $v_1 - v_2 = \frac{s}{t_2}$.
გამოვაკლოთ განტოლებები ერთმანეთს: $2v_2 = \frac{2s}{35}$.
საიდანაც $v_2 = \frac{S}{35}$.

ტივის მოძრაობის დრო:

$$t_{ტივი} = \frac{S}{v_2} = 35$$

$t_{ტივი} = 35$ საათი.

პასუხი: 35 საათი.

დამატებითი ამოცანების ამოხსნები

1. განსაზღვრეთ 7800 კგ/მ³ სიმკვრივისა და 50 სმ³ მოცულობის სხეულის მასა.

მოცემულია:
ρ = 7800 კგ/მ³
V = 50 სმ³
———————
m = ?

ამოხსნა:
გადავიყვანოთ სიმკვრივე გ/სმ³-ში: 7800 კგ/მ³ = 7,8 გ/სმ³.

$$m = \rho \cdot V$$

m = 7,8 გ/სმ³ · 50 სმ³ = 390 გ = 0,39 კგ.
პასუხი: 0.39 კგ (390 გ).

2. გამოთვალეთ ცარცის სიმკვრივე, თუ 20 სმ³ მოცულობის ცარცის მასა 48 გ-ია. შედეგი ჩაწერეთ SI ერთეულებში.

მოცემულია:
V = 20 სმ³
m = 48 გ
———————
ρ = ? (SI)

ამოხსნა:
გამოვთვალოთ სიმკვრივე და გადავიყვანოთ კგ/მ³-ში.

$$\rho = \frac{m}{V}$$

ρ = 2,4 გ/სმ³. SI სისტემაში: 2,4 · 1000 = 2400 კგ/მ³.
პასუხი: 2400 კგ/მ³.

3. გამოთვალეთ 2 დმ³ მოცულობის ყინულის მასა.

მოცემულია:
V = 2 დმ³
ρ = 900 კგ/მ³
———————
m = ?

ამოხსნა:
ყინულის სიმკვრივეა 0,9 კგ/დმ³.

$$m = \rho \cdot V$$

m = 0,9 კგ/დმ³ · 2 დმ³ = 1,8 კგ.
პასუხი: 1.8 კგ.

4. რამდენი გრამით მეტია 1 დმ³ ოქროს ზოდის მასა იმავე მოცულობის ვერცხლის ნაკეთობის მასაზე?

მოცემულია:
V = 1 დმ³
$\rho_{ოქ}$ = 19,3 კგ/დმ³
$\rho_{ვერც}$ = 10,5 კგ/დმ³
———————
Δm = ?

ამოხსნა:
m=ρ·V მასები რიცხობრივად სიმკვრივის ტოლია:
$m_{ოქ}$ = 19,3 კგ, $m_{ვერც}$ = 10,5 კგ.
Δm = 19,3 კგ - 10,5 კგ = 8,8 კგ = 8800 გ.
პასუხი: 8800 გრამით მეტია.

5. ვერცხლისწყალს, რომელიც 5 სმ² განივკვეთის ფართობის მქონე ცილინდრულ ჭურჭელში ასხია, 750 მმ სიმაღლე აქვს. განსაზღვრეთ ვერცხლისწყლის მასა.

მოცემულია:
S = 5 სმ²
h = 750 მმ = 75 სმ
ρ = 13,6 გ/სმ³
———————
m = ?

ამოხსნა:
ვერცხლისწყლის მოცულობა: V = S · h = 375 სმ³.

$$m = \rho \cdot V$$

m = 13,6 გ/სმ³ · 375 სმ³ = 5100 გ = 5,1 კგ.
პასუხი: 5,1 კგ.

6. 50 მ სიგრძისა და 1 მმ² განივკვეთის ფართობის მქონე სპილენძის მავთულის მასა 445 გ-ია. ამ მონაცემებით განსაზღვრეთ სპილენძის სიმკვრივე.

მოცემულია:
L = 50 მ = 5000 სმ
S = 1 მმ² = 0.01 სმ²
m = 445 გ
———————
ρ = ?

ამოხსნა:
მავთულის მოცულობა V = S · L = 50 სმ³.

$$\boldsymbol{\rho = \frac{m}{V}}$$

ρ = 445გ / 50 სმ³ = 8,9 გ/სმ³.
პასუხი: 8.9 გ/სმ³.

7. 540 გ ალუმინს უფრო მეტი მოცულობა აქვს, თუ 270 გ ყინულს?

მოცემულია:
m_1 = 540 გ
ρ_1 = 2,7 გ/სმ³
m_2 = 270 გ
ρ_2 = 0,9 გ/სმ³

რომლის V მეტია?

ამოხსნა:
ალუმინის მოცულობა: $V_1 = \frac{\rho_1}{V_1}$ = 200 სმ³.
ყინულის მოცულობა: $V_2 = \frac{\rho_2}{V_2}$ = 300 სმ³.
300 > 200.
პასუხი: 270 გ ყინულს მეტი მოცულობა აქვს.

8. გამოთვალეთ სპილენძის კუბის მასა, თუ მისი წიბოს სიგრძე 5 სმ-ია.

მოცემულია:
a = 5 სმ
ρ = 8,9 გ/სმ³

m = ?

ამოხსნა:
კუბის მოცულობა V = a³ = 125 სმ³.
$m = \rho \cdot V$
m = 8.9 გ/სმ³ · 125 სმ³ = 1112,5 გ.
პასუხი: 1112,5 გ (ან 1,1125 კგ).

9. მართკუთხა პარალელეპიპედის ფორმის აკვარიუმი, რომლის ზომებია 80 სმ x 40 სმ x 50 სმ, პირამდეა სავსე წყლით. რა მასის წყალი ასხია აკვარიუმში?

