

საქართველოს სსრ უმაღლესი და საზღვაო სპეციალური განათლების
სამინისტროს უმაღლესი განათლების სამეცნიერო-მეთოდური კაბინეტი

5. გელაუვილი

უმაღლეს სასწავლებლებში ფიზიკის სწავლების მეთოდის საკითხები



თბილისის უნივერსიტეტის გამომცემლობა
თბილისი 1979

ნაშრომში ფიზიკის სწავლების მაგალითზე განხილულია უმაღლეს სკოლაში სწავლების მეთოდის აქტუალური პრობლემები, გაანალიზებულია სტუდენტთა ერთი ნაწილის ცოდნაში შემჩნეული ხარვეზები და ნაჩვენებია მათი გამომწვევი მიზეზები, უმაღლესი განათლების არსებული მდგომარეობის ანალიზის საფუძველზე მოცემულია მეთოდური რეკომენდაციები სწავლების ეფექტურობის ამაღლების, სტუდენტთა დამოუკიდებელი მუშაობის აქტივიზაციის გაუმჯობესების შესახებ.

პრობლემები ძირითადად ფიზიკის სწავლების თვალსაზრისითაა დასმული და გადაწყვეტილი, მაგრამ მიღებული ზოგადი დასკვნები უმეტეს შემთხვევაში საერთოა ყველა საგნისათვის. ამიტომ, აღნიშნული ნაშრომი სარგებლობას მოუტანს სასწავლო-აღმზრდელობითი მუშაობის გაუმჯობესებისა და სწავლების მეთოდების სრულყოფის საქმეში არა მარტო ფიზიკის, არამედ უმაღლესი სასწავლებლების სხვა საგნის ლექტორ-მასწავლებლებსაც.

© თბილისის უნივერსიტეტის გამომცემლობა, 1979

შესავალი

საზოგადოებრივი ცხოვრების, მეცნიერებისა და ტექნიკის განვითარების ახლანდელ ეტაპზე სახალხო მეურნეობის ყველა დარგში მძლავრად იჭრება მეცნიერების ახალი მიღწევები. ცხოვრების ყოველი უბანი, ყოველი სფერო მეცნიერულ-ტექნიკურ საფუძველზე გადადის, ამიტომ თანამედროვე ცხოვრება მკვეთრად აყენებს საკითხს უმაღლესი განათლების მქონე მრავალრიცხოვანი სპეციალისტის მომზადების შესახებ, რაც იმას ნიშნავს. რომ ცხოვრების მოთხოვნების შესაბამისად უმაღლესი განათლება მასობრივი ხდება. ცხადია, ამ მიზნით მეცნიერებისა და ტექნიკის შესწავლის საქმეში ჩაბმული უნდა იყოს არა მარტო ის ახალგაზრდობა, რომელსაც ბუნებისაგან მომადლებული ნიჭი აქვს, არამედ საშუალო სკოლის თითქმის ყველა კურსდამთავრებული. ასეთ პირობებში გადაუდებლად ისმება საკითხი უმაღლესი განათლების პრობლემების მეცნიერული დამუშავებისა და ოპტიმალური გადაწყვეტის, უმაღლესი სკოლის პედაგოგიკის განვითარების, უმაღლეს საფეხურზე სწავლების მეთოდების სრულყოფისა და ეფექტური რეკომენდაციების შემუშავების შესახებ. ყოველივე ეს ახლა აუცილებელია. რადგან სწავლების მოძველებული, ტრადიციული მეთოდებით შეუძლებელია უმაღლესი ვანაოლების მასობრიობის მიღწევა. უნდა შემუშავდეს სწავლების ისეთი რეკომენდაციები, რომელთა გამოყენებაც უმაღლესი განათლების პრაქტიკაში საშუალებას მოგვცემს მივაღწიოთ სტრუქტურულ ახალგაზრდობის მიერ მეცნიერებათა შეთვისების მაღალ დონეს.

უმაღლესი სკოლის მეთოდოლოგია ამჟამად აღმავლობის მდგომარეობაში იმყოფება. სულ რამდენიმე წელია, რაც საკითხი დაისვა უმაღლესი სკოლის პედაგოგიკის, როგორც მეცნიერების შექმნისა და განვითარების აუცილებლობის შესახებ. ეს საკითხი ერთ-ერთმა პირველმა დააყენა აკადემიკოსმა გ. ჭიბლაძემ ნაშრომში „უმაღლესი სკოლის პედაგოგიკა, როგორც მეცნიერება“, რომელიც 1972 წელს გამოიცა.

უკანასკნელ წლებში ყურადღება გამახვილდა, აგრეთვე სხვადასხვა დისციპლინების სწავლების მეთოდოლოგიაზე. ამასთან დაკავშირე-

ბით მრავალი სტატია გამოქვეყნდა ჟურნალში «Вестник высшей школы». მაგრამ უნდა აღინიშნოს, რომ ეს სტატიები ჭერჭერობით მხოლოდ იმაზე მიგვანიშნებენ, რომ გადაუდებლად ისმის საკითხი უმაღლესი სკოლის სწავლების მეთოდების პრობლემების დამუშავებისა და სწავლების მეთოდების სრულყოფაზე და კონკრეტულს, თითქმის, არათერს გვთავაზობენ.

უმაღლესი სკოლის პედაგოგიკისა და მეთოდის საკითხებზე საყურადღებო მოსახრებებია გამოთქმული აკად. გ. ჯიბლაძის მიერ 1974 წელს გამოქვეყნებულ წიგნში „პედაგოგიკა და მეთოდისა“.

ჩვენი პრობლემების სწორი გადაწყვეტისათვის გარკვეული მნიშვნელობა აქვს ევროპის უნივერსიტეტის მეცნიერ-პედაგოგთა კოლექტივის მიერ 1969 წელს გამოქვეყნებულ ნაშრომს «Педагогика высшей школы» (ლექციების ციკლს, რომელშიც უმაღლესი სკოლის ბევრი კარდინალური საკითხია ახლებურად განხილული).

ყურადღებას იმსახურებს ს. ი. ზინოვიევის წიგნი «Учебный процесс в советской высшей школе», რომელიც ერთ-ერთ პირველ გამოკვლევას წარმოადგენს უმაღლესი განათლების საკითხებზე, მაგრამ ამ ნაშრომში სწავლებისა და უმაღლესი განათლების ისტორია უფროა მოცემული, ვიდრე კონკრეტული რეკომენდაციები უმაღლეს სკოლებში სწავლების მდგომარეობის გასაუმჯობესებლად.

უმაღლესი განათლების პედაგოგიკის ზოგიერთ აქტუალურ საკითხებზე ყურადღება გამახვილებულია აგრეთვე ლენინგრადის უნივერსიტეტის ავტორთა კოლექტივის მიერ გამოცემულ წიგნში «Основы вузовской педагогики» აქ ჩამოთვლილი ნაშრომები დიდ ყურადღებას იმსახურებენ იმით, რომ მათში ხაზგასმით არის აღნიშნული აუცილებლობა უმაღლესი სკოლის პედაგოგიკისა და მეთოდის შექმნის, დამუშავებისა და განვითარების შესახებ.

აღნიშნულ ნაშრომებთან ერთად ჩვენს საკვლევ პრობლემას აქტიურად ეხმარება აგრეთვე, ს. ი. არხანგელსკის ნაშრომები «Лекции по теории обучения в высшей школе» (მოსკოვი, 1974 წ.) და «Лекции по научной организации учебного процесса в высшей школе» (მოსკოვი, 1976 წ.), მ. ვ. პოტოცკის წიგნი «Преподавание высшей математики в педагогическом институте» (მოსკოვი, 1975 წ.).

აკად. გ. ჯიბლაძის წიგნში „პედაგოგიკა და მეთოდისა“ დასმულია აგრეთვე პრობლემები, რომელთა გათვალისწინებითაც უხდა წავიდეს ჩვენში უმაღლესი განათლების პედაგოგიკისა და მეთოდის განვითარება.

გამოვიკვლიეთ რა ჩვენში უმაღლესი განათლების თანამედროვე

მდგომარეობა, ამ დარგში მუშაობის პირადი გამოცდილებისა და დაკვირვების საფუძველზე და ვითვალისწინებთ რა ზემოთ დასახელებულ შრომებში გამოთქმულ მოსახრებებსა და დასმული პრობლემების გადაჭრის აქტუალობას, მიზნად დავისახეთ დაგვემუშავებინა უმაღლეს სასწავლებლებში ფიზიკის სწავლების მეთოდის საკითხები და შეგვემუშავებინა მეთოდური რეკომენდაციები, რომელთა დანერგვაც უმაღლესი განათლების პრაქტიკაში, ჩვენი რწმენით, ხელს შეუწყობს სწავლების ეფექტურობის ამაღლებას, სასწავლო-აღმზრდელობითი მუშაობის გაუმჯობესებას და სტუდენტთა შემეცნებითი მოღვაწეობის აქტივიზაციას უმაღლეს სკოლაში.

§ 1. ზიზიკის სწავლების მეთოდის საპრობა. მისი როლი და აღვილი უგაღლეს სკოლაში

სწავლების პროცესის სრულყოფის, სწავლების მაღალ მეცნიერულ-მეთოდურ დონეზე დაყენების საქმეში დიდი როლი ენიჭება ცალკეულ საგანთა სწავლების მეთოდებს. ცხადია მეცნიერების, ტექნიკისა და კულტურის განვითარების ყოველ ეტაპზე წამოიჭრება ახალგაზრდობის თანადროულობის შესაბამისად აღზრდის საკითხი. უფრო მეტიც, აღზრდაში ყოველთვის გათვალისწინებული უნდა იყოს ის მოთხოვნებიც, რომელსაც მომავალი ცხოვრება დააყენებს ადამიანთა საზოგადოების წინაშე, ამიტომ სწავლა-განათლების სფეროში მთავარია ყოველთვის როგორ აღზარდოთ მომავალი თაობა, რა ვასწავლოთ და როგორ ვასწავლოთ. ძალიან ხშირად განათლების დარგის ბევრ სპეციალისტს საკითხი რა ვასწავლოთ და როგორ ვასწავლოთ. საერთოდ, იოლი და მოგვარებული ჰგონია. ფაქტიურად, ადამიანის განათლებულ, კულტურულ და მაღალი კვალიფიკაციის მოქალაქედ ჩამოყალიბებაში სწორედ ესაა მთავარი. მცირედი ჩაფიქრებაც გვაძლევს საშუალებას დავასკვნათ, რომ ესაა ძალიან რთული და დიდ სიძნელებთან დაკავშირებული საქმე.

როგორ აღზარდოთ? — ამას რომ ეუბასუხოთ, უნდა ვიცოდეთ. თითოეული მოქალაქის უფლებები, მოვალეობანი და როლი, ამ საქმეში, მოთხოვნები, რომლებსაც ცხოვრება აყენებს თითოეულსა და მთელი საზოგადოების წინაშე, მოთხოვნები, რომელსაც საზოგადოების, საზოგადოებრივი ცხოვრების, მეცნიერების, ტექნიკის და კულტურის განვითარება დააყენებს მომავალში სახელმწიფოსა და ადამიანთა წინაშე. ყოველივე ამას წინასწარი შესწავლა და გაანალიზება სჭირდება, რომ შემდეგში ყოველივე ეს გათვალისწინებული იქნეს ახალგაზრდა სპეციალისტების აღზრდისა და სწავლების საქმეში. ეს პრობლემა ძირითადად უმაღლესი განათლების პედაგოგიკისა და ფსიქოლოგიის კვლევის საგანია, მაგრამ, რადგან ამ საქმეში გარკვეული წვლილი ცალკეულ მეცნიერულ დისციპლინებს შეაქვს, აუცილებელია ცალკეულ საგანთა სწავლების მეთოდის დამუშავება, სა-

დაც გათვალისწინებული იქნება გარკვეული სპეციალობის სტუდენტების ცოდნის სფეროში ამა თუ იმ მეცნიერების როლი. დონა. მისი სიღრმე და შინაარსი, კავშირი სხვა მეცნიერებებთან.

1. ახლა, როდესაც მეცნიერებამ და ტექნიკამ უმაღლეს დონეს მიაღწია, როცა სწრაფი ტემპით იზრდება იმ ინფორმაციის რაოდენობა, რომელიც სტუდენტობას უნდა მივაწოდოთ, რათა მოცემულ საგანში მათი ცოდნა სრულყოფილი და რაც შეიძლება ფართო იყოს, სულ უფრო აუცილებელი ხდება სწავლების მეთოდების სრულყოფა, სწავლების მეთოდის შექმნა. სწავლების მეთოდებამ უნდა გადაწყვიტოს სწორედ რა ვასწავლოთ და როგორ ვასწავლოთ. რა გზებით, რა მეთოდებით ვისარგებლოთ, რთული და ძნელად ასათვისებელი მასალა რომ მარტივი და ადვილად (სწრაფად) ასათვისებელი გავხადოთ, მკირე დროის დახარჯვით მივაღწიოთ სწავლების მაღალ დონეს, დიდი რაოდენობის ინფორმაციას გადაცემასა და ათვისებას, სწავლების მაღალ ეფექტურობას. ასე ნავალითად, ფიზიკის სწავლების მეთოდებამ უნდა გადაწყვიტოს, თუ რა უნდა ისწავლებოდეს თანამედროვე ეტაპზე, რა შეიძლება ამოვიღოთ სასწავლო პროგრამიდან და რა უნდა შევიტანოთ მასში, რომ სასწავლო პროცესი მუდამ უშუალოდ კავშირში (შესაბამისობაში) იყოს მეცნიერებისა და ტექნიკის განვითარების. ცხოვრების თანამედროვე მოთხოვნებთან. ამ აზრს საილუსტრაციოდ წეგვიძლია ნიკავალი მაგალითიდან დავასახელოთ შემდეგი: იმისათვის რომ დროში მოვიგოთ და სტუდენტობას რაც შეიძლება მათთვის უცნობი მეტი რაოდენობის ინფორმაცია მივაწოდოთ. საქროა ზოგადი ფიზიკის კურსიდან (და არა მარტო პროგრამიდან) ამოღებულ იქნეს თანაბარწრფივი მოძრაობა. წრფევი თანაბარი მოძრაობის სიჩქარე, სიჩქარის ერთეულები. თანაბარი მოძრაობა წრფევირზე, იმ მოსაზრების საფუძველზე, რომ აქ ჩამოთვლილ მოძრაობათა სახეები სტუდენტებს ფიზიკის სასკოლო კურსშიც აქვთ შესწავლილი და ამისათვის დროს ვაცდენა მიზანშეწონილი არ არის. გარდა ამისა, აქ ჩამოთვლილი მოძრაობები მოძრაობათა კერძო სახეებია. მოძრაობის ზოგად სახეს წარმოადგენს არათანაბარი მრუდწირული მოძრაობა. ამიტომ მიზანშეწონილად უნდა იქნეს მიჩნეული, რომ ზოგადი ფიზიკის შესწავლა დაწყებულ იქნეს არათანაბარი მრუდწირული მოძრაობის შესწავლით, რომლის ფორმულებიდანაც ძალიან მარტივად მიიღება თანაბარწრფივი თანაბარჩქარებული წრფივი და თანაბარი წრიული მოძრაობის განტოლებები, როგორც კერძო შემთხვევები. ეს იმიოაც სასარგებლოა, რომ ნათლად გამოჩნდება კავშირი მოძრაობის სხვადასხვა სახეებს შორის. გამოჩნდება რთულისა და მარტივის, ზოგადისა და კერძოს

ურთიერთკავშირის დიალექტიკა. ნათლად გამოჩნდება აგრეთვე სწავლების პროცესში რთულიდან მარტივისაკენ გადასვლის სარგებლობა და დასაბუთება, რომლის გამოყენებასაც გარკვეული სარგებლობის მოტანა შეუძლია და პრაქტიკული მნიშვნელობა აქვს, როცა პარტივი უკვე წინასწარ ცნობილია.

2. ფიზიკის სწავლების მეთოდის ამოცანა ისიც, რომ დააზუსტოს საზღვრები მონათესავე საგნებთან, გაარკვიოს ფიზიკის ესა თუ ის საკითხი, ესა თუ ის კანონზომიერება (თუ მოვლენა) რა როლს ასრულებს სხვა მონათესავე დისციპლინების შესწავლის საქმეში, რა დოზით, სიღრმით და შინაარსითაა იგი საჭირო მოცემულ სპეციალობის სტუდენტთა მომზადების საქმეში და, საერთოდ, მათ მომავალ საქმიანობაში არჩეული სპეციალობის მიხედვით. ასე მაგალითად, ფიზიკაში ისწავლება ძალის მომენტი — რადიუს-ვექტორისა და ძალის ვექტორული ნამრავლი. ისმის კითხვა — როგორი მოცულობით შევასწავლოთ ეს საკითხი ფიზიკის კურსში? მივცეთ მარტო განმარტება და მიმართულების განსაზღვრა, თუ შევასწავლოთ ამ ნამრავლის სიდიდის განსაზღვრაც ფართობის მიხედვითაც და ვასწავლოთ მისი გეგმილებში ჩაწერაც? ეს საკითხი თეორიულ მექანიკასა და მასალათა გამძლეობაშიც ისწავლება და ამიტომ ზოგიერთი ლექტორი ფიზიკის კურსში ამ საკითხს სრულყოფილად არ ასწავლის, რადგან ითვალისწინებს მის შესწავლას სხვა საგნებშიც.

ჩვენ მიზანშეწონილად მიგვაჩნია ამ საკითხის სრულყოფილი შესწავლა ფიზიკის კურსში, ხოლო სხვა საგნებში (მაგალითად, თეორიულ მექანიკასა და მასალათა გამძლეობაში) ფიზიკაში შექმნილი ცოდნის გამოყენება უნდა ხდებოდეს, მასზე დაყრდნობით უნდა წარმოებდეს სხვა საკითხების ახსნა. სწორედ ამ თვალსაზრისით უნდა მიმდინარეობდეს ყველა სპეციალობაზე ფიზიკის სწავლება, სწორედ ეს უნდა იყოს ცნობილი მოცემული სპეციალობის სტუდენტებთან მომუშავე ყველა ფიზიკოსისათვის და მაშინ იქნება დაცული ფიზიკის სწავლების ერთიანობა ერთსა და იმავე სპეციალობებზე. ხშირად ასეთი საკითხების წამოჭრის დროს პედაგოგთა ერთი ნაწილი საჭიროდ არ მიიჩნევს უმაღლეს სასწავლებლებში ფიზიკის სწავლების მეთოდის დამუშავებას იმ მოტივით თითქოსდა, რა უნდა ვასწავლოთ, გათვალისწინებულია პროგრამითაც და წიგნითაცო, მაგრამ მათი მტკიცება ყოველგვარ საფუძველსაა მოკლებული, რადგან სასწავლო პროგრამაში მხოლოდ ჩამოთვალა იმ საკითხებისა, რომლებიც უნდა ვასწავლოთ მოცემული სპეციალობის სტუდენტებს და არ არის მოცემული ის, თუ მაინც და მაინც რა სიღრმით, რა შინაარსით, რა მოცულობით ვასწავლოთ და რას უნდა მიეჭყეს განსაკუთ-

რებული ყურადღება. ეს გასაგებია. ეს ხომ სწავლების მეთოდის საკითხებია და არა პროგრამისა. სახელმძღვანელო კი სტუდენტებისათვის იწერება და სტუდენტმა ის კი არ უნდა იცოდეს როგორ ასწავლოს, არამედ, ის თუ რა და როგორ ისწავლოს. მაშასადამე, სწავლების მეთოდიკა სტუდენტთათვის განკუთვნილ სახელმძღვანელოში არაა მოცემული, თუმცა, ნორმალურ პირობებში. სახელმძღვანელო შედგენილი უნდა იქნეს პედაგოგიკისა და მეთოდის მოთხოვნათა გათვალისწინებით. სუსტადაა განვითარებული უმაღლესი განათლების პედაგოგიკა, საზოგადოდ და კერძოდ ფიზიკის სწავლების მეთოდიკა უმაღლეს სასწავლებლებში, სწორედ ამიტომაც. რომ ხშირად სწავლების დონე, მისი სიღრმე და შინაარსი განისაზღვრება არა ფაკულტეტის, სპეციალობის ინტერესებითა და მოთხოვნებით, არა ფიზიკის კავშირით სხვა მომიჯნავე და ფაკულტეტის სპეციალურ საგნებთან, არა ფიზიკის საჭიროების გათვალისწინებით სხვა სპეციალური ან მონათესავე საგნების შესწავლის საქმეში, არამედ ლექტორის მომზადების დონით, მისი სუბიექტური სურვილებითა და შესაძლებლობით. ლაკონურად რომ გამოვთქვათ, ვისაც, როგორ სურს და როგორ შეუძლია, ისე წარმართავს ფიზიკის სწავლებას (ასე ხდება სხვა საგნებშიც). აქედან გამომდის დასკვნა, რომ უმეტეს შემთხვევაში არ არსებობს სწავლების ერთიანი პრინციპი, რომელიც დაფუძნებული იქნება პედაგოგიურ-მეთოდურ მოთხოვნებზე და სავალდებულო ყველა. ლექტორისათვის განურჩევლად მათი მეცნიერული რანგისა, განურჩევლად მათი სუბიექტური სურვილებისა და შეხედულებებისა.

აქედან გამომდინარე შეიძლება დავასკვნათ, რომ მოცემულ სპეციალობაზე ფიზიკის (ან სხვა საგნის) სწავლების შინაარსი, სიღრმე და მოცულობა წინასწარ უნდა იქნეს დადგენილი პედაგოგიურ-მეთოდურ მოთხოვნებთან საფუძველზე. ყველა ლექტორისათვის სავალდებულო უნდა იყოს ისე მოაწყოს სწავლება, რომ ამ პროცესში უზრუნველყოს პედაგოგიკისა და მეთოდის მოთხოვნათა განხორციელება. ყოველი ლექტორი ვალდებული უნდა იყოს ლექციის კითხვა, საგნის სწავლება წარმართოს სათანადო მეთოდის მიხედვით. უფრო მოკლედ რომ ვთქვათ, მეთოდიკა კი არ უნდა აიგოს ნებისმიერი ლექტორის მომზადების შესაბამისად, არამედ ლექტორის მუშაობა უნდა წარმართოს მეთოდის მიერ დადგენილი ნორმების შესაბამისად.

3. რადგანაც უმაღლეს სასწავლებლებში არ არსებობს სწავლების ერთიანი პრინციპი, სწავლება ერთიანი მოთხოვნების შესაბამისად,

ერთიან მეთოდოლოგიურ დონეზე; ცხადია, არ არსებობს ერთიანი მიდგომა სტუდენტთა ცოდნის შემოწმებაშიც. სწორედ ამიტომ ხდება, რომ ერთი და იმავე სპეციალობის სტუდენტებს ერთსა და იმავე საგანში ერთი და იმავე ცოდნის შეფასებისას სხვადასხვა ლექტორი სხვადასხვა ნიშანს უწერს. ამის გამართლებად ის მიაჩნიათ, რომ ამა თუ იმ საკითხზე სხვადასხვა ლექტორის შეხედულება სხვადასხვა არის. სხვადასხვა ლექტორი ერთსა და იმავე საკითხზე პასუხისას სხვადასხვა მხარეს აქცევს ყურადღებას. თუ ერთ მათგანს რაიმე მომენტი, რაიმე პუნქტი პასუხში მთავრად, პირველხარისხოვნად მიაჩნია, მეორე მას მეორეხარისხოვნად თვლის და პირიქით. სწორედ ესაა ძირითადი მიზეზი იმისა, რომ უმეტეს შემთხვევაში ადგილი აქვს ცოდნის შეფასებისადმი არაობიექტურ მიდგომას. მეთოდოლოგიკამ უნდა განსაზღვროს მოცემული სპეციალობის გარკვეულ საგანში სტუდენტებისათვის პროგრამული საკითხებიდან რაა მთავარი, პირველხარისხოვანი და რაა მეორეხარისხოვანი. ეს ყველა ლექტორმა კარგად უნდა იცოდეს და თითოეული ერთნაირი კრიტერიუმით უნდა მიუდგეს სტუდენტის ცოდნის შეფასებას გამოცდის დროს. უნდა არსებობდეს ცოდნის შეფასების ნორმები, კრიტერიუმები, რომლის მიხედვითაც დადგენილი იქნება რაზე უნდა გამახვილდეს ყურადღება გამოცდის დროს, რა სფეროში, რა მოთხოვნების გათვალისწინებით მოხდება სტუდენტის ცოდნის შემოწმება: რა შემთხვევაში დაიწერება ორი, სამი, ოთხი და ხუთი. მოთხოვნათა ეს დადგენილი ნორმები ცნობილი უნდა იყოს არა მარტო ლექტორებისათვის, არამედ სტუდენტებისთვისაც. ყველა ლექტორისთვის სავალდებულო უნდა იყოს ამ ნორმების დაცვა გამოცდების დროს. უმაღლესი განათლების სამინისტრომ უნდა შეადგინოს შესაბამისი ინსტრუქცია ცალკეულ საგანში სასესიო გამოცდების ჩატარებისა და შეფასების ნორმების შესახებ, სადაც ჩამოთვლილი იქნება ყველა ის მოთხოვნა, რაც სტუდენტებს წაეყენება ამა თუ იმ საგნის ჩაბარების დროს.

მართალია სსრკ უმაღლესი და საშუალო სპეციალური განათლების სამინისტრომ 1977 წლის ივნისში უმაღლეს სასწავლებლებს დაუფავანა სტუდენტთა ცოდნის შეფასების შესახებ ინსტრუქცია, მაგრამ იგი კონკრეტული არაა და მასში არ არის გათვალისწინებული მოცემული საგნის სპეციფიკა და დანიშნულება ფაკულტეტის პროფილის შესაბამისად. მასში მოცემული ხუთიანისადმი და სამიანისადმი წაყენებული მოთხოვნები გადაჭარბებულად გვეჩვენება, თუ საგანი მოცემული სპეციალობისათვის მაპროფილებელი არ არის.

4. მეთოდოლოგიკამ უნდა განსაზღვროს ლაბორატორიულ-პრაქტიკული მეცადინეობის ორგანიზაცია და მეთოდები. ამ მეცადინეობის

შინაარსი, მისი ჩატარების მეთოდოლოგია, დანიშნულება და როლი მეცნიერებისა და ტექნიკის განვითარების დონისა და მომავალი მოთხოვნების შესაბამისად. ასეთი სახის მეცადინეობის ჩატარების დროსაც არ არის ერთიანი მიდგომა, ერთიანი აზრი, ერთიანი მოთხოვნა და უმეტეს შემთხვევაში იგი ლექტორის შეხედულებებისამებრ ტარდება. ამის შედეგად, ვის როგორ უნდა, ისე ატარებს პრაქტიკულ-ლაბორატორიულ მეცადინეობას.

5. მეთოდოლოგია უნდა განსაზღვროს საკონტროლო სამუშაოების დანიშნულება, როლი და ადგილი დაუსწრებელი განყოფილების სტუდენტების სასწავლო საქმეში. უნდა შემუშავდეს საკონტროლო სამუშაოთა ჩათვლების ისეთი მეთოდი, რომელიც უზრუნველყოფს მათი შესრულების მაღალეფექტურობას დაუსწრებლად მომუშავე სტუდენტთა სწავლის საქმეში. საჭიროა ითქვას, რომ ამჟამად არსებული და საყოველთაოდ გავრცელებული მეთოდი — საკონტროლო სამუშაოების შესრულებისა და ჩათვლისა, ოდნავადაც ვერ პასუხობს მოთხოვნებს და მოძველებულად უნდა ჩაითვალოს.

§ 2. ლექცია

ლექცია უმაღლეს სასწავლებელში — სწავლების ორგანიზაციის ძირითადი ფორმა. ლექციის დანიშნულებაა სტუდენტებს მისცეს ნათელი წარმოდგენა სასწავლო მასალის შინაარსზე, მსმენელები გაარკვიოს შესასწავლი საკითხების დედაარსში, მოცემული თემის საკვანძო საკითხებში. ლექციის მოსმენისას სტუდენტებისათვის ნათელი უნდა გახდეს, თუ რა არის ძირითადი და რა მეორეხარისხოვანი პოტენციური ლემები. რაზე უნდა იქნეს გამახვილებული განსაკუთრებული ყურადღება საკითხის შესწავლის დროს. ამიტომ ლექციის კითხვისას ლექტორის მთავარ მოვალეობას შეადგენს არა მარტო ის, რომ მსმენელები მიიყვანოს წაკითხული ლექციის არსის სრულ გაგებამდე, არამედ ისიც რომ ლექციის შინაარსში გამოკვეთოს ძირითადი და მეორეხარისხოვანი საკითხები, ხელი შეუწყოს სტუდენტთა შემოქმედებითი მოღვაწეობის აქტივიზაციას.

ლექციაში გათვალისწინებული უნდა იყოს: მეცნიერული, აღმზრდელობითი, მეთოდური და რიტორიკული მხარე. ლექციის მეცნიერულ დონეში იგულისხმება შემდეგი: ა) ლექცია უნდა ხსნიდეს და არკვევდეს მოცემულ საკითხში დასწავლის ძირითად ობიექტს, ბ) იგი უნდა ემსახურებოდეს შესასწავლი საკითხის ყველაზე მნიშვნელოვანი ნიშან-თვისების, მთავარი არსის გახსნას, გ) ორიენტირებული უნდა იყოს მოცემულ დარგში მეცნიერებისა და ტექნიკის თანამედროვე მიღწევებისა და ძირითადი ცნებების გარკვევისაკენ, დ) უნდა გამოუმუშავოს სტუდენტებს კერძოში ზოგადის დანახვისა და შეცნობილის განზოგადების უნარი.