მოცემულია:
a=0,8 მ
b=0,4 მ
c=0,5 მ
ρ = 1000 კგ/მ³

m = ?

ამოხსნა:
მოცულობა V = a·b·c = 0,16 მ³.
$m = \rho \cdot V$
m = 1000 კგ/მ³ · 0,16 მ³ = 160 კგ.
პასუხი: 160 კგ.

10. რა მასა აქვს 2,5 სმ x 4 სმ x 2 სმ ზომების მქონე მართკუთხა პარალელეპიპედის ფორმის ალუმინის სხეულს?

მოცემულია:
a=2,5 სმ
b=4 სმ
c=2 სმ
ρ = 2,7 გ/სმ³

m = ?

ამოხსნა:
მოცულობა V = $a \cdot b \cdot c$ = 20 სმ³.
$m = \rho \cdot V$
m = 2,7 გ/სმ³ · 20 სმ³ = 54 გ.
პასუხი: 54 გ.

11. 400 მლ მოცულობის მენზურა პირამდეა სავსე წყლით. მასში 1,47 კგ მასის ვერცხლის ნაკეთობის ჩაძირვის შემდეგ, მენზურიდან ზუსტად წყლის ნახევარი გადმოიღვარა. რა მოცულობის სიღრუე აქვს ნაკეთობას?

მოცემულია:
V_1 = 200 მლ (გადმოიღვარა)
m = 1470 გ
ρ = 10,5 გ/სმ³

$V_{სიღრუე}$ = ?

ამოხსნა:
ვერცხლის ნამდვილი მოცულობა: $V_2 = \frac{m}{\rho}$ = 140 სმ³.
$V_{სიღრუე} = V_1 - V_2$ = 60 სმ³.
პასუხი: 60 სმ³.

12. განსაზღვრეთ ტყვიის სიმკვრივე, თუ მისგან დამზადებულ 45,2 კგ მასისა და 5 დმ³ მოცულობის სხეულს 1 დმ³ მოცულობის სიღრუე აქვს.

მოცემულია:
m = 45,2 კგ
V = 5 დმ³
V_1= 1 დმ³

ρ = ?

ამოხსნა:
ნამდვილი მოცულობა: $V_2 = V - V_1$ = 4 დმ³.
$\rho = \frac{m}{V_2}$
ρ = 11.3 კგ/დმ³ = 11300 კგ/მ³.
პასუხი: 11300 კგ/მ³.

13. კედელი 400 ცალი აგურისგანაა აშენებული. თითოეული აგურის ზომებია 20 სმ, 10 სმ და 5 სმ, სიმკვრივე კი 2000 კგ/მ³-ია. გამოთვალეთ კედლის მთლიანი მასა, თუ ხსნარის მასა 200 კგ-ია.

მოცემულია:

N = 400

V_1 = 0,2მ·0,1მ·0,05მ = 0,001 მ³

ρ = 2000 კგ/მ³

$m_{ხსნ}$ = 200 კგ

———————

M = ?

ამოხსნა:

ერთი აგურის მასა: $m_1 = \rho \cdot v_1$ = 2 კგ.

აგურების მასა: m=400 · 2 კგ = 800 კგ.

მთლიანი მასა: M= 800 კგ + 200 კგ = 1000 კგ.

პასუხი: 1000 კგ (1 ტონა).

14. ერთმანეთს შეურიეს ტოლი მასის მქონე 2ρ და 3ρ სიმკვრივის ორი სითხე. განსაზღვრეთ მიღებული ნარევის სიმკვრივე.

მოცემულია:

$m_1 = m_2 = m$

$\rho_1 = 2\rho$

$\rho_2 = 3\rho$

———————

$\rho_{ნარ}$ = ?

ამოხსნა:

$m_{სრ} = 2m$.

მოცულობები: $V_1 = \frac{m}{2\rho}$, $V_2 = \frac{m}{3\rho}$, $V_{სრ} = V_1 + V_2 = \frac{5m}{6\rho}$

$$\rho_{ნარ} = \frac{m_{სრ}}{v_{სრ}}$$

პასუხი: 2,4ρ.

15. ერთმანეთს შეურიეს ერთნაირი მოცულობის მქონე 2ρ და 3ρ სიმკვრივის ორი სითხე. განსაზღვრეთ მიღებული ნარევის სიმკვრივე.

მოცემულია:

$V_1 = V_2 = V$

$\rho_1 = 2\rho$

$\rho_2 = 3\rho$

———————

$\rho_{ნარ}$ = ?

ამოხსნა:

$V_{სრ} = 2V$.

მასები: $m_1 = 2\rho V$, $m_2 = 3\rho V$, $m_{სრ} = 5\rho V$.

$$\rho_{ნარ} = \frac{m_{სრ}}{v_{სრ}}$$

პასუხი: 2,5ρ.

16. ერთმანეთს შეურიეს ρ და 4ρ სიმკვრივის ორი სითხე. მეორე სითხის მასა 2-ჯერ მეტია პირველი სითხის მასაზე. განსაზღვრეთ მიღებული ნარევის სიმკვრივე.

მოცემულია:

$\rho_1 = \rho$

$\rho_2 = 4\rho$

$m_2 = 2m_1$

———————

$\rho_{ნარ}$ = ?

ამოხსნა:

აღვნიშნოთ პირველი სითხის მასა m-ით. მაშინ $m_1 = m$ და $m_2 = 2m$.

სრული მასა: $m_{სრ} = m + 2m = 3m$.

თითოეული სითხის მოცულობა გამოვითვალოთ სიმკვრივისა და მასის მეშვეობით:

$V_1 = \frac{m}{\rho}$

$V_2 = \frac{2m}{4\rho} = \frac{m}{2\rho}$

სრული მოცულობა: $V_{სრ} = V_1 + V_2 = \frac{3m}{2\rho}$.

ნარევის სიმკვრივე არის სრული მასის შეფარდება სრულ მოცულობასთან:

$$\rho_{ნარ} = \frac{m_{სრ}}{v_{სრ}} = 2\rho.$$

პასუხი: 2ρ.

17. ერთმანეთს შეურიეს 4ρ და 6ρ სიმკვრივის ორი სითხე. რა სიმკვრივის სითხე მიიღება შერევის შედეგად, თუ პირველი სითხის მოცულობა 3-ჯერ მეტია მეორე სითხის მოცულობაზე?

მოცემულია:

$\rho_1 = 4\rho$

$\rho_2 = 6\rho$

$V_1 = 3V_2$

$\rho_{\text{ნარ}} = ?$

ამოხსნა:

აღვნიშნოთ მეორე სითხის მოცულობა V-თი. მაშინ $V_2 = V$ და $V_1 = 3V$.

სრული მოცულობა: $V_{\text{სრ}} = 3V + V = 4V$.

გამოვთვალოთ თითოეული სითხის მასა:

$m_1 = \rho_1 \cdot V_1 = 4\rho \cdot 3V = 12\rho V$

$m_2 = \rho_2 \cdot V_2 = 6\rho \cdot V = 6\rho V$

სრული მასა: $m_{\text{სრ}} = m_1 + m_2 = 12\rho V + 6\rho V = 18\rho V$.

ნარევის სიმკვრივე:

$$\rho_{\text{ნარ}} = \frac{m_1 + m_2}{v_1 + v_2}$$

$\rho_{\text{ნარ}} = \frac{18\rho V}{4V} = 4{,}5\rho$.

პასუხი: 4,5ρ.

18. სატვირთო ავტომობილი 100 კმ-ის გავლისას 20 კგ დიზელის საწვავს ხარჯავს. რამდენი კილომეტრის გავლა შეუძლია მას 210 ლ დიზელის საწვავით? დიზელის საწვავის სიმკვრივეა 800 კგ/მ³. მიიჩნიეთ, რომ ორივე შემთხვევაში ყოველი კილომეტრის გავლისას ტოლი რაოდენობის საწვავი იხარჯება.

მოცემულია:

$S_1 = 100$ კმ

$m_1 = 20$ კგ

$V_2 = 210$ ლ $= 0.21$ მ³

$\rho = 800$ კგ/მ³

$S_2 = ?$

ამოხსნა:

პირველ რიგში, ვიპოვოთ 210 ლიტრი დიზელის მასა, რადგან ხარჯი მოცემულია მასის მიხედვით.

გამოვიყენოთ მასის გამოსათვლელი ფორმულა:

$$m = \rho \cdot V$$

$m_2 = 800$ კგ/მ³ $\cdot$ 0.21 მ³ $= 168$ კგ.

ვინაიდან საწვავის ხარჯი ერთგვაროვანია, ვადგენთ პროპორციას:

100 კმ გასავლელად საჭიროა 20 კგ

1 კგ საწვავით ავტომობილი 5 კმ-ს გადის, შესაბამისად 168 კგ-ით გაივლის:

$S_2 = 168 \cdot 5$ კმ $= 840$ კმ.

პასუხი: 840 კმ.

19. ერთ ჭურჭელში ასხია 3 მ³ მოცულობისა და 2 გ/სმ³ სიმკვრივის სითხე, მეორე ჭურჭელში კი 1000 კგ/მ³ სიმკვრივის 2 ტ მასის სითხე. ეს სითხეები მთლიანად ჩაასხეს ერთ დიდ ავზში და მიიღეს ნარევი. მიიჩნიეთ, რომ ნარევის მოცულობა ტოლია სითხეების თავდაპირველი მოცულობების ჯამის და იპოვეთ: ა) პირველი სითხის მასა; ბ) მეორე სითხის მოცულობა; გ) ნარევის სიმკვრივე.

მოცემულია:

$V_1 = 3$ მ³

$\rho_1 = 2$ გ/სმ³ $= 2000$ კგ/მ³

$\rho_2 = 1000$ კგ/მ³

$m_2 = 2$ ტ $= 2000$ კგ

ა) $m_1 = ?$

ბ) $V_2 = ?$

გ) $\rho_{\text{ნარ}} = ?$

ამოხსნა:

ა) პირველი სითხის მასის გამოსათვლელად მისი მოცულობა გავამრავლოთ სიმკვრივეზე:

$m_1 = \rho_1 \cdot V_1 = 6000$ კგ (ან 6 ტონა).

ბ) მეორე სითხის მოცულობის გამოსათვლელად მისი მასა გავყოთ სიმკვრივეზე:

$V_2 = \frac{m_2}{\rho_2} = 2$ მ³.

გ) ნარევის სიმკვრივის გამოსათვლელად სრული მასა უნდა გავყოთ სრულ მოცულობაზე:

$m_{\text{სრ}} = m_1 + m_2 = 8000$ კგ.

$V_{\text{სრ}} = V_1 + V_2 = 5$ მ³.

$$\rho_{\text{ნარ}} = \frac{m_{\text{სრ}}}{v_{\text{სრ}}}$$

$\rho_{\text{ნარ}} = 1600$ კგ/მ³.

პასუხი: ა) 6000 კგ; ბ) 2 მ³; გ) 1600 კგ/მ³.