ი. ი. კონფედერატოვი თავის ცნობილ ნაშრომში „სასწავლო პროცესის სრულყოფის მეთოდები უმაღლეს ტექნიკურ სკოლაში“ სამართლიანად აღნიშნავს, რომ „ლექცია გარკვეულ შეთანხმებულობაში უნდა იყოს აუდიტორიის მეცნიერული მომზადების დონესთან; დონის გადაჭარბებას — სწავლების მისაწვდომობის დიდაქტიკური პრინციპის დარღვევამდე მიყვავართ, ხოლო დონის დადაბლებას კი — ასეთი ლექციის არასაჭიროებისაკენ“.

ლექციის აღმზრდელობით დონეში იგულისხმება მისი ისე წარმართვა, რომ იგი ხელს უწყობდეს სტუდენტებში ლოგიკური და მეცნიერული აზროვნების უნარის განვითარებას, შესაცნობი ობიექტისადმი სწორ დამოკიდებულებას, შრომის ჩვევებისა და სიბეჭითის დანერგვას, სპეციალობისადმი, მოცემული საგნისადმი სიყვარულის აღზრდას, საზოგადოებრივისა და კერძოსადმი კომუნისტური დამოკიდებულების გამომუშავებას, საბჭოთა პატრიოტიზმის გრძობის გაღვივებასა და ჩანერგვას. ლექტორს მუდამ უნდა ახსოვდეს, რომ არ შეიძლება სწავლება მოეწყვიტოს აღზრდისაგან და აღზრდა სწავლებისაგან. სტუდენტებს უნდა გამოუმუშავდეთ და განუვითარდეთ დიალექტიკური აზროვნების უნარი, მოვლენების შეცნობისადმი მატერიალისტური მიდგომა. ლექცია ხელს უწყობდეს სტუდენტებში მარქსისტულ-ლენინური მსოფლმხედველობის ფორმირებას. ლექტორს მუდამ უნდა ახსოვდეს, რომ საკითხის ახსნა-დასაბუთების მათემატიკური მეთოდის მოწყვეტა განსახილველი მოვლენის ფიზიკური არსისაგან ყოველთვის ფორმალისმამდე მიგვიყვანს სწავლებაში.

ლექციის მეთოდურ დონეზე უფრო დაწვრილებით ქვემოთ გვექნება ლაპარაკი.

ემზადება რა ლექციისათვის, ლექტორმა კარგად უნდა მოიფიქროს ლექციის რიტორიკული მხარე, რადგან ეს გარკვეულად უწყობს ხელს ლექციის ხარისხის ამაღლებას. მუდამ უნდა გვახსოვდეს, რომ არსებითია არა მარტო ის რასაც ლექტორზე ვამბობთ, არამედ ისიც, თუ როგორ ვამბობთ მას. ლექცია თავისი სტილის მიხედვით შეიძლება იყოს, ემოციური და რაციონალური.

ზოგჯერ ფიქრობენ, რომ ემოციური სტილი დამახასიათებელია საზოგადოებრივი ციკლის დისციპლინებისათვის, ხოლო რაციონალური კი ფიზიკა-მათემატიკური და ტექნიკური ციკლის საგნებისათვის, მაგრამ გასათვალისწინებელია ისიც, რომ ემოციურობა ამა თუ იმ ზომით ლექციის კითხვის დროს ნებისმიერ საგანშია აუცილებელი. ლექციის რაციონალური ხასიათი ძირითადად მის შინაარსს ეხება, ხოლო ემოციურობა კი ფორმას. ამიტომ ი. ი. კონფედერატორის თქმისა არ იყოს, ლექცია შინაარსით რაციონალური უნდა იყოს ხოლო ფორმით ემოციური.

1. სტუდენტთა მიერ ამა თუ იმ საკითხის მომზადებისას ხშირად ცოდნაში გარკვეულ ხარვეზებს იმიტომაც აქვს ადგილი, რომ მათ არ შესწევთ უნარი გამოკვეთონ მთავარი. მიაგნონ საკითხის დედააზრს. სწორედ ამიტომაც აუცილებელი ლექციის კითხვა ყოველთვის

პრობლემურ ხასიათს ატარებდეს. ლექტორმა ლექცია უნდა წაიყვანოს დასმული პრობლემის შემოქმედებითად, თანდათანობითი გადაკრის გზით. ლექტორთა ერთი ნაწილი აცხადებს, რომ ლექციის კითხვის დროს პრობლემების გამოყოფა და ლექციაზე პრობლემური სიტუაციის შექმნა ზოგიერთი საკითხის განხილვის დროს ძალიან ძნელიაო. სწორედ ეს ფაქტი მიუთითებს იმაზე, რომ ლექციის კითხვა საჭირო და აუცილებელია პრობლემურ ხასიათს ატარებდეს. ასეთი მეთოდით წაკითხული ლექცია სტუდენტებში გააღვივებს საგნისადმი ინტერესს, საგნისადმი სიყვარულს, ხელს შეუწყობს თანმიმდევრობის დაცვას სწავლების პროცესში, საშუალებას მისცემს სტუდენტებს ადვილად გაიგონ და შეითვისონ მოსმენილი თემის ძირითადი შინაარსი. მოვლენის ფიზიკური არსი. ასე, მაგალითად, საკითხი „სინათლის ინტერფერენცია“ რომ ადვილად გაიგონ და შეისწავლონ, ლექტორმა ლექციაზე უნდა შექმნას შემდეგი ხასიათის პრობლემური სიტუაცია: უნდა შემოიტანოს ინტერფერენციის მოვლენის განმარტება, მისი არსი, და აღნიშნოს, რომ ინტერფერენციის მოვლენა დამახასიათებელია მხოლოდ კოჰერენტული ტალღებისათვის. (კოჰერენტული ტალღების ცნების და მათი განხორციელების შესახებ ცოდნა სტუდენტებს მიცემული აქვთ წინა მეცადინეობებზე და ახლა მხოლოდ შეხსენებით უნდა შემოვისაზღვროთ). ამ შესავლის შემდეგ ლექტორი გადადის ლექციის თემის გეგმის ჩამოყალიბებაზე ე. ი. პრობლემური საკითხების დაყენებაზე და აღნიშნავს, რომ ინტერფერენციის მოვლენის შესწავლა ითვალისწინებს:

1) ორი კოჰერენტული ტალღის ინტერფერენციის განხილვის დროს გამოყვანილ იქნეს ინტერფერენციის შედეგად მიღებული ტალღის ამპლიტუდის ფორმულა. ამას დაფაზე დაწერს მოკლედ $A = ?$

2) მიღებული ფორმულის ანალიზის საფუძველზე დავაფიქსირებ რა შემთხვევაში ექნება ადგილი ინტერფერენციულ მაქსიმუმს და რა შემთხვევაში მინიმუმს ე. ი. როგორია ინტერფერენციული მაქსიმუმისა და ინტერფერენციული მინიმუმის დროს ტალღების ფაზათა სხვაობა. დაფაზე უნდა გაეთედეს მოკლე ჩანაწერი:

$$\Delta\varphi_{\max} = ? \quad \Delta\varphi_{\min} = ?$$

3) გამოყვანილ იქნეს ინტერფერენციის შედეგად მიღებული ტალღის ფაზისა და საწყისი ფაზის გამოსაანგარიშებელი ფორმულა დაფაზე ეეთდება მოკლე ჩანაწერი:

$$\varphi = ? \quad \varphi_0 = ?$$

4) დასახელებული უნდა იქნეს ის მეთოდი, ხერხი, რომელსაც ლექტორი გამოიყენებს დასმული პრობლემის გადაჭრისათვის. მაგალითად, ასეთი — ამ საკითხების გადაჭრისათვის გამოვიყენებთ ვექტორული დიაგრამის მეთოდს.

ორი კოპერენტული ტალღის ინტერფერენციის განხილვის შემდეგ მიღებული დასკვნების განზოგადების მიზნით უნდა აღინიშნოს, რომ როცა განიხილება რამდენიმე ტალღის ერთდროული ინტერფერენციის მოვლენა, საჭიროა განხილულ იქნეს ჯერ ორი ტალღის ინტერფერენცია. შემდეგ მიღებული შედეგითი ტალღისა და მესამე ტალღის ინტერფერენცია, შემდეგ აქ მიღებული ტალღისა და მეოთხესი და ა. შ.

ცხადია, საკითხის ასეთი თანმიმდევრული გაშუქება, სტუდენტებს გაუადვილებს მოვლენების დედაარსში ჩაწედომას, გამოუმუშავებს სწავლასა და საკითხების გაშუქებაში თანმიმდევრობის დაცვის ჩვევებს, დაეხმარება თემიდან ძირითადი საკითხების გამოკვეთაში. ხელს შეუწყობს სტუდენტებში პრობლემური, ლოგიკური აზროვნების განვითარებას.

ლექციის კითხვის დროს რაიმე ფორმულის მიღების ან რაიმე გარდაქმნის შესრულების წინ გასაგებად უნდა იყოს ფორმულირებული ის მიზანი, რასაც ემსახურება ამ ფორმულის მიღება ან გარდაქმნის ჩატარება. წინააღმდეგ შემთხვევაში ყველაფერი ეს ისე შესრულდება, რომ სასწაულო-შემეცნებითი ღირებულება არ ექნება, სტუდენტთა ყურადღება არ იქნება აქტივიზებული მის გაგებასა და დამახსოვრებაზე. ფიზიკური არსის გარკვევაზე, ასე მაგალითად, გალილის გარდაქმნის ფორმულებზე:

$$\begin{aligned}x &= x_1 + v_0 t \\ y &= y_1 \\ z &= z_1 \\ t &= t_1\end{aligned}\tag{1}$$

შეიძლება ჩავატაროთ შემდეგი ოპერაცია: გავაწარმოთ დროით (1) სისტემის პირველი განტოლება გვექნება.

$$\frac{dx}{dt} = \frac{dx_1}{dt} + v_0$$

და მივიღებთ ფორმულას

$$v = v_1 + v_0,$$

ხოლო ვექტორული სახით კი

$$\vec{v} = \vec{v}_1 + \vec{v}_0$$

ამ ფორმულას ეწოდება სიჩქარეთა შეკრების კანონი კლასიკურ მექანიკაში და ასე გამოითქმება: მოძრავი მატერიალური წერტილის სიჩქარე უძრავი ათვლის ინერციული სისტემის მიმართ უდრის ამ წერტილის სიჩქარეს მოძრავი ინერციული სისტემის მიმართ პლუს მოძრავი ათვლის სისტემის სიჩქარე უძრავი სისტემის მიმართ.

ამ საკითხის სწავლების ეფექტი უფრო დიდი იქნება თუ წინასწარ დავაყენებთ კითხვას (პრობლემას) გავარკვიოთ როგორი მოძრავი K_1 სისტემაში რაიმე v_1 სიჩქარით მოძრავი სხეულის სიჩქარე უძრავი K სისტემის მიმართ.

ამის შემდეგ კი ვამბობთ — ამისათვის გავაწარმოთ (1) განტოლებათა სისტემის პირველი განტოლება დროით, მივიღებთ

$$\frac{dx}{dt} = \frac{dx_1}{dt} + v_0$$

ანუ

$$v = v_1 + v_0$$

ზოგადი სახით კი

$$\vec{v} = \vec{v}_1 + \vec{v}_0$$

ანალოგიურად უნდა მოვიქცეთ იმის გასარკვევად ინვარიანტულია თუ არა ნიუტონის მეორე კანონი გალილეის გარდაქმნების მიმართ. ხშირად წიგნებში წერია და ლექტორთა ერთი ნაწილიც ასე ასწავლის ამ საკითხს:

გავაწარმოთ სიჩქარის ფორმულა დროით, გვექნება

$$\frac{dr}{dt} = \frac{dr_1}{dt} + \frac{dr_0}{dt},$$

$\frac{dr_0}{dt} = 0$, რადგან მოძრავი სისტემა მუდმივი v_0 სიჩქარით მოძრაობს.

ამიტომ გვექნება $a = a$, შემდეგ გაამრავლებენ ორივე მხარეს m -ზე და ლებულობენ $\vec{F} = \vec{F}_1$ და ასკენიან, რომ ნიუტონის კანონები ინვარიანტულია გალილეის გარდაქმნების მიმართ. საკითხისადმი მეტი ინტერესისა და ყურადღების გამახვილების, სასწავლო-შემეცნებითი ღირებულების გაზრდის მიზნით, უმჯობესია საკითხის ასეთი სწავლება: გავარკვიოთ ინვარიანტულია თუ არა ნიუტონის II კანონი გალილეის გარდაქმნის მიმართ. ამ მიზნით საჭიროა დაეადგინოთ რა ძა-

ლა მოქმედებს მოცემულ მოძრაე სხეულზე ათელის მოძრაე ინერ-
ციულ სისტემაში და რა ძალა მოქმედებს იმავე სხეულზე ათელის
უძრავ სისტემაში. ცხადია, ერთ სისტემაში მოქმედი ძალა იქნება
 $\vec{F}_1 = m\vec{a}_1$ და მეორეში კი იქნება $\vec{F} = m\vec{a}$ აქ a_1 სხეულის
აჩქარებაა მოძრაეი სისტემის მიმართ და a კი უძრავი სისტემის მი-
მართ. მაშასადამე, საკითხი დაიყვანება იმის გარკვევაზე თუ როგორია
 \vec{a}_1 და \vec{a} ამ მიზნით გავაწარმოთ დროით ფორმულა $\vec{v} = \vec{v}_1 + \vec{v}_0$
გვექნება

$$\frac{d\vec{v}}{dt} = \frac{d\vec{v}_1}{dt} + \frac{d\vec{v}_0}{dt},$$

რადგან $\frac{dv_0}{dt} = 0$ ვექნება $\vec{a} = \vec{a}_1$ თუ ორივე მხარეს m -ზე

გავამრავლებთ, მივიღებთ $m\vec{a} = m\vec{a}_1$ ანუ $\vec{F} = \vec{F}_1$. ამის შემდეგ
გავაკეთებთ დასკვნას, რომ ნიუტონის II კანონი ინვარიანტულია გა-
ლილეის გარდაქმნების მიმართ.

ვფიქრობთ სხვა მაგალითების მოყვანა საჭირო არ არის, ამ მაგა-
ლითებიდანაც ნათლად ჩანს, თუ რა სასწავლო-შემეცნებითი ღირებუ-
ლება აქვს საკითხის (პრობლემის) წინასწარ დაყენებას და შემდეგ
მის გადაჭრას.

2. სხვადასხვა სტუდენტის გონებრივი აქტიურობა, ცხადია, სხვა-
დასხვაა. ამიტომ სხვადასხვა სტუდენტის ათვისების ხარისხი და გო-
ნებრივი შესაძლებლობა სხვადასხვაა და, რა თქმა უნდა. ლექტორს
შინაარსს, მის დედაარსს და მოვლენის ფიზიკურ არსს ყველა სტუ-
დენტი ერთნაირად ვერ ჩასწვდება და აღიქვამს. ზოგი ამას ადვი-
ლად აღწევს გონების დაუძაბავად, ზოგს კი გონების ძლიერი დაძაბ-
ვა სჭირდება. ლექტორის ძირითად მოვალეობას ლექციაზე ის უნდა
წარმოადგენდეს, რომ ლექციური მუშაობის პროცესში მის მიერ წა-
კითხული ლექცია ყველასათვის გასაგები იყოს. ლექტორმა რომ ამას
მიადლოს, საჭიროა ერთგვარი ანალიზი გაუკეთოს მსმენელთა აუდი-
ტორიას, განკვირტოს მათი უნარი, გონებრივი შესაძლებლობანი და
საკითხების გაშუქებისას. საუბრისას, მეცნიერული დონისა და მათე-
მატიკური სიმკაცრის შენარჩუნებით ისე წარმართოს ლექცია, საკით-
ხების გაშუქების თანმიმდევრობა, რომ ყველასათვის საინტერესო,
ყველასათვის გასაგები იყოს ყოველგვარი გონებრივი გადადლისა და
დაძაბვის გარეშე. ლექციის დამთავრების შემდეგ სტუდენტები გარ-
კვეული ცოდნით გამდიდრებული გონებრივი კმაყოფილებით უნდა
ტოვებდნენ აუდიტორიას.

უნდა აღინიშნოს, რომ ცოდნის დაუფლება ან შესწავლილ მასალის დაიწყოება გარკვეული დონეებით ხდება. თანაც სხვადასხვა სტუდენტის გონებრივი აქტივობა, შესაძლებლობა სხვადასხვაა. სხვადასხვა სტუდენტი ერთსა და იმავე დროში ინფორმაციის სხვადასხვა რაოდენობას ითვისებს.

ყოველივე ეს აუცილებლად უნდა ვაითვალისწინოს ლექტორმა და ლექციაზე ისეთნაირად წარმართოს საკითხის გადაცემა-ახსნა, რომ ყველა სტუდენტის გონებრივი აქტივიზაცია გამოიწვიოს და ყველასათვის გასაგები იყოს. ლექციის წაკითხვისას გათვალისწინებული თუ იქნება ყველა სტუდენტის გონებრივი აქტივობა, აზროვნების ეფექტიანობა, მაშინ ყველა სტუდენტი აქტიურად მოუსმენს ლექციას, და მის შინაარსში უფრო ადვილად გაერკვევა. გარდა ამისა ლექტორს უნდა ახსოვდეს, რომ მისი საუბარი, მისი დიქცია ლექციაზე მუდამ სასიამოვნო და საინტერესო მოსასმენი იყოს. მან უნდა იცოდეს, რომ აუდიტორიაში იგი ცენტრალური ფიგურაა და ყოველთვის სანიმუშო და მისაბაძი უნდა იყოს სტუდენტებისათვის. არავითარ შემთხვევაში არ უნდა დაუშვას თავის მუშაობაში ისეთი მომენტი, რომელიც ოდნავ მაინც გასცილდება პედაგოგიურ-მეთოდური ნორმალისაციის ფარგლებს, რომელსაც შეუძლია შეუღასოს ავტორიტეტი სტუდენტებთან. ლექტორი ყოველთვის ისეთ კვარცხლბეკზე უნდა იდგეს, რომ ყოველი სტუდენტის თვალი და გონება მისკენ იყოს მიპყრობილი, ყოველი სტუდენტისათვის მისი შრომა, ხალხთან მისი ურთიერთობა. შრომისადმი მისი დამოკიდებულება საუკეთესო ნიმუშს წარმოადგენდეს.

3. თეორიული მასალის საფუძვლიანად გაგებისა და მოვლენების აღქმის საქმეში დიდი მნიშვნელობა აქვს შესაწავლი თემის, მოვლენის გათვალსაზიროებას. ლექტორის მოვალეობაა კარგად იცოდეს, თუ რა სახის თვალსაზიროება, დიაგრამა, პლაკატი, სადემონსტრაციო ცდა შეიძლება გამოყენებული იქნეს ამა თუ იმ თემის გადაცემისას და წინასწარ მოამზადოს ისინი ლექციისათვის. ოუჯი არსებობს სათანადო თვალსაზირო მასალა, ცდების ჩატარების საშუალება. ლექტორმა ლექციაზე აუცილებლად უნდა გამოიყენოს იგი, რათა მიაღწიოს იმას, რომ სტუდენტმა შეძლოს გადაცემული მასალის სრულყოფილად გაგება და აღქმა. თვალსაზიროების, სადემონსტრაციო ცდების გამოყენება ლექციაზე სტუდენტებს გაუფართოვებს ცოდნას მოცემულ საკითხზე, ხელს შეუწყობს ცდების დაყენების უნარ-ჩვევების, სასწავლო პროცესში გრაფიკებით, პლაკატითა და დიაგრამებით სარგებლობის ჩვევების გამომუშაებას, სტუდენტთა ცოდნის გაღრმავებასა და განმტკიცებას.

4. ხშირად ესმება კითხვა — საჭიროა თუ არა სტუდენტებსა გააკეთონ ლექციების ჩანაწერი? ამ საკითხის ირგვლივ სხვადასხვა აზრი არსებობს. ზოგნი ამბობენ, რომ ლექციის ჩანაწერის გაკეთება სავალდებულო არ არის, მით უმეტეს, რომ გამოცდისათვის სტუდენტები მოცემულ საგანში კონსპექტებით კი არა წიგნებით უნდა მოემსადაინო. ზოგის აზრით ლექციის ჩაწერა საერთოდ მიზანშეწონილი არ არის იმიტომ, რომ წერის დროს სტუდენტებს საშუალება არ ექნებათ ყურადღებით უსმინონ ლექციას, თანაც წერონ და მოვლენების დედაარსი სწორად აღიქვან. ზოგიერთს მიაჩნია, რომ სტუდენტებმა ლექციის სრული ჩანაწერი კი არ უნდა გააკეთონ, არამედ უნდა ჩაიწერონ მხოლოდ ძირითადი მომენტები, რომელიც პრაქტიკულად თეზისებს უფრო ემსგავსება, ვიდრე ლექციის კონსპექტს. ლექტორთა ერთი ნაწილი იზიარებს იმ მოსაზრებას, რომ რაც ლექციის კეთდება ლექციის თემასთან დაკავშირებით სტუდენტი ყველაფრის ჩანაწერს უნდა აკეთებდეს. ე. ი. სტუდენტი სრულყოფილად უნდა იწერდეს წაკითხული ლექციის შინაარსს.

ამ საკითხის შესახებ აზრთა სხვადასხვაობა გამოწვეულია ძირითადად იმით, რომ ჯერჯერობით არ არის დამუშავებული უმაღლესი განათლების პედაგოგიკისა და ფსიქოლოგიის საკითხები და პედაგოგთა ერთი ნაწილი სრულებითაც ვერ ერკვევა იმაში, თუ ლექციაზე სტუდენტის გონებრივი აქტივიზაციის ამალების საქმეში რა ბნიშვნელობა აქვს ჩანაწერის გაკეთებას. სრულიად შესაძლებელია გარკვეულ მომენტში სტუდენტის ყურადღება გაეთიშოს ლექციას. ამის გამო ლექტორის ნათქვამი მისთვის გაუგებარი იქნება და მომდევნო საუბარი. თუნდაც ყურადღებით მოუსმინოს. მარცხ ნაკლებად მისაწვდომი გახდება. ასეთ სიტუაციაში სტუდენტს ლექციის მოსმენის ინტერესი ეკარგება, მისთვის ლექციის მოსმენა არაეფექტურია და იგი პასიურ მსმენელად იქცევა. გარდა ამისა, როცა სტუდენტი ლექციას უსმენს და ჩანაწერს არ აკეთებს, აქ მობილიზებულია აზროვნების მხოლოდ სმენითი ფაქტორი. სრულიად შესაძლებელია მოსმენილის ადვილად დავიწყება. რადგან ჩანაწერის გარეშე. მარტო წიგნის დახმარებით მისი აღდგენა შეიძლება საკმაოდ გაუძნელდეს.

როდესაც სტუდენტი ლექციას თან ისმენს და თანაც ჩანაწერს აკეთებს, მაშინ მის მიერ ლექციის შინაარსის გარკვევაში მობილიზებულია დამახსოვრების, ათვისების ყველა ფაქტორი: მხედველობის, სმენის, მოტორული და ა. შ. ამიტომ. როცა სტუდენტი მოსმენილი ლექციის სრულყოფილ ჩანაწერს აკეთებს, მაშინ მისი ვონება მეტად აქტივიზებულია. ცხადია, ლექციების ჩანაწერის გაკეთება ყველა სტუდენტისათვის სავალდებულო უნდა იყოს, როცა ასეთ

მოთხოვნას ვაყენებთ, ჩვენ იმასაც ვითვალისწინებთ, რომ ლექტორმა ლექცია ყველა სტუდენტისათვის მისაწვდომად, გასაგებად უნდა წაიკითხოს, ხოლო სახელმძღვანელო ყველასათვის მისაწვდომი რაღაცა (თუმცა მისი დანიშნულებაა მისაწვდომი იყოს ყველასათვის). ეს გასაგებიცაა, რადგან სახელმძღვანელო აუდიტორიის გარეშე (კაბინეტში) იწერება, ხოლო ლექციის წაკითხვის მეთოდოლოგია, მისი შინაარსის, დოზის გაშუქების მეთოდისა და ხერხის დადგენა აუდიტორიის შესაძლებლობათა გათვალისწინებით მიმდინარეობს.

იმის შესახებ, თუ როდის უფრო აქტივობებულისა სტუდენტის გონება (ლექციაზე ჩანაწერის გაკეთებისა, თუ მხოლოდ მოსმენის დროს), პედაგოგიური ექსპერიმენტი ჩავატარებთ საკავშირო კავშირგაბმულობის დაუსწრებელი ელექტროტექნიკური ინსტიტუტის თბილისის ფილიალში 1972/73 სასწავლო წელს. ტექნიკური ფაკულტეტის პირველი კურსის სტუდენტები ლექციას მხოლოდ ისმენდნენ და ჩანაწერს არ აკეთებდნენ, ხოლო საინჟინრო-ეკონომიკური ფაკულტეტის პირველი კურსის სტუდენტებისათვის ჩანაწერის გაკეთება სავალდებულო გახდა. ყოველი ლექციის შემდეგ და მომდევნო ლექციაზე მოსმენილის შინაარსის ირგვლივ ორივე ფაკულტეტზე ვსვამდით საკვანძო კითხვებს. ექსპერიმენტმა გვიჩვენა, რომ ლექციის შინაარსისა და საკვანძო საკითხებში იმ ფაკულტეტის ატუდენტები უფრო კარგად ერკვეოდნენ, რომლებიც ლექციის ჩანაწერს აკეთებდნენ, ვიდრე ისინი, რომლებიც ლექციას ჩანაწერის გარეშე ისმენდნენ. გარდა ამისა, ლექციის ჩანაწერების გაკეთებამ საინჟინრო-ეკონომიკური ფაკულტეტის სტუდენტები უფრო ორგანიზებული, დისციპლინიზებული და შრომისმოყვარე გახადა. ისინი მთელი სემესტრის განმავლობაში მაღალი პასუხისმგებლობით, შრომის მაღალი დისციპლინის, დავალებების შესრულებაში ნებისყოფის სიმტკიცითა და ორგანიზებულობით გამოირჩეოდნენ. ამდღა მათი წერის კულტურა, განმტკიცდა ლოგიკური აზროვნებისა და მსჯელობის უნარჩვევები. გამოცდაზე მათი შედეგი გაცილებით მაღალი იყო ტექნიკური ფაკულტეტის სტუდენტთა შედეგებზე, როგორც ხარისხობრივად, ისე პროცენტულად.

კონსპექტი სახელმძღვანელოში მოცემული თემის შინაარსის აღწერა შესწავლის კარგ დახმარებ საშუალებას წარმოადგენს, მაგრამ სტუდენტი არასოდეს არ უნდა დაკმაყოფილდეს მხოლოდ კონსპექტით. საგანი სახელმძღვანელოების მიხედვით უნდა შეისწავლოს კონსპექტის დახმარებით. ამის შესახებ თვით ლექტორმა უნდა მისცეს გარკვეული მითითება და გააფრთხილოს იმის შესახებ, თუ რა მოთხოვნები წაყენებათ მოცემული საგნის ჩაბარების დროს გამოცდაზე.

სტუდენტთა ყურადღების მობილიზაციისა და გონების გააქტიურების მიზნით დიდი სარგებლობის მოტანა შეუძლია ლექციის შემდეგ წაკითხული თემის ირგვლივ ლექტორის მიერ საკვანძო კითხვების დასმას. ამიტომ მიზანშეწონილად უნდა ჩაითვალოს ის, რომ ლექტორმა ლექციის ბოლოს ლექციის ძირითად საკითხებზე სტუდენტებთან გასაუბრების მიზნით მოიტოვოს 5 წუთამდე. ეს იმის საშუალებას მოგვცემს დავადგინოთ, რამდენად საფუძვლიანად და სწორად გაიგეს ლექციის შინაარსი სტუდენტებმა და რამდენად აქტიურად ისმენდნენ ისინი. ეს აუცილებელი პირობაა სტუდენტებზე კონტროლის გაძლიერების, სწავლისა და გონებრივი შრომის აქტივიზაციისათვის.

§ 3. პრაქტიკულ-ლაბორატორიული მეცადინეობა

ამა თუ იმ სასწავლო დისციპლინაში სტუდენტთა მომზადების დონე დიდად არის დამოკიდებული პრაქტიკულ-ლაბორატორიული მეცადინეობის ორგანიზაციასა და ჩატარების ხარისხზე. პრაქტიკულ-ლაბორატორიული მეცადინეობა განმტკიცებს თეორიულ ცოდნას, გამოუმუშავებს სტუდენტებს თეორიული ცოდნის პრაქტიკული გამოყენების უნარ-ჩვევებს, გაზრდის ცოდნის შექმნისადმი, თეორიის დაუფლებისადმი, მოცემული საგნის ღრმა და საფუძვლიანი შესწავლისადმი მათს ინტერესს.

ს ა თ ა ნ ა დ ო დ, მ ა დ ა ლ მ ე ც ნ ი ე რ უ ლ პ ე დ ა გ ო გ ი უ რ მ ე თ ო დ უ რ დ ო ნ ე ზ ე ო რ გ ა ნ ი ზ ე ბ უ ლ ი პ რ ა ქ ტ ი კ უ ლ-ლ ა ბ ო რ ა ტ ო რ ი უ ლ ი მ ე ც ა დ ი ნ ე ო ბ ა მ ე ც ნ ი ე რ ე ბ ი ს ს ა ფ უ ძ ვ ლ ე ბ ი ს პ რ ა ქ ტ ი კ უ ლ ა დ გ ა თ ვ ი თ ც ნ ო ბ ი ე რ ე ბ ი ს ა და პ რ ა ქ ტ ი კ უ ლ ი უ ნ ა რ-ჩ ე ვ ე ვ ე ბ ი ს გ ა მ ო მ უ შ ა ვ ე ბ ი ს ს ა წ ი ნ დ ა რ ი ა. აქედან გამომდინარე, სასწავლო პროცესში დიდი მნიშვნელობა ენიჭება პრაქტიკულ-ლაბორატორიულ მეცადინეობას, მისი ჩატარების მეთოდისა და ორგანიზაციას.