20. 10 სმ² განივკვეთის ფართობის მქონე ცილინდრულ ჭურჭელში ჩასხმულია ტოლი მასის ორი ისეთი სითხე, რომლებიც ერთმანეთს არ ერევა (სურ. 1). ჭურჭლის ფსკერთან არსებული ქვედა სითხის სიმკვრივე 2 გ/სმ³-ის ტოლია, ზემოთ განთავსებულისა კი 1 გ/სმ³. ორივე სითხის საერთო სიმაღლე ჭურჭელში 12 სმ-ია. განსაზღვრეთ თითოეული სითხის სიმაღლე.

მოცემულია:

$S = 10$ სმ²

$m_1 = m_2$

$\rho_1 = 2$ გ/სმ³ (ქვედა)

$\rho_2 = 1$ გ/სმ³ (ზედა)

$h = 12$ სმ

———————

$h_1 = ?$, $h_2 = ?$

ამოხსნა:

ვინაიდან მასები ტოლია ($m_1 = m_2$), და $m = \rho \cdot V = \rho \cdot S \cdot h$, შეგვიძლია ჩავწეროთ:

$\rho_1 \cdot S \cdot h_1 = \rho_2 \cdot S \cdot h_2$

შევკვეცოთ S-ზე და ჩავსვათ სიმკვრივეები:

$2 \cdot h_1 = 1 \cdot h_2$, საიდანაც $h_2 = 2 \cdot h_1$.

ასევე ვიცით, რომ $h_1 + h_2 = 12$ სმ.

ჩავსვათ მეორე განტოლებაში: $h_1 + 2 \cdot h_1 = 12$ სმ $\Rightarrow 3 \cdot h_1 = 12$ სმ $\Rightarrow h_1 = 4$ სმ.

$h_2 = 8$ სმ.

პასუხი: ქვედა სითხის სიმაღლეა 4 სმ, ზედა სითხის – 8 სმ.

21. სატვირთო ავტომობილი 100 კმ-ის გავლისას ხარჯავს 16 კგ დიზელის საწვავს, რომლის სიმკვრივეა 800 კგ/მ³. მიიჩნიეთ, რომ ყოველი კილომეტრის გავლისას ერთნაირი რაოდენობის საწვავი იხარჯება და იპოვეთ: ა) რამდენ ლიტრ საწვავს ხარჯავს ავტომობილი 10 კმ მანძილის გავლისას? ბ) რამდენი კილომეტრის გავლა შეუძლია ავტომობილს 150 ლ საწვავით?

მოცემულია:

$L_0 = 100$ კმ

$m_0 = 16$ კგ

$\rho = 800$ კგ/მ³

———————

ა) V (10 კმ-ზე) = ?

ბ) L (150 ლ-ზე) = ?

ამოხსნა:

ჯერ ვიპოვოთ 100 კმ-ზე დახარჯული საწვავის მოცულობა ლიტრებში:

$V_0 = \frac{m_0}{\rho} = 0{,}02$ მ³ = 20 ლიტრი.

ე.ი. 100 კმ-ზე იხარჯება 20 ლიტრი საწვავი.

ა) 10 კმ-ზე დახარჯული საწვავი იქნება 10-ჯერ ნაკლები:

$V_1 = 2$ ლიტრი.

ბ) 2 ლიტრი საწვავით გადის 10 კმ-ს, შესაბამისად 150 ლ საწვავით გაივლის 75-ჯერ მეტ მანძილს: $L = 10$ კმ $\cdot 75 = 750$ კმ.

პასუხი: ა) 2 ლიტრს; ბ) 750 კმ-ს.

22. სატვირთო ავტომობილს გადააქვს 5 სმ x 10 სმ x 20 სმ ზომების მქონე 3000 ცალი ერთნაირი აგური. აგურის სიმკვრივეა 2000 კგ/მ³. იპოვეთ სატვირთო ავტომობილზე მოთავსებული აგურების მასა.

მოცემულია:

$N = 3000$

$V_1 = 0{,}05$მ x 0.1მ x 0.2მ

$\rho = 2000$ კგ/მ³

———————

$M = ?$

ამოხსნა:

ერთი აგურის მოცულობა: $V_1 = 0.001$ მ³.

ერთი აგურის მასა: $m_1 = \rho \cdot V_1 = 2$ კგ.

3000 აგურის მასა: $M = N \cdot m_1 = 3000 \cdot 2 = 6000$ კგ.

პასუხი: 6000 კგ (6 ტონა).

23. კუბის ფორმის ავზი, რომლის წიბოს სიგრძე 30 სმ-ია, ბოლომდე სავსეა 1 გ/სმ³ სიმკვრივის სითხით. ავზში ფრთხილად უშვებენ ოთხ ერთნაირ კუბს, რომელთა წიბოს სიგრძე სამჯერ ნაკლებია ავზის წიბოს სიგრძეზე, ხოლო სიმკვრივე ათჯერ მეტია სითხის სიმკვრივეზე. იპოვეთ: ა) ავზიდან გადმოღვრილი სითხის მასა; ბ) დარჩენილი სითხისა და კუბების საშუალო სიმკვრივე.

მოცემულია:

$a_{ავზი} = 30$ სმ

$\rho_{სითხე} = 1$ გ/სმ³

$N = 4$ კუბი

$a_{კუბი} = 10$ სმ

$\rho_{კუბი} = 10$ გ/სმ³

———————

ამოხსნა:

ა) გადმოღვრილი სითხის მოცულობა უდრის ჩაშვებული 4 კუბის საერთო მოცულობას.

ერთი კუბის მოცულობა: $V_{კუბი} = 1000$ სმ³.

4 კუბის მოცულობა: $V = 4000$ სმ³.

გადმოღვრილი სითხის მასა: $m_{გად} = \rho_{სითხე} \cdot V = 4$ კგ.

ა) $m_{\text{გადმოღვრილი}}$ = ?
ბ) $\rho_{\text{საშ}}$ = ?

ბ) საშუალო სიმკვრივის საპოვნელად დარჩენილი სითხის მასა + 4 კუბის მასა შევაფარდოთ ავზის სრულ მოცულობასთან.
$V_{\text{ავზი}}$= 27000 სმ³.
სითხის საწყისი მასა ავზში: $m_{\text{საწყ}}$ = 27000 გ.
დარჩენილი სითხის მასა: $m_{\text{დარჩ}}$ = 23000 გ.
4 კუბის მასა: $4m_1 = 4 \cdot 10$ გ/სმ³ $\cdot$ 1000 სმ³ = 40000 გ.
ჯამური მასა: M = 23000 გ + 40000 გ = 63000 გ.
საშუალო სიმკვრივე: $\rho_{\text{საშ}} = \frac{M}{V_{\text{ავზი}}} = \frac{7}{3}$ გ/სმ³.
პასუხი: ა) 4 კგ; ბ) ≈ $\frac{7}{3}$ გ/სმ³.

24. რა მანძილს გაივლის 72 კმ/სთ სიჩქარით მოძრავი ავტომობილი 1 წთ-ში?

მოცემულია:
v = 72 კმ/სთ = 20 მ/წმ
t = 1 წთ = 60 წმ
S = ?

ამოხსნა:
S = v $\cdot$ t = 20 მ/წმ $\cdot$ 60 წმ = 1200 მ.
პასუხი: 1200 მ (ან 1.2 კმ).

25. წრიულ სარბენ ბილიკს ლუკამ 10 წუთში 5-ჯერ შემოურბინა. რისი ტოლია ბილიკის სიგრძე, თუ ლუკა, თანაბრად, 5 მ/წმ სიჩქარით დარბოდა?

მოცემულია:
t = 10 წთ = 600 წმ
N = 5
v = 5 მ/წმ
$L_{\text{ბილიკი}}$ = ?

ამოხსნა:
ლუკას მიერ გავლილი მანძილი: S = v $\cdot$ t= 3000 მ.
რადგან მან 5-ჯერ შემოურბინა, ბილიკის სიგრძე: $L = \frac{s}{5}$
$L_{\text{ბილიკი}}$= 600 მ.
პასუხი: 600 მ.

26. ბაქანზე მდგომ დამკვირვებელს თანაბრად მოძრავი მატარებლის პირველმა ორმა ვაგონმა 5 წამში ჩაუარა, დანარჩენმა ვაგონებმა კი 15 წამში. რამდენი ვაგონისგან შედგება მატარებელი?

მოცემულია:
t_1 = 5 წმ (2 ვაგონზე)
t_2 = 15 წმ (დანარჩენ ვაგონებზე)
N= ?

ამოხსნა:
თუ 2 ვაგონის ჩავლას 5 წამი სჭირდება, მაშინ 1 ვაგონის ჩავლას სჭირდება = 2.5 წამი (მივიჩნევთ, რომ ვაგონები ერთნაირია და სიჩქარე თანაბარია).
დანარჩენ ვაგონებზე დახარჯულია 15 წამი, შესაბამისად მათი რაოდენობაა 15 / 2.5 = 6 ვაგონი.
სულ მატარებელში არის: 2 + 6 = 8 ვაგონი.
პასუხი: 8 ვაგონისგან.

27. ცხინვალიდან გორამდე მანძილი დაახლოებით 43 კმ-ია. რა დრო მოანდომა ავტომობილმა გორიდან ცხინვალში ჩასვლას, თუ ცნობილია, რომ ამ გზის 5 კმ-იან დაზიანებულ უბანზე ის 5 მ/წმ სიჩქარით მოძრაობდა, დანარჩენ დაუზიანებელ უბანზე კი – 20 მ/წმ სიჩქარით.

მოცემულია:
S = 43 კმ = 43000 მ
S_1 = 5 კმ = 5000 მ
v_1 = 5 მ/წმ
S_2 = 43000 მ - 5000 მ = 38000 მ
v_2 = 20 მ/წმ
t = ?

ამოხსნა:
პირველ უბანზე დრო: $t_1 = \frac{S_1}{v_1}$ = 1000 წმ.
მეორე უბანზე დრო: $t_2 = \frac{S_2}{v_2}$ = 1900 წმ.
სრული დრო: $t = t_1 + t_2$ = 2900 წმ (48 წთ და 20 წმ).
პასუხი: 2900 წმ (48 წთ 20 წმ).

28. ავტომობილმა გზის საწყისი 600 მეტრი 20 წამში გაიარა, მომდევნო 1 კმ კი 3 წუთში. განსაზღვრეთ ავტომობილის საშუალო სიჩქარე მთელ გზაზე.

მოცემულია:

$S_1 = 600$ მ

$t_1 = 20$ წმ

$S_2 = 1$ კმ $= 1000$ მ

$t_2 = 3$ წთ $= 180$ წმ

$v_{საშ} = ?$

ამოხსნა:

სრული მანძილი: $S = 600$ მ $+ 1000$ მ $= 1600$ მ.

სრული დრო: $t = 20$ წმ $+ 180$ წმ $= 200$ წმ.

საშუალო სიჩქარე: $v_{საშ} = \frac{s}{t} = 8$ მ/წმ.

პასუხი: 8 მ/წმ.

29. ავტომობილმა 2 სთ-ის განმავლობაში 40 კმ/სთ სიჩქარით თანაბრად იმოძრავა, შემდეგ 1 სთ გაჩერებული იყო, ხოლო მომდევნო 2 სთ-ის განმავლობაში კვლავ თანაბრად, 60 კმ/სთ სიჩქარით იარა. რისი ტოლია ავტომობილის საშუალო სიჩქარე მთელ გზაზე?