ჩვენ ამ საკითხს ფიზიკის სწავლების თვალსაზრისით განვიხილავთ და შევეხებით პრაქტიკული მეცადინეობის ორ სახეს:

1. ფიზიკის პრაქტიკუმი. ფიზიკის პრაქტიკუმი უმაღლეს სასწავლებელში ტარდება იმ მიზნით, რომ სტუდენტები დაეუფლონ ფიზიკის ამოცანების ამოხსნის ხერხებსა და მეთოდებს, რის საფუძველზეც სტუდენტთა ცოდნა უფრო მტკიცე და ქმედითი გახდება.

ფიზიკის პრაქტიკუმის დანიშნულებაა ხელი შეუწყოს შექმნილი თეორიული ცოდნის გაღრმავებასა და განმტკიცებას. გამოუმუშაოს

და განუმტკიცოს სტუდენტებს ცოდნის პრაქტიკული გამოყენების უნარ-ჩვევები.

ყოველი პრაქტიკუმისათვის წინასწარ უნდა იქნეს განსაზღვრული ამ მეცადინეობის შედეგად გასამტკიცებელ-გასაღრმავებელი ცოდნა-ჩვევები. ის უნარი, რაც უნდა გამოიუმუშავდეთ და განუვითარდეთ მათ მუშაობის პროცესში კათედრამ უნდა განსაზღვროს და დაანუს-ტოს (ყოველ პრაქტიკუმზე განსახილველ საკითხებთან დაკავშირე-ზით), რა მოცულობის ცოდნა როგორ განუმტკიცდეს და გაუღრმავ-დეს სტუდენტებს. რა უნარი და ჩვევები უნდა გამოუმუშავდეთ მათ პრაქტიკუმის მსვლელობაში. მოთხოვნათა შესაბამისად პრაქტიკუმის ჩატარება სავალდებულო უნდა გახდეს ყველა ლექტორისათვის. ვი-საც პრაქტიკული მეცადინეობა მიყაყს. ამგვარი მუშაობის ჩატარება საგნის ლექტორის უშუალო ხელმძღვანელობითა და კონტროლით უნდა მიმდინარეობდეს. ფიზიკის პრაქტიკუმზე 15—20 წუთი უნდა დაეთმოს პრაქტიკუმის საკვანძო თემის შესაბამის თეორიაში სტუ-დენტთა ცოდნის სიღრმის შემოწმებას. წინააღმდეგ შემთხვევაში, სათანადო თეორიის ცოდნის გარეშე, ამოცანების ამოხსნას არავი-თარი შემცინებითი და პრაქტიკული ღირებულება არ ექნება. ფი-ზიკის პრაქტიკუმმა უნდა გააძლიეროს სტუდენტთა ინტერესი ფიზი-კის შესწავლისადმი. ფიზიკური მოვლენების დედაარსის გარკვევი-სადმი. აქედან გამომდინარე დიდი მნიშვნელობა აქვს ფიზიკის პრაქ-ტიკუმის ჩატარებას მაღალ პედაგოგიურ-მეთოდურ დონეზე.

ფიზიკის პრაქტიკუმისათვის წინასწარ უნდა იყოს მომზადებული, როგორც პრაქტიკუმის ხელმძღვანელი. ისე სასწავლო ჩგუფიც, სა-დაც პრაქტიკუმი ტარდება. ფიზიკის პრაქტიკუმისათვის ლექტორის მომზადება ითვალისწინებს იმას, რომ წინასწარ განისაზღვროს მომ-დევნო მეცადინეობაზე რა თემასთან დაკავშირებით ჩატარდება პრაქ-ტიკუმი, რა შინაარსის ამოცანები იქნება ამოხსნილი. ამოცანების ამოხსნისას რომელი ფორმულები უნდა იქნეს გამოყენებული, ლექ-ციანზე მოსმენილი თეორიული მასალის რომელი ადგილი, რომელი პუნქტი უნდა იქნეს განმტკიცებული და პრაქტიკულად გაცნობიერე-ბული სტუდენტებისათვის. ადრე ნასწავლ რომელ საკითხებთან და-კავშირებით უნდა იქნეს განხილული ამოცანები, რომ განმტკიცებუ-ლი და ნათლად იქნეს ნაჩვენები მოვლენების განუყრელი ურთიერთ-კავშირი და განპირობებულობა. პრაქტიკუმის ხელმძღვანელმა წინას-წარ კარგად უნდა მოიფიქროს ამოცანების ამოხსნის მარტივი და სტუდენტთა ცოდნის განმტკიცებისათვის მაღალეფექტური მეთო-დები. რომლებსაც პრაქტიკულ მეცადინეობაზე გამოიყენებს. ცხა-დია. ყველა ამოცანის ამოხსნა არა მარტო მეცადინეობაზე, არამედ,

საერთოდაც შეუძლებელია. ამიტომ ხელმძღვანელი ვალდებულია პრაქტიკულ მეცადინეობაზე ამოხსნას ტიპური ამოცანები, ხოლო ანალოგიური (მსგავსი) მასალა სავარჯიშოდ მისცეს საშინაო დავალებად. პრაქტიკული მეცადინეობა უმაღლეს სასწავლებლებში, აქ ჩვენ მიერ ჩამოყალიბებული მოთხოვნების დაცვის გარეშე ტარდება და უმეტეს შემთხვევაში თავის შედეგს, ვერ აღწევს, რადგან ტიპური ამოცანის ამოხსნისას მასწავლებელს სტუდენტი გაჰყავს დაფასთან და ეს ორი — მასწავლებელი და დაფასთან გამოყვანილი სტუდენტი (ზოგჯერ აუდიტორიის ჩარევითაც) ხსნის ამოცანას. ამის შედეგად ირღევეა ამოცანის ამოხსნის ერთიანი, თანმიმდევრული პედაგოგიურ-მეთოდური ხაზი. ასეთი ამოხსნის დროს ზოგიერთი სტუდენტი აღარც უსმენს მასწავლებელსა და სტუდენტს, რომელიც დაფასთანაა გაყვანილი და მეცადინეობისადმი სტუდენტთა ყურადღება აღუნდება. ისინი პასიურნი ხდებიან. რვეულზე, რომელიც ამოცანების ამოხსნის თანმიმდევრულ ხერხის ფიქსირება არ ხდება თავიდან რომ ავიცილოთ ამგვარი ნალოვანებანი და პრაქტიკული უფრო ეფექტური გახდეს, საჭიროა პრაქტიკის ხელმძღვანელმა თვითონ აწარმოოს დაფაზე ტიპური ამოცანების ამოხსნა სათანადო (თეორიულ-მეთოდური თანმიმდევრული, ახლა-განმარტებით და სტუდენტებსაც გააქეთებინოს სათანადო ჩანაწერი. იმისათვის, რომ შეამოწმოს, თუ რამდენადაა სტუდენტების მიერ აღიარებული მოცემული ტიპის ამოცანების ამოხსნის მეთოდოლოგია, საჭიროა მთელ ჯგუფს მისცეს სააუდიტორიო სამუშაოდ ამოცანა დამოუკიდებელი ვარჯიშ-საფეხს და მერხებს შორის ჩამოვლით თვალ-ყური აღევნოს თითოეული სტუდენტის მუშაობას. რაიმე დაბრკოლების შემჩნევის შემთხვევაში სტუდენტებს მისცეს სათანადო ინდივიდუალური მითითება ისე, რომ მოცემული ტიპის ამოცანების ამოხსნის მეთოდები და ხერხები სტუდენტებისათვის ნათელი და გასაგები გახდეს. საშინაო დავალება ამ ტიპის ამოცანებზე მხოლოდ ამოხსნის უნარ-ჩვევების განმტკიცების მიზნით უნდა მიეცეს.

პრაქტიკისათვის სტუდენტთა მომზადებაში ივლისხმება იმ თეორიული მასალის ძირითადი შინაარსის, ფორმულების და კანონ-ზომიერებათა წინასწარი შესწავლა, რომლებიც საჭირო იქნება პრაქტიკულ მეცადინეობაზე მოცემული ტიპისა და შინაარსის ამოცანების ამოხსნისათვის. სტუდენტებს ევალებათ გულდასმით გადახედონ აგრეთვე სხვა გველი მასალასაც, რომელთა კავშირშიც უნდა გადაწყდეს მოცემულ შემთხვევაზე დაკავშირებული ამოცანები. გულდასმით ვარჯიშონ საშინაო დავალების ამოცანების ამოხსნაზე და მეცადინეობაზე წარუდგინოს მასწავლებელს. თუ რაიმე გაუგებარი შეხუ-

დებ პრაქტიკუმიისათვის მზადების პროცესში ჩაინიშნოს და მეცადინეობაზე ან მეცადინეობის დაწყებამდე გაარკვიოს მასწავლებელთან.

პრაქტიკუმის ხელმძღვანელმა სტუდენტები წინა მეცადინეობაზე უნდა გააფრთხილოს იმის შესახებ, თუ რა თემასთან დაკავშირებით ექნებათ პრაქტიკუმი მომავალ მეცადინეობაზე და დავალებად მისცეს იმ საკითხების გამეორება-შესწავლა, რომლებიც დასპირდებათ მეცადინეობაზე ამოცანების ამოხსნის დროს. პედაგოგის მოვალეობაა ტიპური ამოცანების ამოხსნის დაწყებამდე სტუდენტებს გამოკითხოს და შეახსენოს სათანადო თეორიული მასალის ძირითადი დასკვნები, ფორმულები და კანონზომიერებანი, რომლებიც დასპირდებათ ამოცანების ამოხსნისათვის. მიზანშეწონილია სათანადო ჩანაწერი გააკეთებინოს პრაქტიკუმის რეგულაბში. პრაქტიკულ მეცადინეობაზე სათანადო თეორიული მასალის გამოკითხვა-გამეორება ხელს შეუწყობს სტუდენტების მიერ თეორიული მასალის შესწავლასა და განმტკიცებას, გამოცდების წარმატებით ჩაბარებას.

ჩვენ მიერ რეკომენდებული მეთოდით პრაქტიკუმის ჩატარებას ვაწარმოებდით საკავშირო კავშირგაბმულობის დაუსწრებელი ელექტროტექნიკური ინსტიტუტის თბილისის ფილიალში და საქართველოს პოლიტექნიკურ ინსტიტუტში. პრაქტიკუმის ჩატარებისათვის წინასწარ ვემზადებოდით. სტუდენტებს ეძლეოდათ დავალება გაემეორებინათ ის კანონები, წესები და ფორმულები, რომლებიც საჭირო იქნებოდა ტიპური ამოცანების ამოსახსნელად. პრაქტიკუმის ჩატარების გეგმა წინასწარ დგებოდა. ვარჩევდით ტიპურ ამოცანებს, რომლებიც ჩვენ უნდა ამოგვეხსნა, აგრეთვე ისეთებსაც, რომლებიც სტუდენტებს უნდა ამოეხსნათ. აუდიტორიაში დამოუკიდებელი ვარჯიშის დროს და რომლებიც უნდა მიგვეცა საშინაო დავალებად. წინასწარ ვადგენდით, თუ მოცემულ მეცადინეობაზე რა ცოდნა უნდა შეეძინათ, რა უნდა განმტკიცებინათ, რა უნარ-ჩვევები უნდა გამოემუშავებინათ. ასე მაგალითად, დინამიკის საკითხებზე ერთ-ერთი მეცადინეობის დროს ასეთი გეგმა შევადგინეთ.

1. გამოვემუშავოთ ჩვევები — როგორ შეიძლება მოძრაობის დინამიკური განტოლების მიღება, თუ მოძრაობის კინემატიკური განტოლება ცნობილია.

2. გავამეორებინოთ და განვემტკიცოთ მოძრაობის კინემატიკური განტოლებიდან აჩქარების განსაზღვრის ჩვევები.

3. განვემტკიცოთ ცოდნა იმის შესახებ, რომ შეიძლება არსებობდეს მოძრაობა ცვლადი აჩქარებით, მაშინ სხეულზე მოქმედი ძალა ცხადია, ცვლადი იქნება.

4. როგორ შეიძლება სხეულზე მოქმედი ძალის განსაზღვრა, თუ ცნობილია მოძრაობის კინემატიკური განტოლება.

5. როგორი იქნება იმპულსის ცვლილება, როცა დაჯახება ხდება რაიმე კუთხით. ე. ი. როგორ არის დამოკიდებული იმპულსის ცვლილება დაჯახების კუთხეზე. ამასთან დაკავშირებით ამოვხსენით შემდეგი შინაარსის ამოცანები:

1. 0,5 კგ მასის სხეული მოძრაობს წრფივად ისე, რომ გავლილი მანძილი, როგორც დროის ფუნქცია, გამოითვლება ფორმულით

$$S = A - Bt + Ct^2 - Dt^3,$$

სადაც

$$A = 2\text{მ}, B = 3\text{ მ/წმ}, C = 5\text{ მ/წმ}^2 \text{ და } D = 1\text{ მ/წმ}^3.$$

შეადგინეთ მოძრაობის დინამიკური (დიფერენციალური) განტოლება და განსაზღვრეთ სხეულზე მოქმედი ძალა მოძრაობის დაწყებიდან 1 და 2 წამის შემდეგ.

2. 4,6510—26 კგ მასის 600 მ/წმ სიჩქარით მოძრავი მოლეკულა ჭურჭლის კედელს ეჯახება დრეკადად ერთ შემთხვევაში მართობულად და მეორე შემთხვევაში 60° კუთხით. განსაზღვრეთ ჭურჭლის კედლის მიერ ორივე შემთხვევაში მიღებული იმპულსი და შეადარეთ ერთმანეთს. გააკეთეთ დასკვნა.

ასეთივე ტიპის ამოცანებზე ვავარჯიშეთ სტუდენტები აუდიტორიაში დამოუკიდებლად, ჩვენი კონტროლითა და ხელმძღვანელობით ორი ამოცანა მივეცით საშინაო დავალებად.

მას შემდეგ, რაც სტუდენტებს ექნებათ მოცემული ტიპის ამოცანების ამოხსნის უნარ-ჩვევები, როცა უკვე გარკვეული ცოდნა და გამოცდილება დაუგროვდება სხვადასხვა ტიპის ამოცანების ამოხსნისა, ექნებათ ამოცანათა ტიპების გარჩევის უნარი, მიზანშეწონილია ვავარჯიშოთ მათ მიერ უკვე ცნობილი ტიპების ამოცანების დამოუკიდებელ შედეგანზე. აქ უფრო მკვეთრად გამოჩნდება, რამდენად აქვთ ათვისებული ამოცანებთან დაკავშირებული თეორიული მასალის ძირითადი დასკვნები და ფორმულების შინაარსი, მოვლენათა ფიზიკური არსი. კარგად, სათანადო მეთოდიკურ დონეზე მოწყობილი ასეთი ვარჯიში კიდევ უფრო გააღვიძებს სიყვარულსა და ინტერესს. საშუალებას მოგვცემს გამოვაყვლინოთ დარჩენილი ხარვეზები და ვიბრძოლოთ მათი დროულად აღმოფხვრისათვის (ეს განსაკუთრებით საკირო და აუცილებელია ფიზიკის სპეციალობის სტუდენტებისათვის). სტუდენტებს საშინაო დავალებად ვაძლევდით თითო ამოცანის შედეგანას წინასწარ მიცემულ საკითხთან დაკავშირებით.

ლაბორატორიული მეცადინეობა. ლაბორატორიული მეცადინეობის დანიშნულებაა სტუდენტებს გამოუმუშაოს კვლევის ექსპერიმენტული უნარ-ჩვევები. მისცეს ცოდნა მოვლენების ექსპერიმენტული დაკვირვებისა და სათანადო მეცნიერული დასკვნების გამოტანისათვის, გამოუმუშაოს ამა თუ იმ ფიზიკური სიდიდის ექსპერიმენტულად განსაზღვრის უნარი, რათა სხვადასხვა მოვლენებსა და ფიზიკურ სიდიდეებს შორის ექსპერიმენტულად დაადგინოს ურთიერთკავშირი და განპირობებულება. ლაბორატორიული მეცადინეობის დანიშნულებაა, აგრეთვე, სტუდენტებს წარმოდგენა მისცეს მოცემულ საგანში კვლევის ექსპერიმენტულ მეთოდებზე. ექსპერიმენტის მნიშვნელობაზე მოვლენების აღმოჩენისა და კანონზომიერებათა დადგენის საქმეში. აქედან გამომდინარეობს, რომ ლაბორატორიული მეცადინეობა უმაღლეს სასწავლებელში ერთ-ერთი ძირითადი ფორმაა. სადაც სტუდენტმა უნდა შეიძინოს არამარტო თეორიული ცოდნის პრაქტიკული გამოყენების უნარ-ჩვევები, არამედ ექსპერიმენტული მეთოდების გამოყენებით სხვა ახალი მოვლენების აღმოჩენისა და განკვერტის უნარი. ლაბორატორიულმა მეცადინეობამ ხელი უნდა შეუწყოს სტუდენტთა ინტერესის შემდგომ გაღვივებასა და გაღრმავებას მოცემული საგნისადმი.

ლაბორატორიული მეცადინეობის დროს თითოეულ ლაბორატორიულ სამუშაოს შესრულებაზე უმჯობესია მუშაობდეს ერთი სტუდენტი, უკიდურეს შემთხვევაში ორი. არავითარ შემთხვევაში არ უნდა დაეუშუათ ორ სტუდენტზე მეტის მუშაობა ერთ სამუშაოზე, რათა შენარჩუნებულ იქნეს ლაბორატორიული სამუშაოს შესრულების მსვლელობაში ყველა სტუდენტის აქტიური მონაწილეობა. ლაბორატორიული სამუშაოს აღწერა სტუდენტებმა უნდა მიიღონ წინა მეცადინეობასე, რომელიც მომდევნო მეცადინეობამდე უნდა ისწავლონ. ლაბორატორიულ სამუშაოთა აღწერები (მეცადინეობის დაწყების პირველ ეტაპზე, რომელსაც მხოლოდ სასწავლო დანიშნულება აქვს) ისე უნდა იყოს შედგენილი, რომ რა თეორიაც, რა ფორმულებიც და კანონზომიერებაცაა საჭირო, ყველაფერი ამოცანის აღწერაში ეწეროს, რომ სტუდენტს არ დასჭირდეს დამხმარე წიგნების ძებნა. ეს მას საშუალებას მისცემს ლაბორატორიული მეცადინეობისათვის კარგად მოემზადოს დიდი დროის დაუხარჯავად. სტუდენტი ვალდებულია ლაბორატორიული სამუშაოს შესრულების დაწყებამდე მასწავლებელს ჩააბაროს სამუშაოს შესაბამისი თეორია და სამუშაოს შესრულების მეთოდოლოგია. სტუდენტს უნდა შეეძლოს სწო-

რად განსაზღვროს სამუშაოს მიზანი და დამოუკიდებლად შეადგინოს მოცემული ლაბორატორიული სამუშაოს შესაბამისი დაკვირვებისა და გამოთვლებს ცხრილი, წინააღმდეგ შემთხვევაში მეცადინეო-ისაღპი მისი მომზადება ზერელე და უსაფუძვლო იქნება.

მას შემდეგ რაც სტუდენტებმა ლაბორატორიული სამუშაოს შინაარსი უპასუხეს, ლაბორატორიული სამუშაოს შესრულებისათვის საჭირო ხელსაწყო-იარაღების დანიშნულება, მოწყობილობა, მოქმედების პრინციპი და გამოყენება, სტუდენტებს უნდა აუხსნას ლაბორატორიული მეცადინეობის ხელმძღვანელმა და აუცილებლად უნდა მოთხოვოს შესრულებული სამუშაოს ჩათვლის დროს. ლაბორატორიული სამუშაოს შესრულებისათვის საჭირო ყველა ხელსაწყო-იარაღი უნდა იყოს იმავე მაგიდაზე, სადაც სრულდება მოცემული სამუშაო. ელექტრული წრედი თვით სტუდენტმა უნდა შეადგინოს ამოცანის აღწერაში მოცემული სქემის მიხედვით და ჩართოს მხოლოდ მასწავლებლის მიერ შემოწმებისა და ნებართვის მიცემის შემდეგ. ლაბორატორიული სამუშაოს შესრულების შემდეგ, ჩათვლის დროს, მიზანშეწონილია სტუდენტს მოეთხოვოს ელექტრული წრედის სქემისა და თვით წრედის შედგენა განმეოებით.

სწორად ამბობენ, თუ ხელსაწყოები ძალიან რთულ მოწყობილობისა ან ძალიან ძვირად ღირებულია, სტუდენტებს არ უნდა მიეცეთ მათზე დამოუკიდებელი მუშაობის უფლება და წრედი ჩვენ თვითონ უნდა შევუდგინოთ არ ვეთანხმებით ამ აზრს. რადგან თუ ხელსაწყოები და მოცემული სამუშაო გათვალისწინებულია სასწავლო საქმისათვის. სტუდენტებს აუცილებლად უნდა ჰქონდეთ მასზე დამოუკიდებელი მუშაობის უფლება. წინააღმდეგ შემთხვევაში მათი მოწყობილობის პრინციპი სტუდენტებისათვის გაუგებარი იქნება და ამოცანის შესრულება თავის დანიშნულებას ვერ უპასუხებს. თუ ხელსაწყო რთულია და მათს მოწყობილობასა და მოქმედების პრინციპში გარკვევა დიდ დროს მოითხოვს, მაშინ ასეთი ამოცანის შესრულებისათვის მეტი დრო უნდა იყოს დათმობილი. ძვირადღირებული და რთული მოწყობილობის ხელსაწყოებზე ამოცანის შესრულების დროს სტუდენტებს თუ დამოუკიდებელი მუშაობის უფლება არ მიეცემა, მათი გამოყენებით ლაბორატორიული სამუშაოს შესრულება ფორმალური ხასიათისა იქნება და არავითარი სასწავლო-შემეცნებითი და პრაქტიკული ღირებულება არ ექნება, ასეთი მუშაობა მხოლოდ მოვალეობის მოხდა იქნება და არა სასწავლო, პრაქტიკულ-შემოქმედებითი. ჩვენ დაკვირვება ვაწარმოეთ ლაბორატორიულ მეცადინეობაზე რადიო გადაცემების ლაბორატორიაში, სა-

დაც ელექტრული წრედები ან წინასწარ იყო აწყობილი. ან აწყობდა თვით ლექტორი, ლექტორივე რთავდა და სტუდენტთა ჩვეულ მხოლოდ 5—10 წუთის განმავლობაში ოსცილოგრაფის ეკრანზე ხედავდა ხელსაწყობების მოქმედების შედეგს. სტუდენტებთან გასაუბრებამ ცხადყო, რომ მათ არ ესმოდათ ხელსაწყობების მოწყობილობა, არც მათი მოქმედების პრინციპი, არ ჰქონდათ წრედის შედგენის ჩვევები მოცემულ ამოცანაზე და არც მოვლენის არსში იყვნენ გარკვეული. მაშასადამე, არც ლაბორატორიული სამუშაოს დანიშნულ ბასა და არსში ერკვეოდნენ ისინი.

თუ სტუდენტი მოუმზადებელი გამოცხადდა ლაბორატორიულ მეცადინეობაზე, იგი დაშვებულ იქნა და იქნეს სამუშაოს შესრულებაზე და შემდეგი მეცადინეობისათვის სხვა ლაბორატორიულ სამუშაო უნდა მიეცეს. როდესაც სტუდენტებს დაჯგუფებათ ლაბორატორიული მეცადინეობის გარკვეული ვასკულიზაცია რეესაც უკვე მიღებული ექნებათ საქმაო თეორიული ცოდნა მოცემულ საგანში და ლაბორატორიული მუშაობის უნარჩვევები, მიზანშეწონილი იქნება შეიცვალოს ლაბორატორიული მეცადინეობის ორგანიზაცია და მეთოდოცა. თუ ადრე ლაბორატორიული ამოცანების აღწერები მზა სახით ეძლეოდათ, ახლა საჭიროა მიცეთ ლაბორატორიული სამუშაოს სახელწოდება, მივუთითოთ სათანადო ლიტერატურა, დაუუსახელოთ საჭირო ხელსაწყობები, მათი შერჩევის უფლებაც სტუდენტებს მივცეთ და დავავალოთ თვითონვე შეადგინონ ლაბორატორიულ სამუშაოთა აღწერები. როდესაც ამ აღწერებს მასწავლებელი შეამოწმებს, ამის შემდეგ ნება უნდა დაერთოს სტუდენტებს თვითონვე შეასრულონ მათ მიერ შედგენილა ლაბორატორიული სამუშაო. ასეთი სახის მეცადინეობა განსაკუთრებით აუცილებელი და საჭიროა ფიზიკის სპეციალობის სტუდენტებსათვის და საერთოდ მოცემული ფაკულტეტისათვის სპეციალურ საგანში. ლაბორატორიული სამუშაოების ჩათვლისას სტუდენტს უნდა მოეთხოვოს, როგორც სამუშაოს თეორიული ნაწილი, ასევე გამოყენებული ხელსაწყობების მოწყობილობისა და მოქმედების პრინციპის ცოდნა ელექტრული წრედების სქემის გაკეთება, ზოგ შემთხვევაში თვით ელექტრული წრედის შედგენა მოცემული სქემის მიხედვით. უნდა მოეთხოვოს აგრეთვე სამუშაოსთან დაკავშირებული ნაბაზების. დიაგრამებისა და გრაფიკების შედგენა და მათი ახსნა.

ლაბორატორიაში თვალსაჩინო ადგილას უნდა გამოიკრას უსაფრთხოების ტექნიკის წესები და მოთხოვნები, რასაც წინასწარ უნდა გაეცნონ სტუდენტები.

ასეთი მოთხოვნებით ლაბორატორიული მეცადინეობის ჩატარება აამაღლებს სტუდენტთა პასუხისმგებლობას ლაბორატორიული მეცადინეობისადმი, გაადიდებს მათ ინტერესს ექსპერიმენტისადმი, გაადრმავებს სტუდენტთა თეორიულ-პრაქტიკულ ცოდნას მოცემულ საგანში, სტუდენტებს გამოუმუშავებს, ექსპერიმენტული მუშაობის და თეორიული ცოდნის პრაქტიკულად გამოყენების უნარ-ჩვევებს. ყოველივე ეს კი, რაღა თქმა უნდა, ხელს შეუწყობს სტუდენტთა მომზადების თეორიულ-პრაქტიკული დონის ამაღლებას. სხვადასხვა მიზეზით ლაბორატორიულ მეცადინეობაში ჩამორჩენილი სტუდენტებისათვის ჩამორჩენის სალიკვიდაციოდ დამატებითი ლაბორატორიული მეცადინეობა უნდა ჩატარდეს სემესტრის ბოლოს გამოცდების დაწყებამდე, რათა სტუდენტებს საშუალება მიეცეთ ჩამორჩენილობა დროულად გამოასწორონ და ნორმალური პირობები ჰქონდეთ გამოცდების ჩასაბარებლად.

§ 4. საკონტროლო სამუშაოები

საკონტროლო სამუშაოების დანიშნულებაა შემოწმდეს რამდენადაა სტუდენტი დაუფლებული ამოცანების ამოხსნის უნარ-ჩვევებს, მეთოდებსა და ხერხებს. რამდენად შესწევს უნარი სხვადასხვა თემის შესაბამისი ფორმულები და მოვლენები ერთმანეთთან დააკავშიროს და ერთ მთლიანობაში განიხილოს. საკონტროლო სამუშაო რომ მაღალ დონეზე შესრულდეს, საჭიროა სტუდენტებმა დამოუკიდებლად ივარჯიშონ ტიპური ამოცანების ამოხსნაზე სათანადო თეორიული მასალის მომზადების შემდეგ და საჭიროების შემთხვევაში კონსულტაციისათვის მიმართონ საგნის მასწავლებელს. აქედან გამომდინარე, საკონტროლო სამუშაოების პირდაპირი დანიშნულებაა ხელი შეუწყოს დაუსწრებლად მოსწავლე სტუდენტის ცოდნის ამაღლებას ფიზიკაში და ფიზიკაში შეძენილი ცოდნის პრაქტიკული გამოყენების უნარ-ჩვევების ფორმირებასა და განმტკიცებას. ამოცანების ამოხსნის მიმართ ჩვენ სავსებით ვეთანხმებით პედაგოგიკის მეცნიერებათა აკადემიის გრიფით 1965 წელს გამოცემულ „ფიზიკის სწავლების მეთოდის საფუძვლებში“ გამოთქმულ მოსაზრებას: „მოსწავლეთა მიერ ამოცანების ამოხსნის ჩვევების დაუფლება არ წარმოადგენს სწავლების მიზანს. ძირითადი მიზანი, რომელსაც ამოცანების ამოხსნა ემსახურება, იმაში მდგომარეობს, რომ მოსწავლე-

ები ღრმად გაერკვევიან ფიზიკურ კანონზომიერებათა არსში.რასაკვირველია, ამ ძირითადი მიზნის მიღწევა მხოლოდ ამოცანების ამოხსნით არ შეიძლება, საჭიროა ამასთან სხვა სამუშაოთა ჩატარება და განსაკუთრებით კი ექსპერიმენტულისა“. ამ ნათქვამიდან ცხადი ხდება, რომ ფიზიკის სწავლებაში არავითარ შემთხვევაში არ შეიძლება ფიზიკის ამოცანების ამოხსნისათვის გადამწყვეტი მნიშვნელობის მინიჭება, როგორც ამას ხშირად აქვს ადგილი. ამოცანების ამოხსნაზე ვარჯიშისა და საკონტროლო სამუშაოების შესრულების და შემოწმების დროს დიდი ყურადღება უნდა მიექცეს ამოცანების პირობების გააზრებულ, სწორ. გაგებასა და წარმოდგენას, მასში ასახული პროცესების ანალიზს, ცნებისა და კანონზომიერებათა სწორად გაგებას.