მოცემულია:

$t_1 = 2$ სთ

$v_1 = 40$ კმ/სთ

$t_2 = 1$ სთ

$v_2 = 0$

$t_3 = 2$ სთ

$v_3 = 60$ კმ/სთ

$v_{საშ} = ?$

ამოხსნა:

გავლილი მანძილები:

$S_1 = v_1 \cdot t_1 = 80$ კმ.

$S_2 = 0$.

$S_3 = v_3 \cdot t_3 = 120$ კმ.

სრული მანძილი $S = S_1 + S_2 + S_3 = 200$ კმ.

სრული დრო $t = t_1 + t_2 + t_3 = 5$ სთ.

საშუალო სიჩქარე $v_{საშ} = \frac{s}{t} = 40$ კმ/სთ.

პასუხი: 40 კმ/სთ.

30. გასავლელი გზის ნახევარი ავტომობილმა 20 მ/წმ სიჩქარით, ხოლო გზის მეორე ნახევარი 30 მ/წმ სიჩქარით თანაბრად იარა. განსაზღვრეთ ავტომობილის საშუალო სიჩქარე მთელ გზაზე.

მოცემულია:

$S_1 = S/2$

$v_1 = 20$ მ/წმ

$S_2 = S/2$

$v_2 = 30$ მ/წმ

$v_{საშ} = ?$

ამოხსნა:

საშუალო სიჩქარე გზის თანაბრად დაყოფისას გამოითვლება ჰარმონიული საშუალოს ფორმულით: $v_{საშ} = \frac{2 \cdot v_1 \cdot v_2}{v_1 + v_2}$

ჩავსვათ: $v_{საშ} = 24$ მ/წმ.

პასუხი: 24 მ/წმ.

31. 2 სთ-ის განმავლობაში მოტოციკლმა 60 კმ/სთ სიჩქარით იმოძრავა, შემდეგი 2 სთ-ის განმავლობაში ის გაჩერებული იყო, ხოლო მომდევნო 1 საათი, კვლავ თანაბრად, 80 კმ/სთ სიჩქარით იარა. რისი ტოლია მოტოციკლის საშუალო სიჩქარე მთელ გზაზე?

მოცემულია:

$t_1 = 2$ სთ

$v_1 = 60$ კმ/სთ

$t_2 = 2$ სთ

$v_2 = 0$

$t_3 = 1$ სთ

$v_3 = 80$ კმ/სთ

$v_{საშ} = ?$

ამოხსნა:

$S_1 = v_1 \cdot t_1 = 120$ კმ.

$S_2 = 0$.

$S_3 = v_3 \cdot t_3 = 80$ კმ.

$S = s_1 + s_2 + s_3 = 200$ კმ.

$t = t_1 + t_2 + t_3 = 5$ სთ.

$v_{საშ} = \frac{s}{t} = 40$ კმ/სთ.

პასუხი: 40 კმ/სთ.

32. ველოსიპედისტმა S=300 მ მანძილი v=10 მ/წმ საშუალო სიჩქარით გაიარა. ამ გზის პირველი ნაწილი მან 5 მ/წმ სიჩქარით გაიარა, მეორე ნაწილი კი – 30 მ/წმ სიჩქარით. იპოვეთ გზის მეორე ნაწილზე ველოსიპედისტის მოძრაობის დრო.

მოცემულია:

$S = 300$ მ

$v_{საშ} = 10$ მ/წმ

$v_1 = 5$ მ/წმ

$v_2 = 30$ მ/წმ

$t_2 = ?$

ამოხსნა:

სრული დრო: $t = \frac{s}{v_{საშ}} = 30$ წმ.

ვიცით, რომ $S_1 + S_2 = 300$ მ და $t_1 + t_2 = 30$ წმ.

$S_1 = v_1 \cdot t_1 = 5 \cdot t_1$ და $S_2 = v_2 \cdot t_2 = 30 \cdot t_2$.

ასევე $t_1 = 30 - t_2$.

ჩავსვათ განტოლებაში: $5(30 - t_2) + 30t_2 = 300$

$150 - 5t_2 + 30t_2 = 300$

$25t_2 = 150$

$t_2 = 6$ წმ.

პასუხი: 6 წამი.

33. მოტოციკლმა S=400 მ მანძილი v=20 მ/წმ საშუალო სიჩქარით გაიარა. ამ გზის პირველი ნაწილი მოტოციკლმა 10 მ/წმ სიჩქარით თანაბრად გაიარა, მეორე ნაწილი კი – 30 მ/წმ სიჩქარით. იპოვეთ გზის პირველი ნაწილის სიგრძე.

მოცემულია:

$S = 400$ მ

$v_{საშ} = 20$ მ/წმ

$v_1 = 10$ მ/წმ

$v_2 = 30$ მ/წმ

$S_1 = ?$

ამოხსნა:

სრული დრო: $t = \frac{s}{v_{საშ}} = 20$ წმ.

ვიცით, რომ $t_1 + t_2 = 20$ წმ და $S_1 + S_2 = 400$ მ.

ვინაიდან $S_2 = 400 - S_1$, შეგვიძლია ჩავწეროთ: $\frac{s_1}{v_d} + \frac{400 - s_1}{v_2} = t$.

გავამრავლოთ 30-ზე: $3S_1 + 400 - S_1 = 600$

$2S_1 = 200$

$S_1 = 100$ მ.

პასუხი: 100 მ.

34. კურდღელი გარბის 18 კმ/სთ სიჩქარით, მწევარი მისდევს მას 36 კმ/სთ სიჩქარით. დროის საწყის მომენტში კურდღელი 30 მ-ით წინაა მწევარზე. კურდღლის საწყისი მდებარეობიდან რა მანძილზე დაეწევა მწევარი მას?