ჩვენ ვეთანხმებით დოც. ა. მიქაძის ჟურნალ „ფიზიკა-მათემატიკა სკოლაში“. № 1, 1974 წ., მოსაზრებას ამოცანების ამოხსნის შესახებ ქართულ მეთოდურ ჟურნალებსა და სასწავლო ტელეგადაცემებში არსებული მანე ტენდენციის შესახებ. „მათ საქმიანობაში შეიძინევა ერთგვარი ცდა ფიზიკის შესწავლაში დახმარება შეცვალონ ამოცანების ამოხსნაში დახმარებით, რაც აბსოლუტურად განუხორციელებელია, რადგანაც სწორი გზა ფიზიკის ცოდნის შეთვისებიდან მიდის ფიზიკის ამოცანების ამოხსნის ჩვევამდე და არა პირიქით“. დოცენტი ა. მიქაძე იმავე სტატიაში აღნიშნავს, რომ „ფიზიკის ამოცანის ამოხსნა პასუხის მიღებაში კი არ მდგომარეობს, არამედ იმ მსჯელობათა სისწორეში. რომელიც ფიზიკის ცოდნას ემყარება და ამ ცოდნის პრაქტიკაში გამოყენების უნარ-ჩვევებზე გვაძლევს წარმოდგენას“. აქ ნათქვამიდან გამომდინარეობს, რომ ფიზიკაში ამოცანების ამოხსნა თვითმიზანს არ წარმოადგენს, მაგრამ არ შეიძლება იმ უდავო კვლევების უარყოფა, რომ თუ ამოცანების ამოხსნისათვის აუცილებელია ფიზიკის ცოდნა სათანადო სიღრმითა და შინაარსით. პირიქით ამოცანების ამოხსნა, ამოცანების ამოხსნაზე ვარჯიში თავის მხრივ პასუხი არ არის ფიზიკის ცოდნის მიმართ და ხელს უწყობს მოკლენების ერთმანეთთან ურთიერთკავშირის სწორად აღქმასა და ურთიერთგანპირობებულობის შემჩნევას, ფიზიკის ცოდნის გაღრმავებასა და განმტკიცებას, შრომის ჩვევების ფორმირებას, შრომაში ნებისყოფის სიმტკიცის გამომუშავებასა და განვითარებას, რაც ძალიან მნიშვნელოვანია სასწავლო საქმეში, ხელს უწყობს ფიზიკაში შეძენილი ცოდნის პრაქტიკული გამოყენების უნარ-ჩვევების დაწერვას.

აქვეაზ გამომდინარე, ფიზიკის სწავლებაში აიღობის საფუძვ-

ლიანო შესწავლა და ამოცანების ამოხსნასე ვარჯიში ერთ მთლიან პროცესად უნდა წარმოვიდგინოთ. უნდა გვახსოვდეს, რომ დრმა თეორიული ცოდნის მაღწევა შეუძლებელია, თუ იგი არაა განმტკიცებული თეორიული ცოდნის პრაქტიკული გამოყენების უნარ-ჩვევებით.

საკონტროლო სამუშაოების თემატიკა და მეთოდური მიზნობა ისე უნდა იყოს შედგენილი, რომ შეიცავდეს ყოველ სასწავლო თემის ძირითად დასკვნებს, განმარტებებს, კანონზომიერებებსა და ფორმულებს. მასში მოცემული უნდა იყოს ცალკეულ თემასთან დაკავშირებით ყველა ტიპური ამოცანის დაწერილებით ამოხსნა სათანადო მეთოდოლოგიური ასსნა-განმარტებითა და საკონტროლო სამუშაოების ყოველი ვარიანტი უნდა შეიცავდეს ყოველი ტიპის ერთნაირი სიძნელის ამოცანებს.

დასწრებული განყოფილების სტუდენტებთან საკონტროლო წერიტი სამუშაო უნდა მოეწყოს რამდენიმე თემის გავლის შემდეგ, როცა ამ თემებზე სტუდენტებთან ამოხსნილი გვაქვს საკმარისი რაოდენობის ყველა ტიპის ამოცანა. გარდა ამოცანებისა. მიზანშეწონილია საწერ თემად შეეცეთ თეორიული საკითხებიც. რომლებზეც უკვე ამოცანები აქვთ გაკეთებული და გარკვეული ვარჯიში აქვთ ჩატარებული.

დასწრებული განყოფილების სტუდენტებთან ასეთი სახის საკონტროლო მუშაობის ჩატარება ხელს შეუწყობს სტუდენტთა პასუხისმგებლობის გადიდებას ამოცანებისადმი და საერთოდ საგნისადმი, სასწავლო პროცესის გააქტიურებას. და, სტუდენტთა მუშაობის თანმიმდევრობასა და სისტემატიზაციას მოცემულ საგანში, სტუდენტთა ცოდნის დონის გაღრმავებასა და განმტკიცებას. დასწრებული განყოფილების სტუდენტთათვის საკონტროლო სამუშაოს ჩატარების დრო და თემატიკა (თუ რომელ თემებზე ექნებათ წერა და რატომ ამოცანებზე) წინასწარ ცნობილი უნდა იყოს. რომ საკონტროლო სამუშაო ორგანიზებულად ჩატარდეს.

ჩვენ მიერ დაუსწრებელი განყოფილების სტუდენტთა მიერ საკონტროლო სამუშაოების შესრულებისა და ჩათვლის მდგომარეობის, სამუშაოთა თემატიკის შესწავლამ და უმაღლეს სასწავლებელში პირადი მუშაობის გამოცდილებამ გვიჩვენა, რომ დღემდე ვაკრელებული წესი დაუსწრებელი განყოფილების სტუდენტთა მიერ საკონტროლოების შესრულებისა და ჩათვლისათვის დანიშნულებას ვერ ამართლებს, რადგან:

1. საკონტროლო სამუშაოებში შეუძლებელია ყველა ტიპის ამოცანის გათვალისწინება, 2. საკონტროლო სამუშაოების წარდგენის ვადების არსებობა (წინააღმდეგ შემთხვევაში მათი გასწორება პედაგოგის მიერ, საჭირო შემთხვევაში განმეორებით ჩაბარება და გასწორება გამოცდებამდე ვერ მოესწრება) იძულებულს ხდის სტუდენტს, საკონტროლო სამუშაოების შესრულებაზე იზრუნოს მაშინ, როცა ჯერ კიდევ ამ საგანში ლექციები არ მოუსმენია და საგანი არ მოუშინადებია. ამრიგად, სტუდენტმა ჯერ ამოცანები უნდა ამოხსნას და საკონტროლო სამუშაოები ჩააბაროს რეცენზირებისათვის და მერე საგანი ისწავლოს, გამოცდისათვის მოემზადოს, რაც, რაღა თქმა უნდა, ნათელს ხდის იმას, რომ სტუდენტთა ზიერ საკონტროლო სამუშაოების შესრულება უმეტეს შემთხვევაში ფორმალურ ხასიათს ატარებს და სტუდენტის მიერ დამოუკიდებლად არ სრულდება. ეს გარემოება ხელს უწყობს სასწავლო პროცესის გაყალბებას და, თითქმის, მინიმუმამდე ამცირებს საკონტროლო სამუშაოების როლსა და დანიშნულებას. აქედან გამომდინარე აუცილებლად მიგვაჩნია შეცვლილ იქნეს საკონტროლო სამუშაოების შესრულებისა და ჩათვლების დღემდე არსებული წესი.

ჩვენ მიზანშეწონილად ვთვლით დაუსწრებელი განყოფილების სტუდენტთა მიერ საკონტროლო სამუშაოების შესრულება და ჩათვლები მოეწყოს შემდეგნაირად. შედგენილ იქნეს ამოცანათა კრებული ეგრეთ წოდებული სავარჯიშო-პრაქტიკუმი ფიზიკაში, რომელშიც მოცემული იქნება პროგრამით გათვალისწინებული ფიზიკის ყოველი საკითხის ძირითადი დასკვნები, წესები, კანონები და ფორმულები. მოცემული იქნება, აგრეთვე მითითება სახელმძღვანელოებიდან თუ რომელი პარაგრაფები უნდა დაამუშაოს სტუდენტმა მოცემული საკითხის სრულყოფილად ათვისების მიზნით. ყოველი პარაგრაფის ბოლოს მოცემული უნდა იყოს ამ საკითხის შესაბამისი ყველა ტიპური ამოცანის ამოხსნის ნიმუში შესრულებული სათანადო მეთოდურ დონეზე დაწვრილებით და იქვე უნდა იყოს იმავე ტიპების ამოცანები სტუდენტების დამოუკიდებელი ვარჯიშისათვის. ჩვენ მიერ შედგენილია ასეთი ტიპის სავარჯიშო-პრაქტიკუმი მექანიკასა და მოლეკულურ ფიზიკაში, რომელიც ცალკე წიგნად გამოიცა 1976 წელს, მოვიყვანთ მაგალითს ჩვენ მიერ შედგენილი ამოცანათა კრებულიდან ამის შესახებ, თუ რა მოცულობით უნდა მიეცეს თეორიული მასალა ჩვენ მიერ ზემოთ აღნიშნული ტიპის ამოცანათა კრებულში და როგორი უნდა იყოს ამოცანების ამოხსნის ნიმუშები:

კინემატიკა

მატერიალური წერტილის მოძრაობის დროს მისი მდებარეობის განმსაზღვრელი კოორდინატები იცვლება. ამიტომ გვექნება შემდეგი განტოლებები

$$\begin{aligned}x &= f_1(t) \\ y &= f_2(t) \\ z &= f_3(t)\end{aligned}\tag{1}$$

(1) განტოლებებს მოძრაობის კინემატიკური განტოლებები ეწოდება. კოორდინატების ცვლასთან ერთად იცვლება გავლილი მანძილიც ე. ი. s არის დროის ფუნქცია. ამიტომ გვექნება

$$s = f(t)\tag{2}$$

ანალოგიურად რადიუს ვექტორისთვისაც გვექნება

$$\vec{r} = f(t)$$

(რადიუს-ვექტორი ეწოდება კოორდინატთა სათავიდან წერტილის მდებარეობამდე გავლულ ვექტორს).

მატერიალური წერტილის მყისი ანუ ნამდვილი სიჩქარე ეწოდება მანძილის პირველი რიგის წარმოებულს დროით. მაშასადამე, გვექნება:

$$v = \frac{ds}{dt}\tag{3}$$

ე. ი. თუ გავლილი მანძილი მოცემულია განტოლებით, როგორც დროის ფუნქცია, სიჩქარე რომ ვიპოვოთ s -ის გამოსახულება უნდა გავაწარმოოთ დროით. საშუალო სიჩქარე არის მანძილის შეფარდება დროსთან

$$v = \frac{s}{t}\tag{4}$$

თანაბარი მოძრაობის დროს საშუალო სიჩქარე უბრალოდ სიჩქარეს თანხვედება სიდიდითაც და მიმართულებითაც. წრფივი მოძრაობის დროს აჩქარება გამოისახება ფორმულით:

$$a = \frac{dv}{dt}, \text{ მაგრამ, რადგან } v = \frac{ds}{dt},$$

გვექნება

$$a = \frac{d^2s}{dt^2}\tag{5}$$

ე. ი. აჩქარება არის სიჩქარის პირველი წარმოებულ დროით და მანძილის მეორე წარმოებულ დროით.

უნდა გვახსოვდეს, რომ ცვლადი მოძრაობა საწყისი სიჩქარის არსებობის შემთხვევაში შეიძლება იყოს აჩქარებულიც და შენელებულიც. ამიტომ როცა $v_0 \neq 0$, მაშინ თუ $a > 0$, მოძრაობა აჩქარებულია და თუ $a < 0$ მოძრაობა შენელებულია.

ცვლადი მოძრაობის დროს სიჩქარე მოცემულ მომენტში (მყისი სიჩქარე) გამოითვლება ფორმულით

$$v = v_0 + at \quad (6)$$

სადაც a აჩქარება ყოველთვის ჩაისმება თავისი ნიშნით, თუ მოძრაობა აჩქარებულია — დადებითი ნიშნით, თუ შენელებულია — უარყოფითი ნიშნით.

ცვლადი მოძრაობის დროს გავლილი მანძილი გამოითვლება ფორმულით

$$s = v_0 t + \frac{at^2}{2} \quad (7)$$

a -ს მიმართ აქაც იგივე ითქმის, რაც წინა ფორმულის შემთხვევაში. მრუდწირული მოძრაობის დროს აჩქარების ორი სახე არსებობს ზოგად შემთხვევაში, ცენტრისკენული ანუ ნორმალური, რომელიც სიჩქარის მიმართულების ცვლილებას ახასიათებს და ტანგენციალური ანუ მხები აჩქარება, რომელიც სიჩქარის სიდიდის ცვლილებას ახასიათებს და მიმართული არის მხების გასწვრივ. ტანგენციალური აჩქარება გამოითვლება ფორმულით

$$a_\tau = \frac{dv}{dt} \quad (8)$$

ხოლო ცენტრისკენული კი — ფორმულით

$$a_n = \frac{v^2}{R} \quad (9)$$

გრაფიკულად მხები, ნორმალური და სრული აჩქარება ასე გამოისახება ნახ. 1. რადგან a_τ -სა და a_n -ს შორის მართი კუთხეა, სრული აჩქარება გამოითვლება პითაგორას თეორემის გამოყენებით, გვექნება

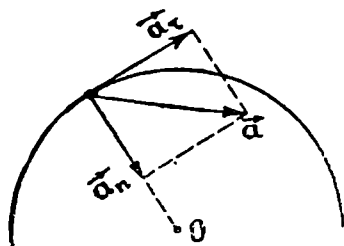
$$a = \sqrt{a_\tau^2 + a_n^2}. \quad (10)$$

ბრუნვითი მოძრაობის შემთხვევაში წერტილის მოძრაობის კინემატიკური განტოლება ზოგადად გამოისახება ფორმულით

$$\varphi = f(t) \quad (11)$$

მყისი კუთხური სიჩქარე წარმოადგენს შემობრუნების კუთხის პირველი რიგის წარმოებულს დროით, ე. ი.

$$\omega = \frac{d\varphi}{dt} \quad (12)$$



ნახ. 1.

ცვლადი მრუდწირული მოძრაობის დროს არსებობს კუთხური აჩქარებაც, რომელიც წარმოადგენს კუთხური სიჩქარის პირველი რიგის წარმოებულს დროით, ან შემობრუნების კუთხის მეორე რიგის წარმოებულს დროით

ე. ი. $\epsilon = \frac{d\omega}{dt}$ მაგრამ, რადგან $\omega = \frac{d\varphi}{dt}$

გვექნება

$$\epsilon = \frac{d^2\varphi}{dt^2} \quad (13)$$

კუთხურ სიჩქარეს ხშირად ზომავენ ბრუნთა რიცხვით წამში, ან ბრუნთა რიცხვით წუთში. თუ ბრუნთა რიცხვს წამში აღვნიშნავთ n -ით, გვექნება

$$\omega = 2\pi n, \quad (14)$$

მაგრამ $n = \frac{1}{T}$, სადაც T არის ბრუნვის პერიოდი, ამიტომ გვე-

ქნება
$$\omega = \frac{2\pi}{T} \quad (15)$$

თუ საწყის კუთხურ სიჩქარეს ω_0 -ით აღვნიშნავთ, მაშინ ცვლადი ბრუნვითი მოძრაობის დროს კუთხური სიჩქარე გამოითვლება ფორმულით

$$\omega = \omega_0 + \varepsilon t, \quad (16)$$

სადაც აჩქარებული ბრუნვის დროს $\varepsilon > 0$ და ჩაისმება დადებითი ნიშნით, ხოლო შენელებული ბრუნვის დროს კი $\varepsilon < 0$ ჩაისმება უარყოფითი ნიშნით.

შემობრუნების კუთხე გამოითვლება ფორმულით

$$\varphi = \omega_0 t + \frac{\varepsilon t^2}{2}, \quad (17)$$

აქაც ε -ის შესახებ იგივე ითქმის, რაც წინა ფორმულის შემთხვევაში.

წრეწირზე მოძრაობის დროს ხაზოვანი სიჩქარე გამოითვლება ფორმულით

$$v = \frac{2\pi R}{T}, \quad \text{სადაც } R \text{ — წრეწირის რადიუსია და } T \text{ — ბრუნვის პე-}$$

რიოდი. მაგრამ $\omega = \frac{2\pi}{T}$ ამიტომ გვექნება

$$v = \omega R \quad (18)$$

ტანგენციალური აჩქარება გამოითვლება ფორმულით

$$a_\tau = \varepsilon R \quad (19)$$

და ნორმალური აჩქარება კი — ფორმულით

$$a_n = \omega^2 R \quad (20)$$

სრული აჩქარებისათვის გვექნება

$$a = \sqrt{\varepsilon^2 R^2 + \omega^4 R^2} \quad \text{ანუ } a = R \sqrt{\varepsilon^2 + \omega^4}.$$

იქვე მოგვეყავს ამოცანების ამოხსნის ნიმუშები. განვიხილოთ მაგალითი.

1. მატერიალური წერტილის მიერ გავლილი გზა, როგორც დროის ფუნქცია, გამოისახება განტოლებით

$$S = 10t - 3t^2 + 0,2t^3$$

განსაზღვრეთ სიჩქარე და აჩქარება მოძრაობის დაწყებიდან 2 წამის შემდეგ (მოცემულია S -ის სისტემა).

ამოხსნა

გავიხსენოთ, რომ სიჩქარე არის მანძილის პირველი წარმოებული დროით $v = \frac{ds}{dt}$ და გავაწარმოოთ s -ის განტოლება დროით, გვექნება:

$$v = \frac{ds}{dt} = \frac{d}{dt} (10t - 3t^2 + 0,2t^3) \text{ ანუ } v = 10 - 6t + 0,6t^2$$

აქ გავაკეთებთ შენიშვნას, რომ რადგან სიჩქარე t^2 -ზე არის დამოკიდებული, ცხადია მოძრაობა თანაბარ ცვლადი არ არის. ჩავსვათ t -ის მნიშვნელობა 2 წამი, მივიღებთ:

$$v = 10 - 6 \cdot 2 + 0,6 \cdot 4, \text{ ე. წ.}$$

$$v = 0,4 \text{ მ/წმ.}$$

აჩქარების განსაზღვრისათვის გავიხსენოთ, რომ აჩქარება არის სიჩქარის პირველი რიგის წარმოებული დროით:

$$a = \frac{dv}{dt}$$

და გვექნება

$$a = \frac{d}{dt} (10 - 6t + 0,6t^2) \text{ ანუ } a = -6 + 1,2t$$

რადგან აჩქარება დროზეა დამოკიდებული დავასკვნათ, რომ მოძრაობა თანაბარცვლადი არ არის.

ჩავსვათ მნიშვნელობა $t = 2$, მივიღებთ

$$a = -6 + 1,2 \cdot 2 = -3,6 \text{ მ/წმ}^2$$

„—“ ნიშანი იმაზე მიუთითებს, რომ მოძრაობა შენელებული ყოფილა.

ამოცანების ამოხსნის ნიმუშები მოცემულია ყველა საკითხსა და ყველა ფორმულაზე.

ამოცანების ამოხსნის ნიმუშების შემდეგ იქვეა მოცემული სავარჯიშო ამოცანები დამოუკიდებელი ამოხსნისათვის (თეორიაში მოცემულ ყველა საკითხზე და ყველა ფორმულაზე).

ასეთი მეთოდიკით შედგენილი სავარჯიშო პრაქტიკუმის სახელმძღვანელო უნდა დაურიგდეს სტუდენტებს მეცადინეობის დაწყებისას და დაევალოთ, რომ შეისწავლონ ამოხსნის ამოცანების ტიპები და ივარჯიშონ სავარჯიშო ამოცანების ამოხსნაზე. საგამოცდო სესიის დაწყებამდე ერთი ან ორი კვირით ადრე, ან უშუალოდ სესიების

დროს (როგორც გამოჩაქოსი) სტუდენტი, როგორც სავალდებულო წესი, უნდა გამოცხადდეს საგნის მასწავლებელთან და შემოწმდეს რამდენადაა დაუფლებული ამოხსნილი ამოცანების ტიპების გარჩევას და რამდენად ესმის მათი ამოხსნის ხერხები და მეთოდები, როგორ ხსნის სავარჯიშო ამოცანების ისეთსავე ტიპებს, როგორ აქვს გააზრებული ამოცანებთან დაკავშირებული მოვლენების ფიზიკური არსი და კანონზომიერებანი. ჩათვლა სტუდენტს უნდა დაეწეროს ასეთი შემოწმების საფუძველზე. სტუდენტი ვალდებული უნდა იყოს ამოცანების ჩათვლისას პედაგოგს ან ფიზიკის კაბინეტს ჩააბაროს მასზე რიცხული წიგნი სავარჯიშო-პრაქტიკუმი, რათა ერთი და იგივე წიგნი გამოიყენონ მომდევნო კურსის სტუდენტებმა. ადვილია იმაში დარწმუნება, რომ დღემდე არსებული საკონტროლო სამუშაოების შესრულებისა და ჩათვლების წესის შეცვლა ჩვენ მიერ რეკომენდებული წესით, ხელს შეუწყობს სტუდენტთა მიერ ამოცანების ამოხსნის ხერხებისა და მეთოდების დაუფლებას, ამოცანებისადმი ინტერესის გაზრდას. თეორიული ცოდნის განმტკიცებასა და გაღრმავებას, მოვლენათა და კანონზომიერებათა ფიზიკურ არსში გარკვევას, მოვლენების ურთიერთკავშირისა და ურთიერთგანპირობებულობის აღქმასა და გამოვლენას. ყოველივე ეს კი მნიშვნელოვანი ნაბიჯი იქნება საგნის გააზრებულად, საფუძვლიანად შესწავლის საქმეში.

§ 5. ცოდნის შეფასების კრიტერიუმი

სასწავლო საქმეში ერთ-ერთ ძირითად მომენტს წარმოადგენს სტუდენტთა ცოდნის ობიექტური შეფასება. სადავო არ არის ის, რომ სტუდენტმა, მიუხედავად იმისა, თუ როგორი კვალიფიკაციის ლექტორი გამოცდის მას, მიუხედავად გამომცდელის პიროვნებისა, მოცემულ ცოდნაში უნდა მიიღოს ერთნაირი შეფასება. ნიშანი, რომელსაც სტუდენტი გამოცდის დროს მიიღებს, უნდა იყოს რეალური, ობიექტური და იგი არავითარ შემთხვევაში არ უნდა განსაზღვროს გამომცდელის წოდებამ, რანგმა. ჩვენს უმაღლეს სასწავლებლებში კი სტუდენტთა ცოდნის შეფასება რიგ შემთხვევებში ერთნაირი მიდგომით, ერთნაირი მომთხოვნელობით არ ხდება და ხშირად ლექტორის სუბიექტური მოსაზრებებით განისაზღვრება. ერთსა და იმავე ცოდნას, რომელ ლექტორს როგორ მოენებება ისე აფასებს. საქმე იმაშია, რომ საკუროვნის შემთხვევაში ლექტორს ვერც შენიშვნას მისცემს ვერაფერს ცოდნის არაობიექტური შეფასებისათვის, რადგან არ არსებობს ცოდნის შეფასების ის ნორმები, რომელთა დარღვევაზეც შეიძლება მიეთითოს.

სტუდენტთა ცოდნის შეფასებისადმი ასეთი მიდგომა გარკვეულ ჩრდილს აყენებს სასწავლო პროცესს, აქვეითებს საგნისადმი, მოცემული მეცნიერებისადმი სტუდენტთა ინტერესს, ხელს უშლის სტუდენტში შრომის ჩვევების დანერგვას, ცოდნის შექენაში თანმიმდევრობისა და სისტემატურობის პრინციპის განხორციელებას, უშუალოდ შემთხვევაში ბლალავს ლექტორის ავტორიტეტს. ყოველივე ეს უარყოფითად მოქმედებს სასწავლო-სააღმზრდელო მუშაობაზე. ერთი ლექტორის მიერ არაობიექტური, სუსტი მომთხოვნელობა, არათანმიმდევრული მომთხოვნელობა სხვა საგნის ლექტორსაც ხელს უშლის სასწავლო პროცესის ნორმალურ წარმართვაში. ასეთი არაერთნაირი მომთხოვნელობის გამო სტუდენტებს მიაჩნიათ, რომ ზოგი ლექტორი „კარგია“, ხოლო ზოგი „ცუდია“. უმეტეს შემთხვევაში შეფასება „ცუდი“ იმ პედაგოგების ხვედრი ხდება, რომლებიც გამოცდაზე სტუდენტებს ობიექტურ, სამართლიან მოთხოვნას უყენებენ.

როგორც სასწავლო პროცესის ყოველ ეტაპზე, ისე გამოცდებზეც საჭიროა პედაგოგთა ერთიანი მიდგომა, ერთნაირი მომთხოვნელობა ცოდნის შეფასებაში. თუ ერთნაირი მომთხოვნელობით დაიწერება ნიშანი მოცემულ საგანში, მაშინ აღარ ექნება მნიშვნელობა, რომელ ინსტიტუტში იქნა მიღებული ეს ნიშანი, და ვინ, რომელმა ლექტორმა დაუწერა. ერთსა და იმავე საგანში, ერთსა და იმავე ფაკულტეტზე დაწერილი „3“, „4“, „5“ ერთნაირად უნდა ასახავდეს ცოდნის დონეს და სიღრმეს მიუხედავად იმისა, რომელ უმაღლეს სასწავლებელში დაიწერა და ვის მიერ. როგორც ზემოთაც აღვნიშნეთ, ყველა ლექტორი ხომ ერთნაირადაა ვალდებული მოცემული სპეციალობისათვის ერთი და იმავე სიღრმითა და შინაარსით იკითხოს ლექცია მოცემულ საგანში, მაშ, მომთხოვნელობაც ერთნაირი რომ უნდა იყოს და დაწერილი ნიშანიც, აქ სადავო არაფერი არ არის. ზემოთ თქმულიდან გამომდინარე საჭიროა დადგენილ იქნეს სტუდენტთა ცოდნის შეფასების კრიტერიუმი, რა თქმა უნდა, სხვადასხვა ნორმითა და მომთხოვნელობით, მაგრამ მოცემულ საგანში და მოცემულ სპეციალობაზე ყველა ლექტორისათვის ერთნაირად სავალდებულო.

ჩვენ შევეცდებით ჩამოვაყალიბოთ ცოდნის შეფასების კრიტერიუმი ფიზიკაში უმაღლეს ტექნიკური სასწავლებლებისათვის.

მეცნიერებისა და ტექნიკის განვითარების ყოველ ეტაპზე დიდი მნიშვნელობა ენიჭება მეცნიერებათა, განსაკუთრებით მომიჯნავე მეცნიერებათა ურთიერთკავშირის ცოდნას და ერთი მეცნიერების დასკვნების, მოვლენების და კანონზომიერებათა გამოყენებას სხვა მეცნიერებაში, სხვა დისციპლინების შესწავლისა და განვითარების საქმეში. ამიტომ გამოცდის დროს ყურადღება უნდა მიექცეს საგნის ღრმა ცოდნას და იმასაც, თუ როგორ უკავშირებს სტუდენტი ფიზიკის ამა თუ იმ მოვლენას და კანონს თავისი სპეციალობის საკითხებს.

სტუდენტთა მიერ ფიზიკის საფუძვლიანად შესწავლაში და მათი მომავალი სპეციალობის დაუფლებაში, ლაბორატორიული ექსპერიმენტული და კვლევითი უნარ-ჩვევების გამომუშავების საქმეში, დიდი მნიშვნელობა აქვს იმას, თუ როგორ ეკიდება სტუდენტი ფიზიკაში ლაბორატორიულ-პრაქტიკულ მეცადინეობას. მხოლოდ იმ სტუდენტისგანაა მოსალოდნელი დიდი წარმატებები. რომელმაც ღრმად იცის თეორიული მასალა და კარგადაა დაუფლებული ლაბორატორიული მუშაობის უნარ-ჩვევებს, ლაბორატორიულ ტექნიკას. ამ მიმართულებით სტუდენტთა აქტიურობისა და ინტერესის გაზრდის მიზნით, ლაბორატორიული მუშაობისადმი პასუხისმგებლობის გაზრდისათვის, საჭიროდ მიგვაჩნია, გამოცდის დროს, როგორც სავალდებულო, სტუდენტს მოეთხოვოს მის მიერ შესრულებული ერთ-

ერთი ლაბორატორიული სამუშაოს შინაარსი, შესრულების მეთოდი-
კა და გამოყენებული ხელსაწყოების მოქმედებისა და მოწყობილო-
ბის პრინციპის ცოდნა.

ამ საკითხთან დაკავშირებით, ცხადია, ზოგაერთი პედაგოგი დაეა-
გამართავს იმ მოტივით, რომ სტუდენტები ლაბორატორიული სამუ-
შაოების ჩათვლას ლაბორატორიული მეცადინეობის ხელმძღვანელს
აბარებენ და რაღა საჭიროა გამოცდაზე შეკითხვაო. მაგრამ ჩვენ აქვე
უნდა ვუპასუხოთ, რომ: 1. რადგან ჩათვლა მიიღო, ეს იმას ნიშნავს,
რომ სტუდენტმა შეასრულა და იცის ლაბორატორიული სამუშაოები
და საჭირო ხელსაწყო-იარაღები და თუ კი იცის, რა მოხდება გა-
მომცდელსაც უპასუხოს ერთ-ერთ მათგანზე? 2. ყველასათვის ცხა-
დია, რომ გამომცდელისადმი, გამოცდებისადმი უფრო მეტ პასუხის-
მგებლობას იჩენენ სტუდენტები, ვიდრე ლაბორატორიული მეცადი-
ნეობის ხელმძღვანელისადმი და ასეთი მომთხოვნელობა გაადიდებს
ლაბორატორიული მუშაობისადმი პასუხისმგებლობას, მის როლსა
და ავტორიტეტს. 3. საგნის ცოდნა გულისხმობს არა მარტო თეო-
რიულ ცოდნას, არამედ ამ საგანში პრაქტიკული მუშაობის უნარ-
ჩვევებსაც, თეორიული ცოდნის პრაქტიკული გამოყენების ცოდნა-
საც და ცხადია, დაწერილი ნიშანი ობიექტური რომ იყოს და რეა-
ლურად ასახავდეს სტუდენტის ცოდნას, აუცილებელია შეფასდეს
არა მარტო თეორიული, არამედ პრაქტიკული ცოდნაც.

ასევე შეგვიძლია აღვნიშნოთ ფიზიკის პრაქტიკუმის შესახებაც.
პრაქტიკუმის დანიშნულებაა სტუდენტებს გამოუმუშაოს ფიზიკაში
ყოველი მოვლენის შესაბამისი ტიპური ამოცანების ამოხსნის მეთო-
დები და უნარ-ჩვევები, რაც ხელს შეუწყობს ფიზიკის თეორიული
ცოდნის განმტკიცებას და პრაქტიკული გამოყენების უნარ-ჩვევების
ფორმირებას. ფიზიკის პრაქტიკუმისადმიც სტუდენტთა დამოკიდე-
ბულება ხშირ შემთხვევაში არაა ღრმად სერიოზული; ბევრი მათგანი
ზერელობას, გულგრილობასა და უპასუხისმგებლობას იჩენენ, რაც
გარკვეულად ამცირებს საგნისადმი ინტერესს და ჩრდილს აყენებს
შეძენილი ცოდნის განმტკიცებისა და საერთოდ საგნის ღრმად ათ-
ვისების საქმეს. ამ მხრივ სტუდენტთა გააქტიურებისა და პასუხის-
მგებლობის გაზრდის მიზნით აუცილებელია გამოცდაზე სტუდენტე-
ბის ცოდნა ამოცანების ამოხსნაშიც შემოწმდეს.

უმადლეი სასწავლებელი ახალგაზრდობას ამზადებს არჩეული
სპეციალობით პრაქტიკული საქმიანობისათვის, აიარაღებს მას რო-
გორც თეორიული ცოდნით, ასევე პრაქტიკული მუშაობის უნარ-ჩვე-
ვებით. ამ თვალსაზრისით ფიზიკის შესწავლისას პრაქტიკული მუ-
შაობის უნარ-ჩვევებში იგულისხმება არა მარტო თვით ფიზიკის სპე-

ცილობი: მუშაობის დროს შექმნილი ცოდნის გამოყენების უნარ-ჩვევები, არამედ ფიზიკაში მიღებული ცოდნისა და ჩვევების გამოყენება მონათესავე საგნების, სპეციალური დისციპლინების შესწავლის საქმეში, აქვე იგულისხმება არჩეული სპეციალობის დაუფლების საქმეში ფიზიკის ლაბორატორიაში შექმნილი პრაქტიკული მუშაობის უნარ-ჩვევების გამოყენება სპეციალური საგნების ლაბორატორიულ სამუშაოების შესრულების პროცესში.

ამიტომ, გამოცდის დროს, ცოდნის შეფასების მომენტში აუცილებლად უნდა მიექცეს ყურადღება, რამდენადაა სტუდენტი დაუფლებული შექმნილი ცოდნის პრაქტიკული გამოყენების უნარ-ჩვევებს.

რომ გავზარდოთ სტუდენტთა ინტერესი მოვლენების სწორად აღქმისადმი, სადემონსტრაციო ექსპერიმენტისადმი, საჭიროა სტუდენტს მოეთხოვოს გამოცდის დროს იმ ცდების აღწერა, რომელთა აშუალებითაც შესაძლებელია ამა თუ იმ მოვლენის გათვალსაჩინოება, აუცილებლად მოეთხოვოს იმ ცდების აღწერა, რომელიც მოცემული საკითხის შესწავლისას გამოყენებულ იქნა ლექციაზე, ან პისი მსგავსი სხვა სადემონსტრაციო ცდა. ამ საკითხისადმი ასეთი ჰომთხოვნელობა პხდენს სტუდენტთა გონების მობილიზაციას და ვააქტივებს იმ მიმართულებით, რომ სადემონსტრაციო ცდებს მოეკიდონ არა როგორც გასართობ სანახაობას, არამედ, როგორც აუცილებელ ელემენტს მოცემული საკითხის, მოცემული მოვლენის სწორად გაგებისა და შესწავლის საქმეში.

მოცემულ საგანში ცოდნის გაღრმავებას დიდად უწყობს ხელს დამხმარე სამეცნიერო-ტექნიკური და პოპულარული ლიტერატურის კითხვა, ამიტომ იმისათვის რომ გავზარდოთ სამეცნიერო ტექნიკური ლიტერატურის კითხვისა და დამუშავებისადმი სტუდენტთა ინტერესი. საჭიროა გამოცდის დროს ყურადღება მიექცეს იმას, თუ რამდენად იცნობს სტუდენტი მოცემულ საგანში მოცემულ საკითხებთან დაკავშირებით არსებულ სამეცნიერო-ტექნიკურ და პოპულარულ ლიტერატურას. რამდენადაა დაუფლებული წიგნზე დამოუკიდებელი მუშაობის უნარ-ჩვევებს. სტუდენტთა ცოდნის შეფასებისადმი ასეთი მიდგომა ხელს შეუწყობს მათი გონების ვააქტიურებას, ისინი ეცდებიან, რომ მათი ცოდნა მოცემულ საკითხებზე არ იყოს შემოფარგლული მხოლოდ მოსმენილი ლექციით, კონსპექტით და არსებული ძირითადი სახელმძღვანელოთი. ისინი ეცდებიან თვალყური ადევნონ ახალ სამეცნიერო-ტექნიკურ ლიტერატურას. ეს კი მათ თანდათან გამოუმუშავებს წიგნზე დამოუკიდებელი მუშაობის უნარ-ჩვევებს, ხელს შეუ-

წყობს მეცნიერული კვლევისადმი ინტერესის გაღრმავებას, ახლის შექმნისა და ძიების სურვილის აღძვრას, მეცნიერული მუშაობისადმი ინტერესის განვითარებას. გამოუმუშავდებათ უნარი და ჩვევა თვალის ადევნონ მეცნიერულ-ტექნიკურ პროგრესს.

სტუდენტთა ცოდნის შეფასებისას, რა თქმა უნდა, ყურადღება უნდა მიექცეს სტუდენტის მიერ საგნის სრულყოფილ ცოდნას, მაგრამ განსაკუთრებული ყურადღება უნდა მიექცეს იმას, თუ რამდენად შეგნებულად აქვს ათვისებული ის მოვლენები, დასკვნები, ფორმულები და კანონზომიერებანი, რომლებიც გამოყენებას პოულობს მონათესავე მეცნიერებათა საფუძვლების დაუფლებაში, არჩეულ სპეციალობაში.

ზემოთ აღნიშნულის საფუძველზე ჩვენ მიზანშეწონილად მიგვაჩნია გამოცდის დროს სტუდენტის ცოდნა შემოწმდეს შემდეგი მიმართულებით:

1. მოცემული საკითხის მათემატიკური მხარის ცოდნა (გამოყვანა, კანონზომიერებათა დადგენა და დასკვნების გაკეთება).
2. მოცემულ საკითხთან დაკავშირებული მოვლენის თეორიული ახსნა-დასაბუთება და გააზრებული წარმოდგენა.
3. მოცემულ საკითხზე დასკვნებისა და საბოლოო ფორმულების ზეპირად ცოდნა.
4. შექმნილი ცოდნის პრაქტიკული გამოყენების უნარ-ჩვევები.
5. მოცემულ საკითხთან დაკავშირებული ექსპერიმენტისა და სადემონსტრაციო ექსპერიმენტის ცოდნა, საჭირო ხელსაწყო-იარაღების, მოწყობილობისა და მოქმედების პრინციპის ცოდნა.
6. რამდენად შესწევს უნარი მოცემულ საგანში შექმნილი ცოდნის გამოყენებისა სპეციალური და მონათესავე საგნების შესწავლის საქმეში.

აქედან გამომდინარე ჩვენ მიზანშეწონილად მიგვაჩნია უმაღლეს ტექნიკურ სასწავლებლებში ფიზიკაში შემოღებულ იქნეს სტუდენტთა ცოდნის შეფასების შემდეგი კრიტერიუმი.

1. ნიშანი „3“ დაეწერება იმ სტუდენტს, რომელმაც იცის სასწავლო პროგრამით გათვალისწინებული ძირითადი ფაქტობრივი მასალა, შესწევს უნარი გამოსახოს ფიზიკურ სიდიდეთა შორის გრაფიკული დამოკიდებულება, იძლევა კანონების და წესების სწორ ფორმულირებას და დამახსოვრებული აქვს ის ფორმულები და კანონზომიერებანი, რომლებიც საჭიროა მონათესავე მეცნიერებათა და სპეციალური საგნების შესწავლის საქმეში.

2. ნიშანი „4“ დაეწერება იმ სტუდენტს, რომელმაც საფუძვლიანად იცის სასწავლო პროგრამით გათვალისწინებული თეორია და ფაქტობრივი მასალა, სწორი ლოგიკური თანმიმდევრობითა და დამაჯერებლობით შეუძლია დაასაბუთოს ესა თუ ის დებულება. ახსნას ფიზიკური მოვლენების დედაარსი, განსაზღვროს მის მიერ შესრულებული ერთ-ერთი ლაბორატორიული სამუშაოს მიზანი, შინაარსი და შესრულების მეთოდოლოგია საჭირო ხელსაწყოების აღწერით. შესწევს უნარი ამოხსნას სასწავლო პროგრამის შესაბამისი ამოცანა, გაიმეოროს (აღწეროს) ის სადემონსტრაციო ექსპერიმენტი, რომელიც ლექციაზე იქნა გამოყენებული მოვლენათა გათვალისწინებით-საჯვის, მაგრამ ზოგიერთი რთული საკითხების დამტკიცებისა და გაშუქებისას უშვებს უმნიშვნელო ხასიათის უზუსტობებს, რომელსაც მასახვედრი კითხვებით თვითონვე ასწორებს.

3. ნიშანი „5“ დაეწერება იმ სტუდენტს, რომელიც აკმაყოფილებს ნიშან „4“-სადმი წაყენებულ მოთხოვნებს, გარდა იმისა, რომ მას შეეძლება არავითარი უზუსტობა და შეცდომა საკითხების გაშუქებისა და დამტკიცების დროს.

გარდა ამისა „5“-ის დაწერის დროს და, საერთოდ, ცოდნის შეფასებისას ყურადღება უნდა მიექცეს სტუდენტის აზროვნების უნარს, მის საერთო გონებრივ განვითარებას, ფართო ნაკითხობას, იმას, თუ რამდენად სწრაფად აღწევს მიზანს და რამდენად სწრაფად უღებს ალღოს ამა თუ იმ მოვლენის აღქმას და გაშუქებას (თუ ამ გარემოებას ანგარიში არ გაუუწიეთ, შეიძლება დამოუკიდებელი აზროვნების უნარი და შემოქმედებითი სწრაფვა მოღუწდეს და მიიჩქმლოს).

ემისათვის, რომ აქ წარმოდგენილი ცოდნის შეფასების კრიტერიუმო გამოყენებულ იქნეს ფიზიკის სპეციალობის სტუდენტთა ცოდნის შეფასებისას, მიზანშეწონილად მიგვაჩნია ნიშანი „3“-ის მოთხოვნას დაემატოს საშუალო სიძნელის ამოცანების ამოხსნის აუცილებლობა, რადგან თუ ფიზიკის მომავალი სპეციალისტი შეიძლება ცოდნის საფუძველზე ვერ ახერხებს საშუალო სიძნელის ამოცანების ამოხსნას, ეს იმას მოწმობს, რომ იგი ვერ შეძლებს ამ ცოდნის პრაქტიკულ გამოყენებას და, მაშასადამე, არ შეიძლება მიენიჭოს ფიზიკის კვალიფიკაცია (უმაღლესი სასწავლებლის დანიშნულება ხომ ისაა, რომ ახალგაზრდობა მოამზადოს მოცემულ სპეციალობაში პრაქტიკული მოღვაწეობისათვის).

„4“ და „5“-ზე მოთხოვნებს უნდა დაემატოს მოცემულ საკითხებთან დაკავშირებით, თუ როგორ იცნობენ სტუდენტები დამხმარე საინჟინერო-ტექნიკურ და პოპულარულ ლიტერატურას (ინჟინერების ანაღ მიღწევებს, ძირითად დასკვნებს). ამ ლიტერატურისა და სიან-

ლის შესახებ საგნის ლექტორმა წინასწარ, ლექციების მსვლელობის პროცესში უნდა მიუთითოს ისე, რომ სტუდენტებმა წინასწარ იცოდნენ, რა მოთხოვნა წაეყენებათ გამოცდებზე.

როგორც ჩანს, ყველაზე დიდ სიძნელეს წარმოადგენს იმის დადგენა, თუ რა შემთხვევაში დაიწერება ნიშანი „3“. თუ სამიანის დაწერის პრობლემას გადაწყვეტილად ჩავთვლით, მაშინ ადვილი იქნება „4“ და „5“-ის დაწერის საკითხის დადგენა.

განვიხილოთ „3“-ის დაწერის საკითხი უმაღლეს ტექნიკურ სასწავლებელში ფიზიკის კურსში ელექტრობისა და მაგნიტიზმის სწავლების მაგალითზე.

ელექტრობისა და მაგნიტიზმის ჩაბარების დროს „3“ ეკუთვნის იმ სტუდენტს, რომელსაც გააჩნია შემდეგი სახის ფაქტობრივი მასალის ცოდნა. მაგალითად ოსტოგრადსკი-გაუსის თეორემის შესახებ — იცის თეორემის ფორმულირება, როგორც CGSE, ისე SI სისტემაში, მაგრამ არ იცის მისი დამტკიცება. ესმის როგორი იქნება ძალწირების ნაკადის ნიშანი, თუ ფართობის შიგნით დადებითი მუხტია და როგორი იქნება, როცა უარყოფითი მუხტია. სწორი დასკვნის გაკეთება შეუძლია იმ შემთხვევისათვის, როცა მუხტი მოთავსებულია მოცემული ფართობის გარეთ.

ელექტროსტატიკურ ველში მუხტის გადატანაზე შესრულებული მუშაობის შესახებ იცის ფორმულა
$$A = \frac{qq_0}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right)$$
, მაგრამ არ

იცის ამ ფორმულის გამოყვანა. ამ ფორმულის მიხედვით აკეთებს სწორ დასკვნას, რომ ჩაკეტულ კონტურზე, რადგან $r_1 = r_2$ ელექტროსტატიკურ ველში მუხტის გადატანაზე შესრულებული მუშაობა ნულის ტოლია, ელექტროსტატიკური ველი პოტენციურია, რომ პოტენციურ ველში შესრულებული მუშაობის სიდიდე დამოკიდებული არ არის გზის ფორმაზე, შეუძლია გრაფიკულად გამოსახოს დენის დამოკიდებულება ძაბვაზე და ა. შ.

იცის ის კანონები და ფორმულები, რომლებიც გამოიყენება მონათესავე დისციპლინებში, მაგალითად, კირხოფის კანონები, სრული დენის კანონი, კონდენსატორების მათი დანიშნულება, შეერთების სახეები, იმპულსური გენერატორების მოქმედების პრინციპი და სხვა, რომლებსაც დიდი გამოყენება აქვს ელექტროტექნიკის და სხვა სპეციალური საგნების შესწავლის საქმეში.

ჩვენ მიერ ზემოთ ჩამოთვლილი ექვსი პუნქტი იმ მოთხოვნებისა, თუ რა მიმართებით უნდა შემოწმდეს სტუდენტის ცოდნა, ზოგიერთი მათგანის გაერთიანებით შეიძლება ოთხ პუნქტზე დავიყვანოთ

და იმ დასკვნამდე მივალთ, რომ ცოდნის შემოწმება-შეფასება გულისხმობს შეფასდეს და შემოწმდეს:

1. მოცემული საკითხის მათემატიკური მხარის ცოდნა (ფორმულების გამოყენება).

2. ფორმულებისა და მიღებული დასკვნების ზეპირად ცოდნა.

3. საკითხის თეორიული ახსნა-განმარტების ცოდნა (მისი ექსპერიმენტული ნაწილის გათვალისწინებით).

4. შეძენილი ცოდნის პრაქტიკული გამოყენების უნარ-ჩვევები.

საბოლოო შეფასება სტუდენტს ამ ოთხი მოთხოვნის გათვალისწინებით უნდა დაეწეროს. შეფასების სქემატური წარმოდგენის მიზნით შემოვიღოთ აღნიშვნა: — ცოდნას აღნიშნავს, ხოლო V — არ ცოდნას.

იმისდა მიხედვით, თუ ჩვენ მიერ ჩამოყალიბებული მოთხოვნის რომელი პუნქტები სრულდება, მიზანშეწონილად მიგვაჩნია ცოდნის შეფასების შემდეგი კრიტერიუმები:

1) 1 . 2 . 3 . 4 — ფრიადი (5)

2) . 1 . 3 . 4V2 — კარგი (4)

3) 1 . 2 . 4V3 — კარგი (4)

4) . 2 . 3 . 4V1 — კარგი (4)

5) 1 . 2 . 3V4 — დამ. (3)

6) 1 4V2V3 — დამ. (3)

7) 2 . 4V1V3 — დამ. (3)

8) . 2V1V3V4 — არადამ. (2)

9) 1 2V3V4 — ა' ადამ. (2)

10) V2 . 3V4 — არადამ. (2)

11) V1V2V3V4 — არადამ. (2).

შ ე ნ ი შ ვ ნ ა: 10 პუნქტი გულისხმობს, რომ სტუდენტმა იცის მოცემული საკითხის მათემატიკური მხარე და მისი თეორიული ახსნა-დასაბუთება ექსპერიმენტული ნაწილის გათვალისწინებით, მაგრამ ფორმულები საბოლოო სახით ზეპირად არ ახსოვს და არა აქვს შეძენილი ცოდნის პრაქტიკული გამოყენების ჩვევები. ასეთ შემთხვევაში არასპეციალური ფაკულტეტის სტუდენტს შეიძლება „3“ დაეწეროს, მაგრამ სპეციალური ფაკულტეტის სტუდენტი კი „2“ იმსახურებს.

§ 6. სტუდენტთა დამოუკიდებელი მუშაობის მეთოდთა

მუდამ უნდა გვახსოვდეს, რომ სასწავლო პროცესი აერთიანებს ერთმანეთისაგან განუყოფელ ნაწილებს — სწავლებას და სწავლას. ამიტომ აუცილებელია ყურადღება მიექცეს იმასაც, თუ როგორ წარმართოს სტუდენტმა მუშაობა ცოდნის დაუფლებაზე. როგორ ისწავლოს.

როგორც უმაღლეს სასწავლებლებში სასწავლო პროცესზე დაკვირება და მუშაობის პირადი გამოცდილება გვიჩვენებს, იმისათვის, რომ უმაღლესმა სასწავლებელმა წარმატებით შეასრულოს მის წინაშე მდგარი ამოცანა — მოამზადოს მაღალკვალიფიციური სპეციალისტი, აუცილებელია დამუშავდეს სტუდენტთა დამოუკიდებელი მუშაობის მეთოდთა. ეს იმიტომაცაა აუცილებელი, რომ უმაღლეს სასწავლებელში წარმატებები სასწავლო პროცესში ბოლოს და ბოლოს ამ პრობლემის სწორად გადაჭრამ უნდა განაპირობოს. უნდა აღინიშნოს, რომ სასწავლო პროცესში წარმატებები დიდად არის დამოკიდებული ლექციის მეცნიერულ-მეთოდურ დონეზე, მაგრამ უდავო ჭეშმარიტებად მიგვაჩნია, რომ თუ არ გადაიჭრა სტუდენტთა დამოუკიდებელი მუშაობის მეთოდის და ორგანიზაციის პრობლემა, მარტოდენ მაღალ მეცნიერულ-მეთოდურ დონეზე წაკითხული ლექცია სასწავლო პროცესის სრულყოფას ბევრად ვერ შეუწყობს ხელს და სასწავლო საქმეში სათანადო წარმატებებს ვერ მოგვცემს, ამით შეიძლება მხოლოდ ის გადაწყდეს, თუ როგორ ვიმუშაოთ ამა თუ იმ საკითხის თანამედროვე მოთხოვნათა დონეზე გადაცემისათვის. ეს კი სასწავლო საქმის მხოლოდ ერთი, ძალიან მცირე ნაწილია. გარდა ამისა, უნდა იყოს დაზუსტებული, როგორც წინა პარაგრაფებშიც აღვნიშნეთ, რა ვასწავლოთ, რა დონით, რა სიღრმით, რა მოცულობით და როგორ ვასწავლოთ, რა ხერხებითა და მეთოდებით გადავცეთ, რომ სტუდენტთათვის თუნდაც ძნელი მასალა ადვილად გასაგები, მისაწვდომი გავხადოთ. სწავლების ამ მხარეზეც ძალიან ცოტა თუ ფიქრობს. სამწუხაროა ის გარემოება, რომ ჯერჯერობით სტუდენტთა დამოუკიდებელი მუშაობის მეთოდის დამუშავება

უყურადღებოდა მიტოვებული. ძალიან ცოტა კეთდება იმის გასარკვევად თუ, როგორ უნდა მოაწყოს სტუდენტმა თავისი დამოუკიდებელი მუშაობა, როგორ იმეცადინოს, რა უნდა გააკეთოს, რომ მისთვის სასწავლო გეგმით გათვალისწინებული საგნები სათანადო სიღრმით შეისწავლოს, მცირე დროის დახარჯვით მეტი ინფორმაციის ათვისება შეძლოს, რომ მის მიერ შექმნილი ცოდნა ქმედითი გახდეს, პრაქტიკაში მტკიცდებოდეს და იხვეწებოდეს. სტუდენტებთან სასწავლო-აღმზრდელი მუშაობის გაუმჯობესებაზე და უმაღლესი განათლების პედაგოგიკისა და მეთოდის საკითხებზე საყურადღებო მოსაზრებები აქვთ გამოთქმული ჟურნალ „Вестник высшей школы“-ს ფურცლებზე ქ. ტოლიატის პოლიტექნიკური ინსტიტუტის დოცენტს ი. ა. კუსტოვს, მოსკოვის ლენინის სახელობის პედაგოგიური ინსტიტუტის პროფესორს ტ. ა. ილინას, ლენინგრადის გემშენებლობის ინსტიტუტის საღამოს სწავლების ფაკულტეტის დეკანს, ტექნიკურ მეცნიერებათა დოქტორს ს. ს. ზოლოტოვს, ტაშკენტის სახელმწიფო უნივერსიტეტის დოცენტს ვ. ვ. ხუბულაშვილს, ხარკოვის სახელმწიფო უნივერსიტეტის დოცენტს მ. ი. ფედერენკოს, მურმანსკის უმაღლესი საინჟინრო საზღვაო სასწავლებლის დოცენტს ბ. ა. ვულფოვიჩს, ომსკის პოლიტექნიკური ინსტიტუტის მასწავლებელს ვ. ნ. სერგეევს, სერგო ორჯონიკიძის სახელობის უფის საავიაციო ინსტიტუტის ტექნიკურ მეცნიერებათა კანდიდატს გ. ნ. ალექსანდროვს და სხვებს. ამ და სხვა უმაღლეს სასწავლებლებში მთავარი ყურადღება გამახვილებულია სწავლების მეთოდების სრულყოფაზე, სტუდენტებთან სასწავლო-აღმზრდელი მუშაობის გაუმჯობესებაზე, გამოქვეყნებულ სტატიებს წითელ ზოლად გასდევს უმაღლესი განათლების პედაგოგიკისა და მეთოდის საკითხების დამუშავების აუცილებლობის საკითხის დაყენება და ბევრ მათგანში საყურადღებო მოსაზრებებიცაა გამოთქმული, მაგრამ არ არის მოცემული ეფექტური მეთოდური რეკომენდაციები.

ჩვენ მთლიანად ვეთანხმებით მ. კ. პოტოცკის მიერ ჟურნალ „Вестник высшей школы“-ს 1975 წლის № 11-ში გამოქვეყნებულ სტატიაში „Чтобы лекция учила понску“ გამოთქმულ მოსაზრებას: „ამჟამად ბევრს ლაპარაკობენ ლექციაზე სტუდენტის აზროვნების გააქტიურების აუცილებლობაზე, სტუდენტისთვის აზროვნების დამოუკიდებლობის განვითარების აუცილებლობაზე, მაგრამ იმაზე, თუ როგორ ვასწავლოთ ფიქრი, როგორც სწავლების სპეციალურ ობიექტზე, მცირე ყურადღებას ამახვილებენ. თვლიან, რომ სტუდენტი ამოხსნის რა ამოცანებს, თვითონ ისწავლის ფიქრს. სხვათა შორის „ფიქრი“ შეიძლება ვასწავლოთ. და პირველი, რაც უნდა გავაკეთოთ

ამისათვის, ჩვენი ღრმა რწმენით, ეს აქის -- სტუდენტს მაგალითებზე ვაჩვენოთ, როგორ უნდა იმსჯელოს“. მაშალაც, სტუდენტისათვის ფიქრისა და შრომის ჩვევების გამომუშავება ჩვენი მოვალეობაა.

სტუდენტთა დამოუკიდებელი მუშაობის მეთოდის საკითხების დამუშავებაზე ყურადღების გამახვილება განსაკუთრებით აუცილებელი და გადაუდებელია თანამედროვე ეტაპზე, როცა მეცნიერებისა და ტექნიკის სწრაფი განვითარების გამო ძალიან მოზღვავედა სამეცნიერო ტექნიკური ინფორმაცია, როცა ცხოვრების ყველა უბანი, სახალხო მეურნეობის ყველა დარგი მაღალი, ფართო განათლებას სპეციალისტს მოითხოვს. ახალგაზრდობას კი ცხოვრების ასეთი მოთხოვნის პირობებში, რა თქმა უნდა, აღარ შეუძლია თვითონ განსაზღვროს რა ხერხებით. რა მეთოდებით, როგორი თანმიმდევრობით წარმართოს მისთვის საჭირო პრობლემის დაუფლება. მეცნიერების საფუძვლების შესწავლა და მისი პრაქტიკული გამოყენება. ცხადია, უნდა შემუშავდეს დამოუკიდებელი მუშაობის ისეთი მეთოდური რეკომენდაციები და ორგანიზაციის საკითხები, რომლებიც საშუალებას მისცემს სტუდენტობას, სწორი და მოკლე გზით მიადწიონ ისეთი თეორიული მომზადების დონეს, რომელსაც უშუალოდ გამოიყენებენ პრაქტიკულ საქმიანობაში.

იმისათვის, რომ გადაიჭრას სტუდენტთა დამოუკიდებელი მუშაობის პრობლემა, საჭიროდ მიგვაჩნია ჯერ დაზუსტდეს. თუ რა იგულისხმება სტუდენტის დამოუკიდებელ მუშაობაში, გაირკვეს მიზანი, რასაც უნდა ემსახურებოდეს სტუდენტთა დამოუკიდებელი მუშაობა და შემდეგ ჩამოყალიბდეს დამოუკიდებელი მუშაობის მეთოდისა და ორგანიზაციის მეთოდური რეკომენდაციები. რესპუბლიკის სხვადასხვა უმაღლეს სასწავლებელში ჩვენი მუშაობის გამოცდილებისა, სასწავლო პროცესზე დაკვირვებისა და საკავშირო კავშირგაბმულობის დაუსწრებელი ელექტროტექნიკური ინსტიტუტის თბილისის ფილიალში და საქართველოს პოლიტექნიკურ ინსტიტუტში ჩვენ მიერ ჩატარებული პედაგოგიური ექსპერიმენტის საფუძველზე ვთვლით, რომ სტუდენტის დამოუკიდებელ მუშაობაში იგულისხმება:

1. სტუდენტის მუშაობა ლექციაზე.
2. სტუდენტის მუშაობა საშინაო დავალების შესრულებაზე (ფიზიკაში ამოცანებზე ვარჯიში, სათანადო თეორიის მომზადება).
3. ლაბორატორიული მუშაობა (დამოუკიდებლად ლაბორატორიულ სამუშაოთა შესრულება).
4. სამეცნიერო-პოპულარული ლიტერატურის დამუშავება.
5. მუშაობა სალექციო თეორიული მასალის მომზადებაზე.

6. გამოცდებისათვის მზადება.

7. საკურსო სამუშაოები

8. საწარმოო პრაქტიკა.

9. სამეცნიერო-კვლევით მუშაობაში (შემოქმედებით შრომაში) ჩაბმა.

10. სადიპლომო სამუშაო, სახელმწიფო გამოცდა.

როგორც საკითხის „ლექცია“ განხილვის დროს აღვნიშნეთ, იმი-სათვის, რომ ამაღლდეს სწავლების ეფექტურობა, საჭიროა ამაღლ-დეს ლექციის მეცნიერულ-მეთოდური დონე, ლექცია წარიმართოს პრობლემური საკითხების დასმისა და თანმიმდევრული გადაჭრის გზით. უნდა აღინიშნოს, რომ მართოდენ ლექციის კითხვის მეთო-დიკის პრობლემური საკითხების გადაწყვეტა საკმარისი არ იქნება სწავლების ეფექტურობის ამაღლებისათვის, რადგან მაღალ მეცნიე-რულ-მეთოდურ დონეზე პრობლემური სიტუაციის შექმნისა და სტუდენტთა გონებრივი აქტივიზაციის გათვალისწინებით წაკითხუ-ლი ლექცია სწავლების ეფექტურობის ამაღლების საქმეში მხოლოდ ერთ ნაწილს წარმოადგენს. მხოლოდ ასეთი ლექცია საკმარისი არ აღმოჩნდება სტუდენტთა ცოდნის დონის, მეცნიერებისადმი, სწავ-ლისადმი ინტერესის ამაღლებისათვის, შრომის უნარ-ჩვევების ფორ-მირებისათვის.