მოცემულია:

$V_1 = 18$ კმ/სთ $= 5$ მ/წმ

$v_2 = 36$ კმ/სთ $= 10$ მ/წმ

$S_0 = 30$ მ

$S = ?$

ამოხსნა:

ფარდობითი სიჩქარე, რომლითაც მწევარი უახლოვდება კურდღელს: $v = v_2 - v_1 = 5$ მ/წმ.

დასაწევად საჭირო დრო: $t = \frac{s_0}{v} = 6$ წამი.

ამ დროში კურდღელი გაივლის: $S = v_1 \cdot t = 30$ მ.

(ანუ მწევარი გაივლის 60 მეტრს, საიდანაც 30 იყო საწყისი დაშორება, ხოლო 30 თავად კურდღელმა გაირბინა).

პასუხი: 30 მეტრზე.

35. ნავმა მდინარის დინების მიმართულებით ცურვისას, 40 წმ-ში ნაპირის მიმართ 120 მ გაიარა, იგივე მანძილის გავლას დინების საწინააღმდეგო მიმართულებით კი 60 წამი მოანდომა. იპოვეთ მდინარის დინების სიჩქარე, თუ ნავის სიჩქარე წყლის მიმართ ორივე შემთხვევაში ერთნაირია.

მოცემულია:

$t_1 = 40$ წმ

$t_2 = 60$ წმ

$S = 120$ მ

$v_{მდი} = ?$

ამოხსნა:

დინების მიმართულებით სიჩქარე: $v_1 = \frac{s}{t_1} = 3$ მ/წმ. $v_{ნავ} + v_{მდი} = 3$ მ/წმ

დინების საპირისპიროდ სიჩქარე: $v_2 = \frac{s}{t_2} = 2$ მ/წმ. $v_{ნავ} - v_{მდი} = 2$ მ/წმ

გამოვაკლოთ პირველ განტოლებას მეორე: $2v_{მდი} = 1$ მ/წმ.

$v_{მდი} = 0{,}5$ მ/წმ.

პასუხი: 0.5 მ/წმ.

36*. ერთ რიგად მოწყობილი სპორტსმენები გარბიან v=4 მ/წმ სიჩქარით. კოლონის სიგრძე 30 მ-ია. მათ შესახვედრად მორბის მწვრთნელი u=2 მ/წმ სიჩქარით. ყოველი სპორტსმენი მწვრთნელთან შეხვედრისთანავე ბრუნდება უკან 4 მ/წმ-ით. იპოვეთ: ა) პირველი სპორტსმენის მობრუნებიდან რა დროში მობრუნდება ბოლო? ბ) რა სიჩქარით შორდება პირველი სპორტსმენი მწვრთნელს? გ) რისი ტოლი იქნება ახალი კოლონის სიგრძე?

მოცემულია:

$v = 4$ მ/წმ

$L_1 = 30$ მ

$u = 2$ მ/წმ (შემხვედრი)

———————

ა) $t = ?$ ბ) $v_2 = ?$ გ) $L_2 = ?$

ამოხსნა:

ა) როცა პირველი სპორტსმენი ხვდება მწვრთნელს (ამ მომენტს ჩავთვლით t=0), ბოლო სპორტსმენი 30 მეტრითაა უკან. მწვრთნელი და ბოლო სპორტსმენი უახლოვდებიან ერთმანეთს ფარდობითი სიჩქარით

$v_1 = v + u = 6$ მ/წმ. შეხვედრის დრო: $t = \frac{L_1}{v_1} = 5$ წამი.

ბ) პირველი სპორტსმენი მობრუნდა და დარბის უკან 4 მ/წმ-ით. მწვრთნელი აგრძელებს მოძრაობას 2 მ/წმ-ით (იმავე მიმართულებით, საითაც პირველი სპორტსმენი ახლა). ისინი შორდებიან ერთმანეთს ფარდობითი სიჩქარით

$v_2 = v - u = 2$ მ/წმ.

გ) ახალი კოლონის სიგრძე წარმოადგენს მანძილს პირველსა და ბოლო სპორტსმენს შორის მას შემდეგ, რაც ბოლო სპორტსმენიც მობრუნდება, იგი იმყოფება მწვრთნელთან ერთად. მწვრთნელი და პირველი სპორტსმენი ერთმანეთს შორდებიან 2 მ/წმ სიქარით, შესაბამისად მათ შორის მანძილი

5 წმ-ში 10 მ იქნება.

პასუხი: ა) 5 წამი; ბ) 2 მ/წმ; გ) 10 მ.

37. v სიჩქარით მოძრავ ესკალატორს მასზე უძრავად მდგომი გოგონა ქვევით 1 წუთში ჩაჰყავს. რა დროში ჩავა გოგონა ქვევით, თუ ის ესკალატორის მიმართ, ესკალატორის მოძრაობის მიმართულებით 0.2v სიჩქარით ივლის?

მოცემულია:

$t_1 = 1$ წთ $= 60$ წმ

$v_1 = v$

$v_2 = 0{,}2v$

———————

$t_2 = ?$

ამოხსნა:

ესკალატორის სიგრძე $L = v_1 \cdot t_1 = v \cdot 60$.

როცა გოგონაც მოძრაობს მისი სიჩქარე დედამიწის მიმართ

$v_3 = v + 0{,}2v = 1{,}2v$.

ჩასვლის დრო: $t_2 = \frac{L}{v_3} = 50$ წამი.

პასუხი: 50 წამში.

38. ავტომობილმა თანაბარი მოძრაობით მთელი გზის მესამედი 80 კმ/სთ სიჩქარით გაიარა, გზის დარჩენილი ნაწილი კი 40 კმ/სთ სიჩქარით. რა საშუალო სიჩქარით გაიარა ავტომობილმა მთელი გზა?