სტუდენტთა გონებრივ შესაძლებლობათა აქტივიზაციის, წაკით-ხული ლექციის მასალების დამუშავებისადმი პასუხისმგებლობის გა-დიდებისა და ლექციის ეფექტურობის ამაღლებისა და დამოუკიდე-ბელი მუშაობის უნარ-ჩვევების ფორმირების მიზნით მიზანშეწონი-ლად მიგვაჩნია სტუდენტთა დამოუკიდებელი მუშაობის შემდეგი მეთოდები:

1. ს ტ უ დ ე ნ ტ ი ს მ უ შ ა ო ბ ა ლ ე ქ ც ი ა ზ ე. ლექციაზე სტუ-დენტის მუშაობა იმაში გამოიხატება, რომ სტუდენტი გულმოდგინედ ისმენს რა ლექციას. უნდა აკეთებდეს ჩანაწერს. აქ აუცილებლად მიგვაჩნია შევნიშნოთ, რომ ზოგიერთი ლექტორი გამოთქვამს ჰო-საზრებას, თითქოს ლექციის ჩაწერა სავალდებულო არ არის, თუ კი სტუდენტს კარგი მეხსიერება აქვსო. ეს მოსაზრება არავითარ შემთხ-ვევაში სწორი არ არის, რადგან როგორი კარგიც არ უნდა იყოს სტუ-დენტის მეხსიერება, ერთჯერ მოსმენილის დამახსოვრება მტკიცედ და საფუძვლიანად მაინც შეუძლებელია, თანაც მთელი ლექციის მსვლელობის პროცესში მოსმენილი მასალისა. გარდა ამისა, რო-გორც ზემოთ აღვნიშნეთ, რაიმე ობიექტური თუ სუბიექტური მიზე-ზების გამო სტუდენტი შეიძლება გამოეთიშოს ლექციას, რომელიმე

ფრაზა ან აზრი მისი ყურადღების გარეშე აღმოჩნდეს და მასზე აგებული და მასთან დაკავშირებული ლექციის მომდევნო შინაარსი მისთვის უკვე გაუგებარი დარჩეს. ეს კი აუცილებლად უბიძგებს მას იქითკენ, რომ ლექციას საერთოდ აღარ უსმინოს. მისთვის ლექციაზე ყოფნამ ყოველგვარი ფასი დაკარგოს, იგი მისთვის მოსაწყენი უახლესა. ლექციაზე ჩანაწერის გაკეთება აძლიერებს სტუდენტის გონების მობილიზაციას, იწვევს სტუდენტის გონებრივ აქტივიზაციას. გარდა ამისა, ლექციის ჩანაწერის გაკეთების დროს აქტივიზებულია საკითხის ვაგების, ათვისებისა და დამახსოვრების ყველა ფაქტორი. მხედველობითი, გონებრივი, შემეცნებითი, სივრცობრივი, გამომსახველობითი. უმეტეს შემთხვევაში ისიც კი ამახსოვრდება მას, ფურცლის რომელ ადგილას დაწერა ესა თუ ის სიტყვა, ესა თუ ის ფორმულა. როგორ გაავლო ხაზი, როგორ ააგო ნახაზი, როგორი იყო ჩატარებული ცდა და მისი სქემატური გამოსახვა, თვით ლექტორმა დაფის რომელ ადგილას დაწერა ესა თუ ის ძირითადი (მთავარი) ფორმულა, ნახაზი როგორ ააგო. ლექციის ჩანაწერის გაკეთება ახდენს სტუდენტის გონების მობილიზაციას მხოლოდ ერთი საკითხისადმი — ლექციისადმი, ამადღებს სტუდენტის პასუხისმგებლობას ლექციის მოსმენისადმი, აღიღებს საგნისადმი ინტერესს, ხელს უწყობს ლექციის შინაარსში სწორად გარკვევას, სტუდენტის ნებისყოფის სიმტკიცის განვითარებასა და გაღიღებას; წერის კულტურის ამადღებას, მოვლენათა შორის ლოგიკური კავშირის არსებობის შეცნობას და გარკვევას, შრომითი ჩვევების დანერგვას. სტუდენტების მიერ ლექციის ჩანაწერის გაკეთება აღიღებს ლექციის სათანადო მეცნიერულ-მეთოდურ დონეზე (მისაწვდომისა და თანმიმდევრობის პრინციპის გათვალისწინებით) წაკითხვისადმი თვით ლექტორის პასუხისმგებლობასაც. ყოველივე ზემოთქმულიდან გამომდინარე ჩვენ ვასკენით, რომ სტუდენტებმა ლექციაზე აუცილებლად უნდა გააკეთონ ლექციის ჩანაწერი, ძალიან დიდ პედაგოგიურ-მეთოდურ შეცდომას უშვებდეს ის ლექტორი, ვინც სტუდენტებს არ მოთხოვს ლექციების ჩანაწერის გაკეთებას, როგორც სავალდებულო წესს.

სტუდენტმა უნდა გააკეთოს არა მარტო ლექციის ჩანაწერი, არამედ სათანადო გრაფიკების, სქემების ნახაზებიც, თუ კი ისინი გამოყენებული და აგებული იქნა ლექტორის მიერ სალექციო მასალის გადაცემის დროს. უნდა გააკეთოს აგრეთვე ჩანაწერი და სქემა იმ სადემონსტრაციო ცდისა. რომელიც ნაჩვენები იქნა ლექციის მსვლელობის პროცესში. სტუდენტებს უნდა მოვთხოვოთ ჩაიწერონ ცდის

შედგად მიღებული დასკვნები. თუ ლექციის დროს ნაჩვენები იქნა კინოფრაგმენტი, საჭიროა გააკეთონ ძირითადი ჩანაწერი კინოფრაგმენტის შესახებ, გათვალსაზრისით მიღებული დასკვნები, წინააღმდეგ შემთხვევაში კინოფრაგმენტის ჩვენება სტუდენტთათვის გასართობ სანახაობად გადაიქცევა და სრულიად დაკარგავს თავის დიდაქტიურ ღირსებას, თეორიულ-პრაქტიკულ ღირებულებას.

2. პ რ ა ქ ტ ი კ უ ლ მ ე ც ა დ ი ნ ე ბ ა ზ ე აუცილებელია სტუდენტმა გააკეთოს, როგორც ამოცანის შინაარსის, ისე მისი ამოხსნის სრული ჩანაწერი. ამასთანავე შევნიშნავთ, რომ ყველაფერი, რაც დაფაზე იწერება, პრაქტიკუმის დროს მასწავლებელმა უნდა გააკეთოს სათანადო დაწვრილებითი ახსნა-განმარტებით. ამოცანების ამოხსნისადმი ინტერესის გადიდება და ამოხსნის დამოუკიდებელი უნარ-ჩვევების გამომუშავების მიზნით საჭიროა პრაქტიკული მეცადინეობის დროს, მას შემდეგ, რაც მასწავლებელმა უჩვენა ამოხსნის რამდენიმე ნიმუში, სტუდენტებს დავალებად მიეცეს ამოცანები დამოუკიდებელი სააუდიტორიო სამუშაოების სახით. მასწავლებელმა გზადაგზა თვალყური ადევნოს თითოეული სტუდენტის რამდენიმე დებელ ვარჯის ამოცანების ამოხსნაზე და საჭიროების შემთხვევაში მისცეს სათანადო მეთოდური მითითება წინააღმდეგობათა გადასალახებად. იმისათვის, რომ საშინაო დავალების შესრულებაში ყველა სტუდენტი ჩაებათ, საჭიროდ მიგვაჩნია სტუდენტებს დაეუსახელოთ თემა და დაევალოთ, რომ ამ პარაგრაფიდან (ამოცანათა კრებულის მიხედვით) ამოვხსნათ, მაგალითად, ოთხი ამოცანა და არ მივუთითოთ სახელდობრ რომელი ამოცანები, რადგან სრულიად მოსალოდნელია ჩვენ მიერ მიცემული ამოცანების ამოხსნა ყველამ ვერ შეძლოს და საშინაო დავალების შესრულებაში მხოლოდ ნაწილი იქნება ჩაბმული, როცა ამოსახსნელი ამოცანების არჩევანს თვით სტუდენტებს მივანდობთ, მაშინ ისინი სინჯავენ სხვადასხვა ამოცანებს და იმ ოთხ ან ხუთ ამოცანას ამოხსნიან (გააჩნია რამდენის ამოხსნა დავალებით), რომელთა ამოხსნაც მათ შეუძლიათ. ამასთანავე იმისათვის, რომ სტუდენტებში გავალვივოთ ინტერესი თანდათან ძნელი ამოცანების ამოხსნისა, საჭიროა წავახალისოთ ის სტუდენტი, რომელიც უფრო ძნელ ამოცანას ამოხსნის. ვიდრე ამოცანების ამოხსნას შევუდგებოდეთ, საჭიროა სტუდენტებს შევასწავლოთ სათანადო თეორია, განსაკუთრებით ის ფორმულები და ძირითადი კანონზომიერებანი, რომლებზეც დაფუძნებულია მოცემული ამოცანების ამოხსნა.

ამოცანების ამოცხნის გარკვეული უნარ-ჩვევების ფორმირების შემდეგ, როცა უკვე სათანადო ცოდნა აქვთ თეორიაში, შეძენილი ცოდნის პრაქტიკული გამოყენების ჩვევების დანერგვისა და განმტკიცების მიზნით საჭიროა თვით სტუდენტებს დავალოთ ამოცანების შედგენა და მათივე ამოხსნა.

3. კითხვა-პასუხის მეთოდი. ეს მეთოდი იმაში მდგომარეობს, რომ სტუდენტებს ყოველ ლექციაზე დავალება ეძლევათ მომდევნო ლექციაზე წარმოადგინონ მოსმენილი ყოველი პარაგრაფის შინაარსი რვეულებში დაწერილი კითხვა-პასუხის სახით. ყოველ ლექციაზე 10--15 წუთის განმავლობაში ლექტორი ამოწმებს, თუ როგორ შეასრულეს სტუდენტებმა დავალება, ერთ-ერთ მათგანს იძახებს დაფასთან და მისივე რვეულის მიხედვით უსვამს შეკითხვებს. იგი ვალდებულია უპასუხოს მის მიერ რვეულში გაცემული პასუხების მიხედვით (რა თქმა უნდა ურვეულოდ). სტუდენტთა სტიმულირებისა და წახალისების მიზნით ლექტორმა უნდა აწარმოოს იმის აღრიცხვა, თუ რამდენად აქტიურად მონაწილეობდა იგი დამოუკიდებელ მუშაობაში და გაითვალისწინოს გამოცდის დროს. იმის საილუსტრაციოდ, თუ როგორი უნდა იყოს სტუდენტის მიერ ჩატარებული ამ სახის სამუშაო, მოვიყვანოთ მაგალითი:

თ ე მ ა — მაგნიტური ველის დაძაბულობის ცირკულაცია. სრული დენის კანონი

№№	კითხვები	№№	პასუხები
1	2	3	4
1	რას ეწოდება ელექტროსტატიკური ველის დაძაბულობის ცირკულაცია ჩაკეტულ კონტურზე?	1	ელექტროსტატიკური ველის დაძაბულობის ცირკულაცია ჩაკეტულ კონტურზე ეწოდება გამოსახულებას $\oint_c (\vec{E} d\vec{e})$
2	რას უდრის ელექტროსტატიკური ველის დაძაბულობის ცირკულაცია ჩაკეტულ კონტურზე?	2	ელექტროსტატიკური ველის დაძაბულობის ცირკულაცია ჩაკეტულ კონტურზე ნულის ტოლია. ე. ი. $\oint_c (\vec{E} d\vec{e}) = 0$, ამიტომ ელექტროსტატიკური ველი პოტენციალური ველია.
3	რას ეწოდება მაგნიტური ველის დაძაბულობის ცირკულაცია ნებისმიერი ძალწირის გასწვრივ?	3	მაგნიტური ველის დაძაბულობის ცირკულაცია ნებისმიერი ძალწირის გასწვრივ ეწოდება გამოსახულებას $\oint_c (\vec{H} d\vec{e})$

1	2	3	4
4	რამი მდგომარეობს ძირითადი განსხვავება მაგნიტურ ველსა და ელექტროსტატიკურ ველს შორის?	4	მაგნიტურ ველსა და ელექტროსტატიკურ ველს შორის ძირითადი განსხვავება იმაში მდგომარეობს, რომ მაგნიტური ველის დაძაბულობის ცირკულაცია ნებისმიერი ძალწირის გასწვრივ ნულის ტოლი არ არის ე. ი. $\oint_{\epsilon} (\vec{H} d\vec{c}) \neq 0$ და მამასადამე, მაგნიტური ველი პოტენციალურ ველს არ წარმოადგენს.
5	და ა შ.	5	

ჩვენს აზრით, სტუდენტების ჩაერ ყოველი ლექციის თემის ასეთი ღამუშავება ხელს შეუწყობს არა მარტო სწავლების ეფექტურობის ამაღლებას. არამედ სტუდენტთა დამოუკიდებელი მუშაობის უნარ-ჩვევების ფორმირებას, წიგნზე დამოუკიდებელი მუშაობის ჩვევების დამომუშავებას, ხელს შეუწყობს ნებისყოფის განმტკიცებას. მოვლენათა შორის ლოგიკური კავშირის შეცნობასა და მოცემულ ღემაში ძირითადისა და მეორეხარისხოვანის გამოკვეთას, გარდა ამისა, სტუდენტი წინასწარ გარკვეული იქნება იმაში, თუ რა კითხვებია მოსალოდნელი და როგორი უნდა იყოს სწორი პასუხები. ეს კი, ხელს შეუწყობს სტუდენტთა ცოდნის დონის ამაღლებასა და სისტემატიზაციას. უდავოა, ასეთი მუშაობა გამოიწვევს სტუდენტის მიერ მოცემული მოვლენების და თემების შინააარსის დამახსოვრების კოეფიციენტისა და ცოდნის ათვისების მარტივადების კოეფიციენტის გადიდებას, ლოგიკური აზროვნების, მეხსიერების განვითარებას.

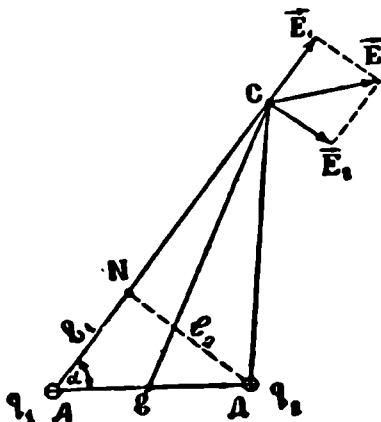
4. სტუდენტებს დავალებად უნდა მივცეთ აგრეთვე მომდევნო ლექციაზე წარმოადგინონ წინა ლექციაში განხილული საკითხის გაშუქების სქემა, დამტკიცების კონკრეტული გეგმა. ასე მაგალითად, თემაზე „ელექტრული დიპოლის ველის დაძაბულობა ნებისმიერ წერტილში“ უნდა წარმოადგინონ დამტკიცების მსვლელობის შემდეგი სქემა:

1. შევადგინეთ ნახაზი.
2. D წერტილიდან AC -ზე დაუშვით მართობი DN .
3. N წერტილში მოვათავსეთ ტოლი და საწინააღმდეგო ნიშნის ორა წერტილოვანი მუხტი $-q_1$ და $+q_2$.
4. ამით მივიღეთ ორი დიპოლი, რომელთაგან ერთისათვის c

წერტილი დიპოლის ღერძზე მდებარეობს და დაძაბულობაა E_1 , ხოლო მეორისათვის c წერტილი შუა მართობზეა და დაძაბულობაა E_2 .

5. E_1 და E_2 -ის მიხედვით სრული დაძაბულობა გამოითვლება პითაგორას თეორემის თანახმად: $E = \sqrt{E_1^2 + E_2^2}$.

6. E_1 და E_2 გამოითვლება უკვე ცნობილი ფორმულებით (დაძაბულობის კერძო შემთხვევების მიხედვით) უნდა გავითვალისწინოთ



ნახ. 2.

მხოლოდ რომ I დიპოლის მხარია $l_1 = l \cos \alpha$ და II დიპოლისა კი $l_2 = l \sin \alpha$. ასეთი სახის კონკრეტული სქემები სტუდენტებმა რვეულებში დაწერილი უნდა წარმოადგინონ ყოველ საკითხზე. ხოლო ლექტორმა, კონტროლის მიზნით რომელიმე სტუდენტს უნდა მოთხოვოს ლექციის დაწყების წინ (ახალი მასალის ახსნაზე გადასვლამდე), ზეპირად აღწეროს რომელიმე საკითხის დამტკიცების, გაშუქების სქემა.

ხშირად სტუდენტებს უძნელდებათ ამა თუ იმ ფორმულიდან (განსაკუთრებით მაშინ, როცა ფორმულა დიდი, რთულია) ფორმულაში შემავალი ცალკეული წევრების განსაზღვრა. ამიტომ საჭიროა დავალებად მივცეთ იეარჯიშონ საბოლოო ფორმულიდან თითოეული წევრის განსაზღვრაზე. მაგალითად, ფორმულიდან

$$E = \frac{p}{4\pi\epsilon_0 r^3} \sqrt{1 + 3\cos^2 \alpha}$$

დაწერონ ფორმულები: p , ϵ , r და α ს გამოსათვლელად.

ასეთი სახის დამოუკიდებელი მუშაობა ღადად შეუწყობს ხელს სტუდენტთა შემეცნებითი მოღვაწეობის აქტივისაციას, ლოგიკური აზროვნების უნარისა და მეხსიერების განვითარებას, სხვადასხვა საკითხებსა და მოვლენებს შორის მიზეზ-შედეგობრივი კავშირის შეცნობასა და გარკვევას.

5. სტუდენტთა დამოუკიდებელი მუშაობა მართვადი პროცესია, რის გამოც ამგვარი მუშაობა ყოველთვის ლექტორის მონაწილეობითა და კონტროლით უნდა მიმდინარეობდეს. ეს გარემოება გათვალისწინებული უნდა იქნეს სწავლების ყოველ ეტაპზე, სწავლების მთელი დროის განმავლობაში.

იმისათვის, რომ სტუდენტებში დაენერგოთ პრაქტიკული უნარ-ჩვევები ლაბორატორიული მეცადინეობის დროს, მას შემდეგ, რაც უკვე რამდენიმე სამუშაო შეასრულეს, საჭიროა შემოწმდეს მათი დამოუკიდებელი მუშაობის უნარ-ჩვევები ლაბორატორიული სამუშაოების აღწერების და საჭირო სქემების შედგენაში. ამ მიზნით ლაბორატორიული მეცადინეობის ხელმძღვანელმა სტუდენტებს უნდა დაუსახელოს ლაბორატორიული სამუშაოს სახელწოდება და მიზანი, მის შესასრულებლად საჭირო ხელსაწყოები და სათანადო ლიტერატურა. დაეცალოს თითოეულ მათგანს შეადგინონ ლაბორატორიულ სამუშაოთა აღწერა და მასწავლებლის შემოწმების შემდეგ კიდევ შეასრულონ სამუშაო. ზოგ შემთხვევაში ახალი ლაბორატორიული სამუშაოს შესასრულებლად საჭირო ხელსაწყო-იარაღების სიის შედგენა და შერჩევაც თვით სტუდენტებს უნდა დაეცალოს.

როგორც აღვნიშნეთ, სტუდენტის დამოუკიდებელი მუშაობა ლექტორის უშუალო კონტროლით, მეთვალყურეობითა და მონაწილეობით უნდა მიმდინარეობდეს. ამიტომ, მიზანშეწონილად მიგვაჩნია გამოვიყენოთ ეგრეთ წოდებული 15—20-წუთიანი ლექციის მეთოდი. ეს მეთოდი მდგომარეობს შემდეგში: ლექციის დროს, როცა მსმენელთა რაოდენობა 50-ს არ აღემატება, ლექტორმა ლექციის თემა კონსპექტური სახით უნდა მიიტანოს აუდიტორიაში იმდენ ცალად დაბეჭდილი, რამდენი სტუდენტიცაა და დაურიგოს ყველა მათგანს. 15—20 წუთის განმავლობაში ამ თემის ირგვლივ ჩაუტაროს მიმოხილვითი ხასიათის ლექცია რთული და საკვანძო ადგილების ახსნით. დარჩენილი დროის განმავლობაში კი იმუშაოს სტუდენტებთან. 40—45 წუთის განმავლობაში სტუდენტები იქვე (აუდიტორიაში) ამუშაებენ ლექციის თემას მიცემული ნაბეჭდის მიხედვით და გაუგებარი საკითხების გარკვევისათვის მიმართავენ ლექტორს. დარჩენილ დროში ლექტორი კითხვებით ამოწმებს თუ როგორ გაიგეს და აითვისეს სტუდენტებმა ლექციის თემა. თუ დრო საშუალებას იძ-

ლევა, მიზანშეწონილია სტუდენტის დაფასთან გაძახება ახლად ნასწავლი მასალის გამოსაკითხად. დარიგებული ნაბეჭდი კონსპექტი მოცემული თემის შესახებ სტუდენტს მიაქვს სახლში გადაიწერს და მომდევნო ლექციაზე ისევ დაუბრუნებს ლექტორს.

შ ე ნ ი შ ე ნ ა: ასეთი სახის მუშაობის ჩატარებასთან ერთად, ჩვენ ვითვალისწინებთ ამ პარაგრაფის მე-3 პუნქტში განხილული კითხვა-პასუხის მეთოდისა და მე-4 პუნქტის დავალებათა გამოყენების აუცილებლობასაც ისე, რომ 15—20-წუთიანი ლექციის მეთოდი არ ცვლის კითხვა-პასუხის მეთოდს და მე-4 პუნქტით გათვალისწინებულ მოთხოვნებს.

7. წ ე რ ი თ ი ს ა კონტროლო სამუშაოების მეთოდო. მას შემდეგ, რაც ლექციებზე დამუშავდება რამდენიმე თემა თემების დამუშავებაში კარგ შედეგს მოგვცემს ეგრეთ წოდებული ჩათვლების მოწყობა. ამ მოსაზრებით საჭიროდ მიგვაჩნია პერიოდულად მოეწყოს ცალკეული თემების ჩათვლა, რისთვისაც ლექციის, სემინარის ან პრაქტიკული მეცადინეობის საათებში უნდა მოვაწყოთ საკონტროლო წერა. თითოეულ სტუდენტს ეძლევა სხვადასხვა სამუშაო. ყოველ შემთხვევაში საკონტროლო სამუშაო ისე უნდა ჩატარდეს, რომ ერთმანეთისაგან გადაწერა გამორიცხული იყოს. პრაქტიკული მეცადინეობის როლის ამადლებისა და მისდამი სტუდენტთა პასუხისმგებლობის გაზრდის მიზნით, საჭიროა საკონტროლო წერის თემატიკაში, გარდა თეორიული მასალისა, შევიტანოთ იმავე თემებთან დაკავშირებული ამოცანებიც. ამ წერით ნამუშევრებს ლექტორი პრაქტიკულის მასწავლებელთან ერთად ამოწმებს, სათანადო ნიშნით აფასებს და თავისთვის ახდენს ფიქსირებას, რათა თითოეული სტუდენტის აქტიურობა გაითვალისწინოს გამოცდის დროს.

8. დ ა მ ო უ კ ი დ ე ბ ე ლ ი მ უ შ ა ო ბ ი ს უ ნ ა რ - ჩ ე ვ ე ბ ი ს ფორმირებასა და წიგნზე მუშაობის ჩვევების გამომუშავებას ხელს შეუწყობს აგრეთვე სტუდენტების მიერ გავლილი თემების შესახებ რეფერატების დაწერა და ლექტორთან შესამოწმებლად მათი წარდგენა. ეს მეთოდი უნდა იქნეს გამოყენებული სწავლებაში მოცემული პროფილისათვის ყველაზე მეტად მნიშვნელოვანი საკითხების დამუშავებისათვის (ამის შესახებ მრავალ ავტორს გამოუთქვამს აზრი ურნალში „Вестник высшей школы“).

ჩვენ მიზანშეწონილად მიგვაჩნია ფიზიკის თითოეულ ნაწილში, ე. ი. თათოეულ სემესტრში, სტუდენტებს დავავალოთ ორა რეფერატის წარმოდგენა. რეფერატის თემა და მისი დაქუშავების გეგმა სტუდენტებს სემესტრის დაწყებისთანავე უნდა გავაცნოთ და დაუდგინოთ მათი შესრულებისა და წარმოდგენის კონკრეტული ვადები.

სტუდენტებს უნდა მოეთხოვოთ შესრულებული რეფერატების ცოდნა, რისთვისაც უნდა მოვახდინოთ წარმოდგენილი რეფერატების შერჩევითი წაკითხვა ჭკუფში (რეფერატის თემაზე სტუდენტთა მიერ მოხსენების გაკეთება).

ფიზიკის პირველ ნაწილში საჭიროდ მიგვაჩნია რეფერატები დამუშავდეს შემდეგ საკითხებზე:

1. მყარი სხეულის ბრუნვა უძრავი ღერძის გარშემო სადაც განხილული უნდა იყოს: 1) ძალის მომენტი, 2) ინერციის მომენტი, 3) ბრუნვითი მოძრაობის ძირითადი განტოლება, 4) მოძრაობის რაოდენობის მომენტის მუდმივობის კანონი, 5) მბრუნავი მყარი სხეულის კინეტიკური ენერჯია.

2. მოძღვრება გაზების შესახებ, სადაც განხილული იქნება: 1) იდეალური გაზი, 2) გაზთა კინეტიკური თეორიის ძირითადი განტოლება, 3) იდეალური გაზის მდგომარეობის განტოლება, 4) იდეალური გაზის შინაგანი ენერჯია, 5) რეალური გაზები — ვან-დერ-ვაალსის განტოლება, 6) რეალური გაზის იზოთერმები და მათი შედარება იდეალური გაზის იზოთერმებთან, 7) რეალური გაზის შინაგანი ენერჯია. ჯოულ-ტომსონის ეფექტი.

9. სამეცნიერო-პოპულარული ლიტერატურის კითხვა-დამუშავება დიდად უწყობს ხელს მოცემული საგნის შესწავლისადმი ინტერესის აღძვრას, გადიდებასა და გაღრმავებას. მოცემულ საგანში მეცნიერული დასკვნების და მოვლენების მარტივად და ნათლად წარმოდგენას. ამიტომ აუცილებელია ყურადღება მექცეს სტუდენტთა მიერ სამეცნიერო-პოპულარული ლიტერატურის კითხვა-დამუშავებას. ამ სახის მუშაობა ხელს შეუწყობს წიგნზე მუშაობის ჩვევების განმტკიცებას.

ცალკეულ თემებთან დაკავშირებით საჭიროა საგნის ლექტორმა შეადგინოს სათანადო სამეცნიერო-პოპულარული ლიტერატურის სია და თემის გავლის შემდეგ დაავალოს სტუდენტებს მათი წაკითხვა და დამუშავება, მიუთითოს გარკვეული ვადა და თავის დროზე მოთხოვოს ანგარიში წაკითხული ლიტერატურის შესახებ.

ანგარიში უნდა იყოს წერილობითი და მოიცავდეს შემდეგს:

1. რა საკითხებზეა გამახვილებული ყურადღება მოცემულ ლიტერატურაში, 2. როგორია ლიტერატურის ენა, 3. როგორი მეცნიერული დასკვნებია გაკეთებული მოცემულ ლიტერატურაში, 4. სად და რა გამოყენება აქვს აღწერილ მოვლენებსა და მეცნიერულ დასკვნებს, 5. თვითონ შეხვედრია თუ არა პრაქტიკაში, ყოველდღიურ ცხოვრებაში, მოცემულ ლიტერატურაში აღწერილი მოვლენებისა და მეცნიერული შედეგების გამოყენებას.

როგორც ვხედავთ, სტუდენტთა დამოუკიდებელი მუშაობის ეს მხარეც საგნის ლექტორის უშუალო ხელმძღვანელობითა და კონტროლით უნდა მიმდინარეობდეს.

10. საწარმოო პრაქტიკა. საწარმოო პრაქტიკის გავლამ უნდა უზრუნველყოს სტუდენტთა მიერ შეძენილი თეორიული ცოდნის პრაქტიკული გამოყენების უნარ-ჩვევების ფორმირება უშუალოდ პრაქტიკულ საქმიანობაში პირადი მონაწილეობის დროს.

საწარმოო პრაქტიკამ რომ მაღალ დონეზე, მისი დანიშნულების შესაბამისად ჩაიაროს, საჭიროა მას წინ უსწრებდეს სათანადოდ ორგანიზებული წინა მოსამზადებელი პერიოდი. უპირველეს ყოვლისა, აუცილებელია სწორად შეირჩეს საწარმოო პრაქტიკის გასაველელად საჭირო ბაზა. სტუდენტებს შეეახსენოთ ის თეორიული ცოდნის მარაგი, რომელიც აუცილებლად უნდა გამოიყენონ და განამტკიცონ პრაქტიკის დროს (ცოდნის ეს მინიმუმი სათანადო კათედრებს და პრაქტიკის ხელმძღვანელს წინასწარ დაზუსტებული უნდა ჰქონდეთ სათანადო ლიტერატურის ჩვენებით).

სტუდენტებს უნდა გავაცნოთ პრაქტიკის როლი, დანიშნულება და მიზანი. პრაქტიკის დამთავრების შემდეგ თითოეული სტუდენტი, როგორც სავალდებულო წესი, წერს პრაქტიკის ანგარიშს, სადაც ასახული უნდა იყოს თითქმის მთელი მისი საქმიანობა პრაქტიკის გავლის პერიოდში:

1. პრაქტიკის მიზანი და დანიშნულება.
2. რა თეორიული ცოდნა დასჭირდათ პრაქტიკული საქმიანობის დროს.
3. რა სიძნელებებს წააწყდნენ პრაქტიკის დროს და როგორ დაძლეეს.
4. რა ხარვეზები გამოვლინდა თეორიის ცოდნაში და მომავალ სასწავლო მუშაობაში რას უნდა მიექცეს უფრო მეტი ყურადღება.
5. როგორი საწარმოო-ტექნიკური ხასიათის სიძნელებები შეხვდათ და როგორ იქნა დაძლეული დაბრკოლებანი და როგორია მათი შეხედულება წინააღმდეგობათა დაძლევის შესახებ.
6. პრაქტიკის პროცესში მუშაობის რა უნარ-ჩვევები გამოუმუშავდათ (განუმტკიცდათ) და კიდევ რა ჩვევების დანერგვას უნდა მიექცეს ყურადღება მომავალში.
7. ძირითადი დასკვნები — შედეგები (სრული ანალიზით).

საწარმოო პრაქტიკის ნორმალური მსვლელობისა და ჩატარებისათვის აუცილებელია ხელმძღვანელმა და კათედრის სხვა წარმომადგენლებმა პრაქტიკის მსვლელობაში წინასწარ შედგენილი გრა-

ფიკის ძახედვით მოისმინონ თითოეული სტუდენტი პრაქტიკანტის ანგარიში განვიღო პერიოდში ჩატარებული მუშაობის ნაკლისა და მიღწევების შესახებ, საერთოდ პრაქტიკის შედეგებზე, დასახოს ღონისძიებანი შემჩნეული ნაკლოვანებების დაუყოვნებლივ გამოსასწორებლად, სოლო დადებითი მხარეებისა და მიღწევების განზოგადებას მიექცეს ჯეროვანი ყურადღება.

შ ე ნ ი შ ე ნ ა: დაუსწრებელ განყოფილებაზე, როგორც წესი, III კურსიდან სტუდენტებს მოეთხოვებათ მუშაობა ფაკულტეტის შესაბამისი პროფილით, მაგრამ ხშირად სტუდენტის მიერ შესრულებული სამუშაო შეესაბამება იმ უწყებას, რომელსაც კადრებს უშვადებს მოცემული ფაკულტეტი ან ინსტიტუტი. ხოლო ზუსტად არ შეეთერება იმ ფაკულტეტს, იმ პროფილს, რომლის სპეციალისტიც მსახიობია. ამიტომ იმისათვის, რომ დაუსწრებელ განყოფილებაზე მთავრდეს მოცემული სპეციალისტი მომზადდეს, აუცილებელია, იმ სტუდენტი ზუსტად მისი მომავალი სპეციალობის შესაბამისი პროფილით არ მუშაობს. ეფექტური საწარმოო პრაქტიკაზე წარმოებისაგან მოწყვეტა.

11. პ რ ა ქ ტ ი კ უ ლ ი ს ა ქ მ ი ა ნ ო ბ ი ს ა თ ვ ი ს სტუდენტის სათანადოდ მომზადებისათვის (განსაკუთრებით კვლევითი მუშაობის უნარ-ჩვევების გამომუშავებისა და დანერგვის მიზნით) დიდი მნიშვნელობა აქვს ინსტიტუტის კედლებში ყოფნისას სტუდენტთა უშუალო მონაწილეობას სამეცნიერო-კვლევით მუშაობაში (ან დამოუკიდებლად, ანდა კათედრის თანამშრომლებთან ერთად), მაგრამ ისმის კითხვა, როდეს შეიძლება ჩავაბათ სტუდენტი სამეცნიერო-კვლევით მუშაობაში და არის თუ არა სამეცნიერო-კვლევით მუშაობაში ჩაბმა სტუდენტის დამოუკიდებელი მუშაობა? ხშირად, როცა საკითხი დაიძვეს სწავლების ეფექტურობის ამაღლებისა და სტუდენტთა დამოუკიდებელი მუშაობის მეთოდებზე, აუცილებელი ხდება სტუდენტებს ჩაბმა სამეცნიერო-კვლევით მუშაობაში. სტუდენტთა ჩაბმა ამგვარ კვლევით მუშაობაში ზოგაერთებს მიაჩნიათ დამოუკიდებელ მუშაობად. ჩვენ კი ამას არ ვთვლით სტუდენტის დამოუკიდებელ მუშაობად, რადგან, ჩვენი გაგებით სამეცნიერო-კვლევით მუშაობაში სტუდენტი შეიძლება ჩავაბათ მას შემდეგ, როცა მან უკვე შეიძინა მოცემულ სპეციალობაში გარკვეული ცოდნა, გამოიწვევა დამოუკიდებელი მუშაობის, მათ შორის კვლევითი მუშაობის უნარ-ჩვევები. მაშასადამე, როცა ლაპარაკია სტუდენტის დამოუკიდებელი მუშაობის ორგანიზაციასა და მეთოდებზე, მაშინ უნდა ვიფიქროს იმაზედაც, თუ რა მეთოდები და ხერხები უნდა იქნეს გამოყენებული, რომ სტუდენტი დაეუფლოს ცოდნას. გამოიმუშაოს

დამოუკიდებელი მუშაობის უნარ-ჩვევები. ნებისყოფის სიმტკიცე, და ა. შ. სამეცნიერო-კვლევით მუშაობაში ყველა სტუდენტი ხომ არ ჩაებება? მამ რა ქნას დანარჩენმა, როგორ დაეუფლოს მეცნიერებას, სპეციალობას?

მუდამ უნდა გვახსოვდეს, რომ სტუდენტების ჩაბმა სამეცნიერო-კვლევით მუშაობაში, მათი სამეცნიერო-კვლევითი მუშაობა ეს შემოქმედებითი შრომაა და არა ის დამოუკიდებელი მუშაობა, რომელიც საჭიროა ცოდნის დაუფლებისათვის, სამეცნიერო-კვლევითი და პრაქტიკული მუშაობის უნარ-ჩვევების ფორმირებისათვის.

მასასადამე, სამეცნიერო-კვლევით მუშაობაში როგორც აღენიშნეთ, სტუდენტი შეიძლება ჩავაბათ მას შემდეგ, რაც მას გამოუმუშავდა დამოუკიდებელი მუშაობის, პრაქტიკული საქმიანობის გარკვეული უნარ-ჩვევები ე. ი. მე-4 კურსიდან, ამ მიზნით საჭიროა ინსტიტუტში მე-4, მე-5 კურსელი სტუდენტებისათვის შეიქმნას ყოველ ფაკულტეტზე სათანადო სამეცნიერო-კვლევითი მუშაობის ბაზა საკონსტრუქტორო-საპროექტო ბიუროს, ლაბორატორიის და სხვათა სახით, რომლებშიც კვლევითი მუშაობის უნარ-ჩვევებს განიმტკიცებენ მხოლოდ წარჩინებული, კვლევის უნარით დაჯილდოებული და მძივბელი ინტერესით გამსჭვალული სტუდენტები, რომელთაც აღმოაჩნდებათ სათანადო მიდრეკილება სამეცნიერო-კვლევითი მუშაობისადმი.

12. კონსულტაციები და გამოცდა. გამოცდა წარმოადგენს მთელი სემესტრის ან სასწავლო წლის განმავლობაში სასწავლო-აღმზრდელი მუშაობის შემაჯამებელ ეტაპს.

გამოცდების ობიექტურად მაღალი მომთხივენლობის პირობებში ჩატარებისას სტუდენტისათვის ნათელი უნდა გასდეს რა სახის ხარვეზები გააჩნია ცოდნაში და რა არის მისი გამომწვევი მიზეზები, რათა გაითვალისწინოს შემდგომ მუშაობაში. გამოცდა აჯამებს არა მარტო სტუდენტის ცოდნას, მის მუშაობას საგნის შესწავლისა, ცოდნის გაღრმავებისა და განმტკიცებისათვის, არამედ თვით საგნის ლექტორის სასწავლო-აღმზრდელი მოღვაწეობას საანგარიშო პერიოდში, მთელი პედაგოგიური კოლექტივის საქმიანობას. თუ გამოცდებამდე გატარდა ქმედითი ღონისძიებანი, როგორც საგნის ლექტორის, მთელი პედაგოგიური კოლექტივის, ისე ხელმძღვანელობის, სასწავლო-აღმზრდელი მუშაობის ამაღლებისათვის, სწავლების მეთოდისა და ორგანიზაციის ეფექტური რეკომენდაციების დანერგვისათვის, თუ ყურადღების ცენტრში სისტემატურად (ყოველდღიურად) იყო სტუდენტთა დამოუკიდებელი მუშაობის ორგანიზაციის და მეთოდის საკითხები, მაშინ, ცხადია,

გამოცდები მაღალ დონეზე ჩატარდება, შედეგი სასურველი იქნება. გამოცდების დროს აუცილებელია მთლიანად გამოირიცხოს სუბიექტივიზმი და ყველა სტუდენტის გამოცდა ერთნაირი მომთხოვნელობის ვითარებაში ჩატარდეს. მუდამ უნდა გვახსოვდეს, რომ დიდი საპასუხისმგებლოა სტუდენტებისადმი შეკითხვის დასმა, სტუდენტის ცოდნის შემოწმება და შეფასება.

სტუდენტის მიერ გაცემული პასუხი უმეტეს შემთხვევაში იმაზეცაა დამოკიდებული, თუ როგორაა შეკითხვა ფორმულირებული. როდესაც ლექტორი დამატებით კითხვას უსვამს სტუდენტს, ცხადია, მთელი პროგრამა არ გაახსენდება ერთბაშად. ამიტომ, ზოგიერთი სადმი ადვილი შეკითხვების დასმას ექნება ადგილი და ზოგიერთი სადმი კი ძნელისა. ამის გამო ყველა სტუდენტი ერთნაირ პირობებში არ აღმოჩნდება. გარდა ამისა სრულიად მოსალოდნელია, რომ დასმულ კითხვაზე სტუდენტმა სიჩქარის გამო თავიდან არასწორი პასუხით დაიწყოს (თუმცა საკითხი სწორედ ესმის) და ლექტორს პასუხის დაწყებისთანავე სტუდენტებზე ცუდი წარმოდგენა შეექმნას. სტუდენტი იგრძნობს რა ამას, სწორ პასუხზე უკვე ვეღარ გადავა. სტუდენტები, რომლებიც გარეთ ელოდებიან გამოცდაზე შესვლის რიგს, გამოცდიდან გამოსულ სტუდენტებს ეკითხებიან თუ ლექტორი ძირითადად რას ეკითხება დამატებით კითხვებად, უფრო მეტად რას აქცევს ყურადღებას, რომელია „პრივილეგირებული“ საკითხები და გამოცდაზე უფრო მოგვიანებით შესული სტუდენტებისათვის ეს კითხვები უკვე კარგადაა ცნობილი. ისინი ამ მხრივაც სტუდენტებისა და პირობებში არიან. ვიდრე ადრე გამოცდილები გამოცდის წარმართვანზე შეიძლება უარყოფითი გავლენა ლექტორის განწყობილებამაც მოახდინოს. ლექტორს შეიძლება გამოცდის დაწყებამდე წინასწარ ჰქონდეს ცუდი განწყობა სხვადასხვა (საყოფაცხოვრებო) მიზეზების გამო, ან გამოცდის დროს შეიძლება იგი რომელიმე სტუდენტმა გამოიყვანოს წონასწორობიდან, რის შემდეგ გამოცდილი სტუდენტი უკვე სხვა პირობებში აღმოჩნდებიან.

იმისათვის, რომ გამოცდამ ობიექტურად და მშვედ ვითარებაში ჩაიაროს, რომ ყველა სტუდენტი ერთნაირ პირობებში იყოს გამოცდაზე, საჭიროდ მიგვაჩნია იგი შემდეგნაირად ჩატარდეს: გამოცდაზე სტუდენტმა აიღოს ორი საგამოცდო ბილეთი, რომელთაგან ერთ-ერთი, რომელიც მას სურს, იქნება ძირითადი, ხოლო მეორე ბილეთის კითხვები კი დამატებითი. ისე, რომ სტუდენტს საშუალება ჰქონდეს დამატებით კითხვებზეც იფიქროს.

თუ სტუდენტი კიდევ მოითხოვს დამატებით კითხვებს, ლექტორ-

მა მას ისევე ბილეთი უნდა ააღებინოს და რა კითხვებიც შეხვდება, იმას უპასუხოს, ბილეთში კი საკითხები თანაბარი სიძნელითაა განაწილებული, და ცხადია, ასეთი გამოცდით არავინ არ იქნება უკმაყოფილო. არავინ არ იტყვის, რომ მას ძნელი კითხვები მისცა გამოცდელმა, სხვას კი ადვილი. ცხადია, ბილეთებში პროგრამით გათვალისწინებული ყველა საკითხი უნდა იქნეს შეტანილი, იმისათვის, რომ სტუდენტების მომზადება გამოცდებისათვის უფრო ორგანიზებული იყოს, იმისათვის რომ სტუდენტები თავიანთი ცოდნის ხარისხში მეტად დაჯერებულნი იყვნენ და იცოდნენ მოცემული საპროგრამო მასალიდან კითხვები როგორაა ფორმულირებული (რასაც ძალიან დიდი მთავრობითი მნიშვნელობა აქვს გამოცდებისათვის მზადების საქმეში). საჭიროდ მიგვაჩნია სტუდენტებს ჩაეაწერინოთ საგამოცდო ბილეთები. გამოცდები რომ მაღალ დონეზე ჩატარდეს, და მისი შედეგები მაღალი იყოს. სტუდენტობა და მთელი ზედამოვსება კოლექტივი გამოცდისათვის მთელი სემესტრის განმავლობაში ყოველდღიურად უნდა ემზადებოდეს. ისმის კითხვა: მაინც რა არის საჭირო იმისათვის, რომ გამოცდებმა მაღალ დონეზე ჩაიაროს? აი რა: 1. სტუდენტებთან მუშაობა უნდა სწარმოებდეს ჩვენ მიერ ზემოთ ჩამოყალიბებული მეთოდოლოგიური რეკომენდაციების გამოყენებით (აქ იგულისხმება ლექციის კითხვა, სტუდენტთა დამოუკიდებელი მუშაობა, ზრუნვა პრაქტიკული უნარ-ჩვევების, წიგნზე მუშაობის ჩვევების, ნებისყოფის განმტკიცებაზე და სხვა), 2. გამოცდებისათვის ნორმალურად მომზადების მიზნით აუცილებელია სხვა წინა პარაგრაფებში მოცემულ ღონისძიებებთან ერთად მთელი სემესტრის განმავლობაში სისტემატურად ტარდებოდეს კონსულტაციები და არა მარტო გამოცდების დროს. კონსულტაციები უმეტეს შემთხვევაში ისე ტარდება, რომ ლექტორი ელოდება სტუდენტებისაგან შეკითხვებს და ეკითხება. თუ ვის რა საკითხი არ ესმის. ასეთი სახით ჩატარებული კონსულტაცია თავის მიზანს ვერ აღწევს, რადგან უმეტეს შემთხვევაში სტუდენტებს ზუსტად იმის გარკვევა უჭირთ, თუ რაა მისთვის გასაგები და რაა გაუგებარი და გარდა ამისა, ამხანაგებთან ერთად ერიდებათ შეკითხვების დასმით მათი უცოდინარობის გამომქლავება. ამიტომ, კონსულტაცია თავის დონეზე რომ ჩატარდეს, საჭიროა თვითონ ლექტორმა კონსულტაციის დღეს გავლილი თემებიდან დასვას ის საკვანძო კითხვები, რომლებიც მოსალოდნელია გაუგებარი ან ძნელად გასაგები იყოს სტუდენტებისათვის. თუ სტუდენტები პასუხს ვერ გასცემენ, მაშინ ლექტორმა თვითონ კონსულტაციაზე მისული ყველა სტუდენტის გასაგონად გასცეს პასუხი დასმულ კითხვას (ჩვენ. რა თქმა უნდა. არ გა-

მოვრიცხავთ კონსულტაციაზე კითხვების დასმას თვით სტუდენტების მიერ). უდავოა, ასეთი ორგანიზაციით ჩატარებულ კონსულტაციაზე სტუდენტების მეტი რაოდენობა გამოცხადდება. გამოცდების დაწყების წინ, როგორც ჩვენი წინა მსჯელობიდან ჩანს, სტუდენტს საგანი მომზადებული უნდა ჰქონდეს და გამოცდების შუალედში მხოლოდ ცოდნის კიდევ უფრო დაზუსტება, არსებული ხარვეზების შევსება უნდა მოხდეს. ამიტომ ამ ეტაპზე კონსულტაცია უკვე შემაჯამებელ ხასიათს უნდა ატარებდეს. ლექტორმა საუბარი უნდა ჩაუტაროს იმ მოსალოდნელ ხარვეზებზე, რომლებიც მათ შეიძლება გააჩნდეთ. თუ რაზე გაამახვილონ უფრო მეტად ყურადღება გამეორების დროს. კიდევ შეახსენოს გამოცდების ჩატარების ხასიათზე და იმაზე, თუ რა მოთხოვნა წაეყენებათ გამოცდის დროს. გამოცდა მაღალ პედაგოგიურ დონეზე, ობიექტურ ობიექსა და ჰუმანურობის, პრინციპულობისა და ზომიერების ერთმანეთთან შერწყმით უნდა მიმდინარეობდეს. მულამ უნდა გვახსოვდეს, რომ გამოცდა არა მარტო ცოდნის შეჯამება-შეფასებაა, არამედ შემდგომი გაფართოებისა და გაღრმავების გზაა. აქაც სასწავლო საქმესთან გვაქვს საქმე. აქაც სწავლობს ჩვენგან სტუდენტი გარკვეულ ჩვევებს, იძენს გარკვეულ გამოცდილებას და ამას ყველა პედაგოგმა აუცილებლად ანგარიში უნდა გაუწიოს. 3. გამოცდები უნდა ჩატარდეს იმ მოთხოვნათა შესაბამისად, რომლებიც ჩამოვყალიბეთ. ცოდნის შეფასების კრიტერიუმის განხილვის დროს და ამ მოთხოვნათა შესახებ სტუდენტები წინასწარ ინფორმირებული უნდა იყვნენ. 4. ჯგუფს თუ რომელიმე დღე თავისუფალი აქვს ლექციებისაგან, მაშინ ეს დღე უნდა გამოვიყენოთ სტუდენტთა დამოუკიდებელი მუშაობისათვის. ასეც უნდა ჩაიწეროს ცხრილში „დამოუკიდებელი მუშაობა“. ეს აუცილებელია, რადგან ძალიან ხშირად (თითქმის ყოველთვის) სახელი, თუ რას დავაპქმევთ ამ თავისუფალ დღეს, აუცილებლად განსაზღვრავს იმას, თუ რას გააკეთებენ სტუდენტები იმ დღეს. განსაზღვრავს მათ განწყობილებას ამ დღისადმი, მათ გეგმებს. დამოუკიდებელი მუშაობის დღე, რაციონალურად უნდა იყოს ორგანიზებული საგნის ლექტორებისა და ჯგუფზე მიმავრებული ლექტორის — კურატორის მიერ. ამ დღეებში საგნების მიხედვით დაგეგმილი უნდა იყოს თუ რა გაკეთდება, რა სახის დამოუკიდებელი მუშაობა და რა ფორმით, რა თემაზე ჩატარდება. მულამ უნდა გვახსოვდეს, რომ ეს თავისუფალი დღე უნდა იქნეს გამოყენებული გონივრულად, ისეც სასწავლო-აღმზრდელი მუშაობის გაუმჯობესებისათვის. სტუდენტ-

თა ცოდნის დონის ამაღლების, გაღრმავებისა და განმტკიცებისათვის. დამოუკიდებელი მუშაობის უნარ-ჩვევების გამომუშავებისათვის.

მსედველობაში გვაქვს რა, რომ სტუდენტთა დამოუკიდებელი მუშაობა ცოდნის დაუფლების საქმეში მართვადი პროცესია, მიზანშეწონილად მიგვაჩნია კვირაში ერთ დღეს მაინც ორი საათი სასწავლო ცხრილით იყოს გამოყოფილი სტუდენტთა დამოუკიდებელი სამუშაოებისათვის ფიზიკაში, რომელიც თვით საგნის მასწავლებლის ხელმძღვანელობით უნდა ტარდებოდეს. ამ ორი საათის განმავლობაში ლექტორის უშუალო ხელმძღვანელობით და კონსულტაციით უნდა მიმდინარეობდეს სტუდენტთა მუშაობა ლექციაზე მოსმენილი საკითხების შესწავლაზე, ამ საკითხებზე ცოდნის შევსება და გაღრმავება ლექტორის მიერ დასახელებული წიგნებისა და კონსპექტის დახმარებით. ამ საათებში უნდა ხდებოდეს, აგრეთვე, ერთი კვირის განმავლობაში ფიზიკაში მოსმენილი ლექციების ათვისების ხარისხის შემოწმება და არსებული ხარვეზების შევსება. შედგენილი კითხვა-პასუხებისა და თეზისების განხილვა-დასუსტება. ამასთანავე გათვალისწინებული უნდა იქნეს ისიც, რომ დასწავლილი მასალის დავიწყება მეორე დღიდანვე იწყება და მეორე დღეს სტუდენტს წინა დღეს ნასწავლი მასალის 35%-მდე ავიწყდება. დავიწყების თავიდან აცილების მიზნით და იმისათვის, რომ ცოდნა უფრო მტკიცე და მყარი გავხადოთ, საჭიროა ამ დამოუკიდებელი მუშაობის საათებში გავამეორებინოთ გავლილი მასალაც, გასამეორებელი მასალა წინასწარ დაგეგმილი უნდა იყოს. ამავე საათებში თუკი საჭიროება მოითხოვს, ლექტორმა ხელახლა უნდა ახსნას და განმარტოს სტუდენტთა მიერ არასაკმარისად გააზრებული და ათვისებული საკითხები. დამოუკიდებელი მუშაობის საათებში მეცადინეობაზე სტუდენტთა დასწრება სავალდებულო უნდა იყოს.

ასეთი სახის დამოუკიდებელი მუშაობის საათები უნდა დაინიშნოს როგორც დღის, ისე საღამოს განყოფილების სტუდენტთათვის. იგი უფრო მეტად საჭიროა საღამოს განყოფილების მსმენელთათვის, რაც ხელს შეუწყობს მასწავლებლის ხელმძღვანელობითა და დახმარებით მცირე ღროში მეტი მასალის შესწავლას. საღამოს განყოფილებისათვის ასეთი დამოუკიდებელი მეცადინეობის საათები უნდა დაინიშნოს იმ საღამოს, როცა მათ ლექციები არა აქვთ. 5. გამოცდების შედეგების მიხედვით უნდა გაკეთდეს ანალიზი იმ ხარვეზებზე, რომელიც გამოცდამ უჩვენა სასწავლო აღმზრდელობით მუშაობაში, სტუდენტთა თეორიულ-პრაქტიკულ მომზადებაში, რომ იგი გათვალისწინებულ იქნეს შემდგომ მუშაობაში (ასეთი ანგარიში კათედრა-

ზე სრული ანალიზით უნდა წარადგინოს საგნის ლექტორმა, რაც აუცილებლად გათვალისწინებული უნდა იქნეს კათედრის მომავალ საქმიანობაში).

13. სადიპლომო შრომა და სახელმწიფო გამოცედა. უმაღლესი სასწავლებლის კურსდამთავრებულისადმი კვალიფიკაციის მინიჭება ხდება სადიპლომო შრომის დაცვის ან სახელმწიფო გამოცდების საფუძველზე. ისმება კითხვა, რომელი უფრო საჭირო და მნიშვნელოვანია კვალიფიკაციის მინიჭებისათვის — სახელმწიფო გამოცდის ჩაბარება. თუ სადიპლომო შრომის დაცვა? ამ საკითხს რომ ვუპასუხოთ, საჭიროა გაირკვეს, სად უფრო კარგად მქლავდება კურსდამთავრებულის ცოდნის დონე, მომზადების ხარისხი, სახელმწიფო გამოცდაზე, თუ სადიპლომო შრომის დაცვის დროს? სადიპლომო შრომა, როგორც ცნობილია ეძღვნება მოცემული სპეციალობის მხოლოდ ერთ, ვიწრო საკითხს და კურსდამთავრებულის ცოდნა მოწმდება სპეციალობის ერთ საკითხში, თუმცა ადგილი აქვს პრაქტიკული უნარ-ჩვევების შემოწმებას. სახელმწიფო გამოცდების ჩაბარებისას კურსდამთავრებულის მომზადების დონე მოწმდება თეორიაში, როგორც სპეციალობაში, ისე სხვა საგნებში და მოწმდება, აგრეთვე მისი იდეურ-პოლიტიკური ცოდნის დონეც. გამოდის, რომ სახელმწიფო გამოცდების ჩაბარებით უფრო ღრმად და საფუძვლიანად მოწმდება კურსდამთავრებულის ცოდნის მოცულობა, სიღრმე და ხარისხი. აქედან გამომდინარე, თუ საჭიროა მხოლოდ ერთ-ერთი მათგანი (ან სადიპლომო შრომის დაცვა, ან და სახელმწიფო გამოცედა), მაშინ საჭიროდ მიგვაჩნია სახელმწიფო გამოცდების ჩაბარება, რადგან თუ თეორიული მომზადება საფუძვლიანია. მაშინ სტუდენტი პრაქტიკაში სუსტიც რომ იყოს, შესაძლებელია მასში ადვილად გარკვევა. მაგრამ თუ თეორიული მომზადება სათანადო დონეზე არ დგას, ასეთ შემთხვევაში მხოლოდ პრაქტიკული ჩვევების ცოდნა მაღალი კვალიფიკაციის სპეციალისტს ვერ მოგვცემს.

სრულყოფილი, მაღალკვალიფიციური სპეციალისტის გამოსაშვებად მიზანშეწონილად მიგვაჩნია სადიპლომო შრომის დაცვა და სახელმწიფო გამოცდების ჩატარებაც.

სადიპლომო სამუშაოთა შესრულება რომ სათანადო დონეზე მოხდეს. საჭიროა გულდასმით განისაზღვროს ის დარგები, ის საკითხები, პრობლემები, რომელთა შესრულება და გადაჭრაც მოუწევთ კურსდამთავრებულებს პრაქტიკული საქმიანობის პროცესში. სტუდენტთა სადიპლომო მუშაობას, როგორც წესი, წინ უსწრებს სასწავლო და საწარმოო პრაქტიკა. სასწავლო და საწარმოო პრაქტიკამ, როგორც წინა პუნქტშიც აღვნიშნეთ. უნდა მოახდინოს სტუდენტ-

თა ცოდნის გაღრმავება და განმტკიცება, დამოუკიდებელი მუშაობის უნარ-ჩვევების ფორმირება და განმტკიცება. საწარმოო პრაქტიკა ისე უნდა ტარდებოდეს, რომ ჩანდეს სტუდენტის სადიპლომო სამუშაოების მონახაზებიც ე. ი. სადიპლომო მუშაობას თითოეული სტუდენტისათვის საფუძველი საწარმოო პრაქტიკის დროს უნდა ეყრებოდეს. სადიპლომო სამუშაო ისე უნდა შეიჩჩეს, რომ მისი შესრულება მოიცავდეს თეორიული ცოდნის მინიმუმის ფართო დიაპაზონს, განსაკუთრებით მაშინ, როცა მხოლოდ სადიპლომო შრომის დაცვაა გათვალისწინებული. სადიპლომო შრომაზე მუშაობა, რაღა თქმა უნდა, მისი ხელმძღვანელის უშუალო ხელმძღვანელობითა და კონსულტაციით უნდა მიმდინარეობდეს. სადიპლომო სამუშაოს ჩავარდნის შემთხვევაში პასუხისმგებლობა უნდა დაეკისროს, როგორც სათანადო საგნების პედაგოგებს, ისე საწარმოო პრაქტიკისა და სადიპლომო შრომის ხელმძღვანელს.