მოცემულია:

$S_1 = S/3$

$v_1 = 80$ კმ/სთ

$S_2 = 2S/3$

$v_2 = 40$ კმ/სთ

———————

$V_{საშ} = ?$

ამოხსნა:

$t_1 = \frac{S_1}{v_1} = \frac{s}{240}$.

$t_2 = \frac{S_2}{v_2} = \frac{s}{60}$.

სრული დრო: $t = t_1 + t_2 = \frac{s}{48}$.

$v_{საშ} = \frac{s}{t} = 48$ კმ/სთ.

პასუხი: 48 კმ/სთ.

39. ერთი მატარებელი, რომლის სიგრძე 120 მ-ია, მოძრაობს თანაბრად, 12 მ/წმ სიჩქარით. მას წამოეწია და გაასწრო პარალელურ რელსზე 20 მ/წმ სიჩქარით მოძრავმა მეორე მატარებელმა, რომლის სიგრძე 200 მ-ია. რა დროში ჩაუარა მეორე მატარებელმა პირველ მატარებელს?

მოცემულია:

$L_1 = 120$ მ

$v_1 = 12$ მ/წმ

$L_2 = 200$ მ

$v_2 = 20$ მ/წმ

$t = ?$

ამოხსნა:

ფარდობითი სიჩქარე (რადგან ერთი მიმართულებით მოძრაობენ) $v = v_2 - v_1 = 8$ მ/წმ.

გასწრებისას გასავლელი ჯამური მანძილი $L = L_1 + L_2 = 320$ მ.

$t = \frac{L}{v} = 40$ წამი.

პასუხი: 40 წამში.

40. კატერმა ცხინვალიდან ერგნეთისკენ ლიახვის დინების მიმართულებით 2,4 კმ გაიარა და მისვლისთანავე უკან, ისევ ცხინვალში გამობრუნდა. ლიახვის დინების სიჩქარე 1 მ/წმ-ია, კატერის სიჩქარე წყლის მიმართ კი – 5 მ/წმ. განსაზღვრეთ კატერის: ა) მდინარეზე დინების მიმართულებით მოძრაობის დრო; ბ) უკან მოძრაობის დრო; გ) მთელ გზაზე მოძრაობის საშუალო სიჩქარე.

მოცემულია:

$S = 2,4$ კმ $= 2400$ მ

$v_1 = 1$ მ/წმ

$v_2 = 5$ მ/წმ

ა) $t_1 = ?$

ბ) $t_2 = ?$

გ) $v_{საშ} = ?$

ამოხსნა:

ა) დინების მიმართულებით სიჩქარეა $v_3 = v_1 + v_2$ $v_3 = 6$ მ/წმ

$t_1 = \frac{s}{v_3} = 400$ წამი.

ბ) დინების საპირისპიროდ სიჩქარეა $v_4 = v_1 - v_2$ $v_4 = 4$ მ/წმ

$t_2 = \frac{s}{v_4} = 600$ წამი.

გ) სრული მანძილი $s_{სრ} = 2s = 4800$ მ.

სრული დრო $t_{სრ} = 1000$ წამი.

$v_{საშ} = \frac{S_{სრ}}{t_{სრ}} = 4,8$ მ/წმ.

პასუხი: ა) 400 წმ; ბ) 600 წმ; გ) 4,8 მ/წმ.

1999 წლის 23–28 ივლისს პირველი ქართული კოსმოსური ობიექტი — გასაშლელი რეფლექტორული ანტენა — ღია კოსმოსურ სივრცეში წარმატებით გამოიცადა. იგი ჯერ ორბიტულ სადგურზე გაიშალა, შემდეგ კი დამოუკიდებლად განაგრძო მოძრაობა დედამიწის გარშემო. ამ ექსპერიმენტმა დაამტკიცა, რომ შესაძლებელია დიდი ზომის ანტენის კოსმოსში დაკეცილი სახით გატანა, შემდეგ მისი გაშლა და წარმატებით გამოყენება. მსგავსი ანტენები აუცილებელია ინფორმაციის მიღება-გადაცემისთვის კოსმოსურ აპარატებს შორის, დედამიწის შესწავლისა და კოსმოსური კვლევებისთვის.

პირველი ქართული კოსმოსური ობიექტის გენერალური კონსტრუქტორია ქართველი მეცნიერი და ინჟინერი, აკადემიკოსი ელგუჯა მეძმარიაშვილი. მან მნიშვნელოვანი წვლილი შეიტანა საქართველოში კოსმოსური საინჟინრო დარგის განვითარებაში და ჩამოაყალიბა კოსმოსური ტექნიკის სამეცნიერო სკოლა.

პირველი ქართული კოსმოსური ობიექტის წარმატებული გამოცდა მნიშვნელოვანი მოვლენაა დამოუკიდებელი საქართველოს ისტორიაში. ამ წარმატებამ მსოფლიოს დაანახა, რომ ქართველ მეცნიერებსა და ინჟინრებს შეუძლიათ თანამედროვე კოსმოსური ტექნიკის შექმნა და საერთაშორისო მნიშვნელობის სამეცნიერო პროექტებში მონაწილეობა.

23 ივლისი საქართველოში აღინიშნება, როგორც პირველი ქართული კოსმოსური ობიექტის დღე.

ფოტო ყდაზე: გასაშლელი რეფლექტორული ანტენა, გადაღებული ორბიტულ სადგურზე ასტრონავტების ინტერნაციონალური ეკიპაჟის წევრის, ფრანგი ასტრონავტის, ჟან-ჰიერ ენიერეს მიერ.