სახელმწიფო გამოცდების ნორმალურად ჩატარებას საფუძველი ეყრება მთელი სასწავლო პერიოდის, სემესტრების განმავლობაში. თუ სტუდენტებთან მუშაობა სემესტრების განმავლობაში იმ მეთოდური რეკომენდაციების გათვალისწინებით, იმ პედაგოგიურ-მეთოდურ მოთხოვნათა დონეზე წარმოებდა, რაც მოცემული გვაქვს წინა პუნქტებში და პარაგრაფებში, მაშინ, ჩვენი რწმენით, სახელმწიფო გამოცდები უსათუოდ მაღალ დონეზე ჩაივლის. სტუდენტებისათვის თავიდანვე (პირველი კურსიდანვე) ცნობილი უნდა იყოს, თუ რა საგნები ბარდება სახელმწიფო გამოცდაზე, რომ დამოუკიდებელი მუშაობისა და საერთოდ სასწავლო პროცესის მთელი მსვლელობის პერიოდში გაითვალისწინონ და იმთავითვე ემზადონ სახელმწიფო გამოცდებისათვის, ადამიანს ხომ ყველაფერი არ ამახსოვრდება (ზოგიერთი ნასწავლი რომ ავიწყდება სუბომლინისკის თქმით. მისი გონების მეტად მნიშვნელოვანი თვისებაა) და ეცდება, რომ იმ საგნებში, რომლებიც სახელმწიფო გამოცდაზე გადის, შექმნილი ცოდნა-მტკიცე გახადოს, მყარად დაიმახსოვროს, განიმტკიცოს პრაქტიკული მუშაობის ჩვევები, შექმნილი ცოდნის გამოყენების ჩვევები მონათესავე საგნებში და მოსალოდნელი მოვლენების წინასწარჭკვრეტაში. მართალია გამოცდაზე სტუდენტის ცოდნა ფართო მასშტაბით უნდა შემოწმდეს, მაგრამ ძალიან კარგ შედეგს მოგვცენს, თუ სახელმწიფო გამოცდებისათვის სტუდენტებს ჩავაწერინებთ არა მართო საგამოცდო საკითხებს, არამედ საგამოცდო ბილეთებსაც. საგამოცდო ბილეთების ჩაწერა სტუდენტებს საშუალებას მისცემს უფრო კონკრეტულად მოემზადონ გამოცდისათვის, უფრო მტკიცედ განე-

წყონ თითოეული საკითხის, თითოეული ბილეთის შესწავლისათვის. მათ წინასწარ სათანადო წარმოდგენა ექნებათ ბილეთებზე და მათში შემავალ საკითხებზე, იმაზე თუ რომელი საკითხებია ერთ ბილეთში დაჯგუფებული და გამოცდაზე უფრო გაბედულად, თავის ძალებში მეტი დამაჯერებლობითა და რწმენით მოვლენ. გამოცდაზე მათ თვითონ ექნებათ გარკვეული წარმოდგენა და შეფასება თავიანთ ცოდნაზე. როცა სტუდენტმა იცის, თუ როგორაა ბილეთში საკითხი ფორმულირებული, როცა ესმის ბილეთის სიძნელე, მაშინ იგი თვითონ საზღვრავს, თუ როგორი სიღრმის ცოდნაა საჭირო გამოცდის ჩასაბარებლად. სახელმწიფო გამოცდებისათვის მზადებისა და ჩაბარების პერიოდში უნდა დაინიშნოს კონსულტაციები და მიმოხილვითი ხასიათის ლექციები, სადაც უნდა შექდებოდეს სტუდენტთათვის ძნელი, რთული საკითხები და სტუდენტებს მიეცეს ინფორმაცია მათს წინაშე სახელმწიფო გამოცდებისათვის მზადების და ჩაბარების პერიოდში მდგარი ამოცანების შესახებ. კონსულტაციები უნდა ტარდებოდეს იმ მეთოდით, როგორც აღვწერეთ წინა პუნქტში, სადაც განხილულია კონსულტაციები და გამოცდა. სახელმწიფო გამოცდებისათვის მზადება უნდა მიმდინარეობდეს კათედრისა და კათედრის მიერ გამოყოფილი საგნის მასწავლებლის უშუალო ხელაშედეგობითა და ხელმძღვანელობით. ამ საქმეში „ჩაგარდნების“ შემთხვევაში პასუხისმგებლობა კათედრას, საგნის მასწავლებელსა და გამოყოფილ კონსულტანტ-ხელმძღვანელს უნდა დაეკისროს.

§ 7. სწავლების ეფექტურობის შემოწმება

იმისათვის, რომ ამაღლდეს სწავლების ეფექტურობა, საჭიროა ვიცოდეთ მოცემული ხერხებითა და მეთოდებით სწავლების ეფექტურობის შემოწმების კრიტერიუმი ე. ი. შეგვეძლოს იმის განსაზღვრა, თუ სწავლების როგორ ეფექტს, როგორ ხარისხს იძლევა ამა თუ იმ მეთოდის დანერგვა სასწავლო პრაქტიკაში.

ჩვენ ვიძლევიტ სწავლების ეფექტურობის შემოწმების შემდეგ მეთოდს. შემოგვაქვს ათვისების კოეფიციენტის K_y ცნება. იგი გვიჩვენებს, თუ სასწავლო ჯგუფში დასმული ყველა კითხვიდან რამდენ პროცენტზე იქნა გაცემული სწორი პასუხი. ვარგისობის კრიტერიუმი ასეთია: თუ $K_y \geq 0.90$, ანუ $K_y \geq 90\%$, მაშინ მეთოდი ვარგისია და რაც უფრო ახლოა K_y 1-თან ანუ 100% , მით უფრო ეფექტურია მოცემული მეთოდით სწავლება.

როგორც ცოდნის შეფასების კრიტერიუმის განხილვის დროს აღვნიშნეთ, სტუდენტის ცოდნის შემოწმება-შეფასების დროს უნდა შემოწმდეს და შეფასდეს შემდეგი ოთხი პუნქტი:

1. მოცემული საკითხის (კითხვის) მათემატიკური მხარე (ფორმულების გამოყენების ცოდნა).

2. ფორმულების, დასკვნების ზეპირად ცოდნა,

3. მოცემული საკითხის თეორიული, ექსპერიმენტული ახსნა-დასაბუთება.

4. შეძენილი ცოდნის პრაქტიკული გამოყენების უნარ-ჩვევები.

უნდა აღინიშნოს აგრეთვე ის გარემოებაც, რომ საგნის მასწავლებელმა, ლექტორმა თავისი მუშაობა სტუდენტებთან სწორედ ამ მიმართულებით უნდა წარმართოს. ე. ი. სტუდენტებს გამოუმუშაოს ღრმა რწმენა იმის შესახებ, რომ საკითხის სრულყოფილი ცოდნა ნიშნავს აკმაყოფილებდეს ოთხივე პუნქტის მოთხოვნას ყოველ საკითხზე.

ჩვენ მიზანშეწონილად მიგვაჩნია საკითხის სრულყოფილი ცოდნა შეფასდეს 1 ქულით, ხოლო თითოეული პუნქტის ცოდნა კი 0,25 ქულით.

მას შემდეგ, რაც გარკვეული მუშაობა ჩატარდება მოცემული მეთოდით, სტუდენტებს ლექტორი ურიგებს საკითხებს ცალკეულ თემასთან დაკავშირებით და სტუდენტები იძლევიან კითხვებზე წერილობით პასუხს (თითოეულ ზემოთ აღნიშნულ პუნქტზე ყოველ მოცემულ საკითხთან დაკავშირებით). მეთოდის ეფექტურობა მოწმდება ეგრეთ წოდებული ათვისების კოეფიციენტით. ათვისებების კოეფიციენტი ეწოდება ჯგუფში ყველა სწორი პასუხების ფარდობას კითხვათა საერთო რაოდენობასთან. ვთქვათ ჯგუფში დასმულ ყველა კითხვაზე სწორი პასუხები m -ია, ხოლო კითხვათა საერთო რიცხვია M , მაშინ ათვისების კოეფიციენტი იქნება $Ky = \frac{m}{M}$, რადგან $m \leq M$ ცხადია, $Ky \leq 1$ ანუ $Ky \leq 100\%$. თუ ჯგუფში x სტუდენტია და თითოეულ მათგანს მიეცა y — რაოდენობის კითხვა, მაშინ კითხვათა საერთო რაოდენობა ჯგუფში იქნება $x \cdot y$. თუ თითოეულმა სტუდენტმა სწორი პასუხი გასცა Z_i კითხვას, მაშინ სწორი პასუხების ჯამი $m = \sum_{i=1}^n Z_i$,

ამიტომ ათვისების კოეფიციენტისათვის გვექნება შემდეგი ფორმულა

$$Ky = \frac{\sum_{i=1}^n Zi}{X \cdot Y}.$$

ჩვენ მიგვაჩნია, რომ ათვისების ხარისხი და სწავლების მეთოდი-
კა ეფექტურია, თუ ათვისების კოეფიციენტი $Ky \geq 0,9$ ანუ თუ
 $Ky \geq 90\%$. ჩამორჩენას მივაწერთ სხვადასხვა ობიექტურ მიზეზებს
(სტუდენტის ავადმყოფობას; ოჯახურ პირობებს და სხვა).

§ 8. სტუდენტთა წარმოზრები მუშაობა

დამოუკიდებელი მუშაობის უნარ-ჩვევების, კერძოდ, წიგნზე მუშაობის. ლოგიკური აზროვნების. კვლევითი და შემოქმედებითი შრომის ჩვევების ფორმირებისა და განვითარების, საგნის ღრმად შესწავლისადმი ინტერესის გადიდების საქმეში დიდ როლს ითამაშებს მოცემულ საგანში წრეობრივი მუშაობის ფართოდ გაშლა.

ჩვენ მხედველობაში გვაქვს, საზოგადოდ, წრეობრივი მუშაობის მნიშვნელობა ყველა საგანში, მაგრამ, კერძოდ, ვიხილავთ ფიზიკის წრის მუშაობას და ამიტომ ვეცდებით ჩამოვაყალიბოთ ფიზიკის წრის მუშაობისადმი წაყენებული მოთხოვნები და მუშაობის ორგანიზაციისა და დაგეგმვის საკითხები.

აქ ჩვენ განვიხილავთ ფიზიკის წრეს ფიზიკის ფაკულტეტის სტუდენტებისათვის და ფიზიკის წრეს უმაღლეს ტექნიკურ სასწავლებლებში.

ფიზიკის წრის მუშაობა ფიზიკის ფაკულტეტის სტუდენტებისათვის I, II კურსებზე უნდა მოეწყოს ზოგად ფიზიკაში იმ ვარაუდით, რომ წრის სხდომებზე იხილებოდეს როგორც თეორიული, ისე ექსპერიმენტული ხასიათის მოხსენებები. ეს აუცილებელია, რადგან, ვიდრე, სპეციალიზაციების მიხედვით სტუდენტთა დაყოფა მოხდებოდეს, არ არის მიზანშეწონილი თავიდანვე „თეორეტიკოსების“ და „ექსპერიმენტატორების“ გათიშვა, რადგან ეს გამოიწვევდა ერთი მათგანის ძალიან დასუსტებას ექსპერიმენტულ ნაწილში, ხოლო მეორე მათგანისას — თეორიულში. ექსპერიმენტული ჩვევების მინიმუმი ხომ ყველას უნდა გააჩნდეს ისევე, როგორც თეორიული ცოდნის მინიმუმი აუცილებელია ყველასათვის?!

სამეცნიერო წრის მუშაობა საგნის ლექტორების უშუალო ხელმძღვანელობით უნდა წარმოებდეს. წრის სხდომაზე დასამუშავებელი საკითხების წინასწარი განხილვა და მომხსენებელთა დამტკიცება უნდა ხდებოდეს ჯერ კათედრისა და შემდეგ სტუდენტთა სამეცნიერო საბჭოს სხდომაზე. პირველ ეტაპზე, ვიდრე სტუდენტებს მუშაობის გარკვეული გამოცდილება დაუგროვდებათ, საჭიროა მოხსე-

ნების თემებად არჩეულ იქნეს თვით სასწავლო მასალიდან აღებული ძნელად ასათვისებელი საკითხები (თავეები), რომლის შესახებაც სტუდენტები რეფერატული ხასიათის მოხსენებებს გააკეთებენ.

მოხსენებების გარშემო წინასწარ უნდა მოემზადოს წრის ყველა წევრი, მაგრამ გამოყოფილი უნდა იყოს მომხსენებელი და თანამომხსენებელი, რომელთა მუშაობაც მოხსენების მომზადებაზე ხელმძღვანელი ლექტორის ან სხვა სათანადო სპეციალისტის ხელმძღვანელობით უნდა მიმდინარეობდეს.

მოხსენებისადმი ინტერესის გადიდებისა და, საერთოდ, წრეობრივი მუშაობის სტიმულირების მიზნით, საჭიროა მოხსენების შემდეგ წრის ხელმძღვანელმა ლექტორმა მოხსენების სათანადო შევსება-დაზუსტება მოახდინოს და შეაფასოს მომხსენებლისა და თანამომხსენებლის მუშაობა.

წრის სხდომაზე მოხსენებები ზეპირად უნდა კეთდებოდეს და არავითარ შემთხვევაში არ უნდა ხდებოდეს წაკითხვა. მუდამ უნდა გვახსოვდეს, რომ დაწერილი მოხსენების წაკითხვა ამცირებს წრის წევრთა ინტერესს მოხსენებებისადმი და საერთოდ წრეობრივი მუშაობისადმი, ასუსტებს თვით მომხსენებლისა და წრის წევრების პასუხისმგებლობას თემების დამუშავებისადმი, სათანადოდ მომზადებისადმი. მიზანშეწონილი იქნება მოხსენების შესახებ თეზისების შედგენა და მოხსენების დროს თეზისებით სარგებლობა.

წრის მუშაობაში სტუდენტთა მომზადების დონის შესაბამისად თანდათან უნდა ხდებოდეს გადასვლა რთულ საკითხებზე და წრის მუშაობა თანდათან სამეცნიერო-კვლევით ხასიათს უნდა ღებულობდეს.

თუ მოცემული თემის დამუშავებისას საჭიროა ისეთი მათემატიკური აპარატის გამოყენება, რომელიც ჯერჯერობით მათემატიკის კურსში გავლილი არ არის, ამის შესახებ წინასწარ მოხსენება თვით წრის ხელმძღვანელმა ლექტორმა უნდა გააკეთოს.

სამეცნიერო წრის სხდომაზე უნდა შეირჩეს ის მოხსენებები, რომლებიც შეიძლება გატანილ იქნეს სტუდენტთა სამეცნიერო და სამეცნიერო-ტექნიკურ კონფერენციებზე.

ფიზიკის სპეციალობაზე ზედა კურსებზე უნდა ჩამოყალიბდეს სამეცნიერო წრეები ან სემინარები უკვე სპეციალურ საგნებში, სადაც სტუდენტები პატარ-პატარა სამეცნიერო მუშაობას გასწევენ სამეცნიერო ტექნიკურ და რეფერატულ ჟურნალებში გამოქვეყნებული სტატიების დამუშავება-განხილვის გზით, ან სტუდენტთათვის უცნობი რაიმე ექსპერიმენტის ჩატარებით, რომელიც, რა თქმა უნდა, ლექტორის უშუალო ხელმძღვანელობით იქნება მომზადებული.

უმადლეს ტექნიკურ სასწავლებელში ფიზიკის წრის მეცადინეობა ორ ეტაპად უნდა დაეყოთ. პირველ ეტაპზე ფიზიკის წრის მეცადინეობა წარიმართება ძირითადად თვით საგნის ღრმად შესწავლის მიზნით. ამიტომ პირველ ეტაპზე ისეთი თემები უნდა შეირჩეს წრეზე დასამუშავებლად, რომლებიც გააღრმავებენ საპროგრამო მასალას, სტუდენტთა ცოდნას საპროგრამო საკითხებში. ამ მიზნით მიზანშეწონილი იქნება თვით საპროგრამო საკითხების ღრმად შესწავლისათვის რაიმე ძირითადი წიგნის შერჩევა, რომლის მიხედვითაც მოხდება საპროგრამო საკითხების ღრმად შესწავლა და გარჩევა-განალიზება. ამ წიგნის დამუშავება, წრის გეგმის შესაბამისად, სავალდებულო უნდა გახდეს წრის ყველა წევრისათვის.

უმადლეს ტექნიკურ სასწავლებელში ფიზიკა წარმოადგენს სხვა ტექნიკური საგნების საფუძველს. აქედან გამომდინარე, ფიზიკა ისე უნდა ისწავლებოდეს, რომ ფიზიკის შესწავლამ სხვა ტექნიკური საგნების შესწავლის კარგი საფუძველი მოამზადოს. ეს გარემოება ფიზიკის წრის მუშაობაშიც უნდა იქნეს გათვალისწინებული. განსაკუთრებით წრის მუშაობის მეორე ეტაპზე, გათვალისწინებული უნდა იყოს ისეთი საკითხები, რომლებიც ნათლად გამოხატავენ ფიზიკის გამოყენებას მოცემული ფაქულტეტისათვის სპეციალურ საგნებში, ფიზიკისა და სპეციალური საგნების ურთიერთკავშირს. მაშასადამე, უმადლეს ტექნიკურ სასწავლებლებში ფიზიკის წრის მუშაობაც ტექნიკური საგნების ღრმად შესწავლასა და ტექნიკაში, პრაქტიკულ საქმიანობაში ფიზიკის გამოყენების უნარ-ჩვევების გამომუშავებასა და განმტკიცებას უნდა ექვემდებარებოდეს. ამასთან დაკავშირებით, ფიზიკის წრის სამუშაო გეგმა სპეციალური საგნების შესწავლისა და პრაქტიკულ საქმიანობაში ფიზიკის ცოდნისადმი წაყენებული მოთხოვნების შესაბამისად უნდა შედგეს. რისთვისაც საჭირო იქნება სათანადო კავშირი სპეციალური საგნების ლექტორებთან და სათანადო კათედრებთან.

წრის მუშაობა რომ უფრო ეფექტური და მიმზიდველი იყოს, საჭიროა პირველი და მეორე კურსებისათვის ფიზიკის წრე ცალ-ცალკე ჩამოყალიბდეს.

წრისადმი ხელმძღვანელობა კათედრის წამყვან ლექტორს (რომელსაც ამ საგანში სალექციო კურსი მიჰყავს) უნდა დაევალოს და გათვალისწინებული იქნეს მის პედაგოგიურ დატვირთვაში.

ჩვენ საკავშირო კავშირგაბმულობის დაუსწრებელი ელექტრო-ტექნიკური ინსტიტუტის თბილისის ფილიალში ქალაქის ჯგუფის სტუდენტთათვის ჩამოყალიბებული გეგონდა ფიზიკის სამეცნიერო წრე ცალ-ცალკე I და II კურსის სტუდენტთათვის. I კურსზე წრის

მუშაობა ძირითადად საპროგრამო მასალის ღრმად ათვისებას ითვალისწინებდა. მისი დანიშნულება იყო დახმარებოდა სტუდენტებს საპროგრამო საკითხებში ცოდნის გაფართოებასა და გაღრმავებაში. I კურსზე წრე მუშაობდა შემდეგი გეგმის შესაბამისად:

1. მატერიალური წერტილის მრუდწირული მოძრაობის ზოგადი სახე და მისგან მოძრაობის კერძო სახეების მიღება.

2. მყარი სხეულის ბრუნვითი მოძრაობა.

3. გალილეის გარდაქმნის ფორმულები და მექანიკური ფარდობითობის პრინციპი.

4. სიგრძისა და დროის ფარდობითობა და ფარდობითობის სპეციალური თეორიის ელემენტები.

5. შენახვის კანონები მექანიკაში.

6. იძულებითი რხევები, რეზონანსი.

7. მაქსველის განაწილება.

8. გაზების სითბოტევადობათა კლასიკური და კვანტური თეორია.

9. რეალური გაზის შინაგანი ენერჯია. ჯოულ-ტომსონის ეფექტი.

10. პოტენციური ველები.

11. კონდენსატორების შეერთება. იმპულსური გენერატორი.

12. ნივთიერებათა მაგნიტური თვისებები.

ამ თემების ირგვლივ, როგორც წესი წრის ყველა წევრი ემზადებოდა. მაგრამ წინასწარ გამოყოფილი გეგავდა მოზხსენებელი და თანამომხსენებელი. დასამუშავებელ ლიტერატურად შერჩეული გვეყონდა ი. ვ. საველიევის ზოგადი ფიზიკის კურსები (1 და 2 ტომი). საკითხებზე გაღრმავებას და შევსებას ეახდენდით წიგნებით: ბ. მ. იავორსკი, ა. ა. დეტლაფი და სხვ., ფიზიკის კურსი I და II ტომი; გ. ა. ზისმანი და ო. მ. ტოდესი, ზოგადი ფიზიკის კურსი I და II ტომი; დ. ნ. ლონლაძე, ზოგადი ფიზიკის კურსი ნაწ. I, II; გ. ტ. ვეფხვაძე, ზოგადი ფიზიკის კურსი ნაწ. I; მ. მირიანაშვილი ზოგადი ფიზიკის კურსი ტომი I.

მეორე კურსის სტუდენტთა სამეცნიერო წრის მუშაობა მიზნად ისახავდა ხელი შეეწყოს სტუდენტთა მიერ ფიზიკაში შეძენილი ცოდნის გამოყენებისათვის სპეციალური საგნების ათვისებაში, ფიზიკაში შეძენილი ცოდნის პრაქტიკულ გამოყენებაში. ამ მიზნით II კურსის სტუდენტთა სამეცნიერო წრე მუშაობდა შემდეგი გეგმის შესაბამისად:

1. პოლარიზაციული ეფექტები მყარ სხეულებში და მათი გამოყენება კავშირგაბმულობის ტექნიკაში.

2. მყარი სხეულების კლასიკური და კვანტური ელექტრონული თეორია.

3. ნახევარგამჭარული ხელსაწყოების ფიზიკური საფუძვლები და წარმოება.

4. რადიაქტივობა და რადიაქტიური იზოტოპების გამოყენება კავშირგაბმულობის ტექნიკაში.

5. ნივთიერების მიერ სინათლის უარყოფითი შთანთქმა და გამოსხივების კვანთური გენერატორები.

6. ლაზერები და მლაზერები კავშირგაბმულობის ტექნიკაში.

7. ფერიმაგნიტიზმის თეორია და ფერიტების გამოყენება კავშირგაბმულობაში.

8. პაულის პრინციპი და ელემენტთა პერიოდული სისტემა.

9. რეზონანსის მოვლენის გამოყენება მზომელობის ტექნიკაში.

10. რეზონანსის მოვლენის გამოყენება მუდმივი დენის ცკლად დენად გარდაქმნის საქმეში.

11. კავშირგაბმულობის კაბელებისა და საკაბელო სისტემის დაზიანების მიზეზები და მათი ფიზიკური არსი და სხვა.

II კურსის სტუდენტთა სამეცნიერო წრის სამუშაო გეგმაში რომ გაგვეთვალისწინებინა ფიზიკის კავშირი სპეციალურ საგნებთან და სტუდენტთა მომავალ პრაქტიკულ საქმიანობასთან, საუბარი გვექონდა სპეციალური საგნების ლექტორებთან და ინსტიტუტის პროფილის გათვალისწინებით შევადგინეთ წრის სამუშაო გეგმა. ზოგიერთი თემის მეცნიერულ ხელშეწყობადად, გარდა ფიზიკოსისა, გამოეყავით სპეციალური საგნების ლექტორებიც.

§ 9. სწავლების ტექნიკური საშუალებები და დაპროგრამებული სწავლება

როგორც უკვე აღვნიშნეთ, სწავლების დონე და ხარისხი ცხოვრების თანამედროვე მოთხოვნებს არ შეესაბამება, ეს იმით აიხსნება, რომ მეცნიერებისა და ტექნიკის განვითარების თანამედროვე დონე, სამეცნიერო-ტექნიკური ინფორმაციის მოზღვავება, სახალხო მეურნეობის ყველა დარგის თანამედროვე მოთხოვნები გადაუდებლად აყენებს სწავლების ახალი მეთოდების შემუშავებისა და დანერგვის საკითხს. როგორც საშუალო, ისე უმაღლეს სკოლაში. ხარვეზები განათლების დარგში თანამედროვე ეტაპზე იმას ადასტურებს, რომ დღემდე გამოყენებული სწავლების ტრადიციული მეთოდები უმაღლესი განათლების სადღეისო მოთხოვნებს ვეღარ აკმაყოფილებს. ყველა ჩვენგანი კარგად უნდა ჩაუფიქრდეს შემდეგ გარემოებას: ადრეულ პერიოდში (ათეული წლების წინ) არ იყო საკი-

რო იმდენი უმაღლესი ან საშუალო სპეციალური განათლების მქონე სპეციალისტი, რამდენიც ახლა. თუ წინათ ერთი აგრონომი რამდენიმე კოლმეურნეობას, ზოგჯერ რამდენიმე სასოფლო საბჭოს უვლიდა და საქმე მიანიც იოლად მიდიოდა, ახლა მოთხოვნები სასოფლო-სამეურნეო პროდუქტების წარმოებაზე იმდენად გაიზარდა, რომ აუცილებელი ხდება თვით ერთ კოლმეურნეობაში რამდენიმე აგრონომი იყოს, საჭიროა ბრიგადირიც, მერგოლურიც, ფერმის გამგე (და მთელი რიგი პასუხისმგებელი პერსონალი) უმაღლესი განათლებით იყოს, ასევე შეიძლება ითქვას სახალხო მეურნეობის სხვა დარგის მოთხოვნებზეც. ძველი ტრადიციული მეთოდებით სწავლება კი, არ იძლევა იმის საშუალებას, რომ ამდენი განათლებული ადამიანი გვყავდეს. რადგან ძველი, ტრადიციული მეთოდებით სწავლება სასწავლო მასალას მისაწვდომს ვერ ხდის ყველასათვის. თანამედროვე ეტაპზე კი აუცილებელი ხდება ისეთი მეთოდების შემუშავება, რომლებიც საშუალებას მოგვცემს ყველამ ისწავლოს, რომელიც სასწავლო მასალას, საინტერესოს და მისაწვდომს გახდის. ნათქვამიდან გამომდინარე, რომ თანამედროვე ეტაპზე არ შეიძლება მარტო ნიჟიერებს. ტალანტებს დავეყრდნოთ სწავლებაში (ისინი ხომ გამოუნაკლისები არიან). ჩვენ ვალდებულნი ვართ სწავლა-აღზრდა ისეთი მეთოდებით წარვმართოთ, რომ ცხოვრების თანადროულობისათვის მოვამზადოთ ახალგაზრდობის ფართო მასები.

თანადროულობის შესაბამისად სწავლების მეთოდების სრულყოფაში დიდი გამოყენება უნდა პოვოს სწავლების ტექნიკურმა საშუალებებმა. სწავლების ტექნიკური საშუალებების გამოყენებამ და დანერგვამ უნდა გადაწყვიტოს შემდეგი ორი პრობლემა:

1. ძნელად გასაგები და ისეთი მოვლენები, რომელთა დანახვა და წარმოდგინა ჩვეულებრივად შეუძლებელია, ადვილად გასაგები, თვალსაჩინო და წარმოსადგენი გახადოს (მაგალითად: მოლეკულების ქაოსური მოძრაობა, ლითონში ელექტრონების ქაოსური მოძრაობა დენის წარმოქმნამდე და მიმართული მოძრაობა დენის არსებობის დროს, რაიმე ძველი ისტორიული მოვლენა და სხვა).

2. მოგვეცეს მოგება დროში (მცირე დროის დახარჯვით მთავარი დიდი რაოდენობის ინფორმაციის გადაცემასა და ათვისებას).

სწავლების ტექნიკურ საშუალებებს მიეკუთვნება სასწავლო ჟინო. დიაგრამები, პლაკატები და ყველა ის მოწყობილობა თუ ტექნიკური აღჭურვილობა, რომელიც გათვალისწინებულია მოვლენათა გათვალისაჩინოების, მარტივა გააზრების, შეცნობის, აღქმის და დამახსოვრებისათვის. ტექნიკურ საშუალებათა გამოყენების დროს ძალიან დიდი სიფრთხილეა საჭირო, რომ მათი გამოყენება გასართობ

სანახაობად არ გადაიქცეს და არ მიიჩქმლოს ლექციის (გაკვეთილის) ძირითადი მიზანი. ასე მაგალითად, სასწავლო კინოს დახმარებით ლექციის (გაკვეთილის) გადაცემის დროს აუცილებელია გამოვიყენოთ მოცემული ფილმის მხოლოდ ის ნაწილი, რომელიც განსაკუთრებით საჭიროა მოვლენის გაცნობიერებისა და გათვალსაზიროებისათვის; თუ გვინდა ვაჩვენოთ მოლექულების ქაოსური მოძრაობა და წარმოდგენა მივცეთ მოლექულურ-კინეტიკურ თეორიაზე, მაშინ ვაკვეთილზე ფილმის მხოლოდ ის ნაწილი უნდა ვაჩვენოთ, რომელიც მოლექულების ქაოსურ მოძრაობას ასახავს, წინააღმდეგ შემთხვევაში, თუ ფილმს ბოლომდე ვაჩვენებთ, ფილმის ჩვენება გასართობ სანახაობად გადაიქცევა და შოლიანად დაკარგავს თავის სასწავლო-დიდაქტიკურ ღირსებას. უნდა გვახსოვდეს, რომ მასწავლებლის ცოცხალ სიტყვას, მით უმეტეს, თუ იგი კარგი დიქციით, ორატორული ნიჭითაა დაჯილდოებული. ვერავითარი ტექნიკური საშუალება ვერ შეცვლის და ის ადგილებიც კი, რომელიც ფილმიდან ვუჩვენებთ, წინასწარ ახსნილი უნდა იყოს და შემდეგ კი კომენტარებული მასწავლებლის მიერ. ფილმიდან საჩვენებელი ადგილები წინასწარ უნდა იქნეს შერჩეული და დროში განსაზღვრული ისე, რომ რაც შეიძლება მეტი ინფორმაციის გადაცემა მოხერხდეს ტექნიკური საშუალებების გამოყენებით.

სასწავლო და სახალხო მეურნეობის სხვადასხვა დარგებში მუშაობის დროს სტუდენტ ახალგაზრდობას მოუწევთ კინოაპარატის, დიაგრამების, ნახაზებისა და სხვა ტექნიკურ საშუალებათა გამოყენება. მიუხედავად იმისა, ტექნიკურ უმაღლეს განათლებას ღებულობენ თუ არა, ყველა უმაღლესი განათლების მოქალაქეს უნდა ჰქონდეს ტექნიკური ცოდნის მინიმუმი. ამიტომ, მიზანშეწონილად მიგვაჩნია კინოსაქმის, დიაგრამების შედგენისა და გამოყენების სწავლება ყველა უმაღლეს სასწავლებელში (ყველა ფაკულტეტზე, პენსიტატურებში ეს საკითხი თითქმის უკვე მოგვარებულია).

უმაღლესი სასწავლებლების კათედრებმა პედაგოგთა ფართო წრეში განხილვით უნდა დაადგინონ მოცემული სასწავლო ფილმებიდან რა ნაწილები უნდა იქნეს ნაჩვენები და კომენტარებული ლექტორის მიერ. ტექნიკურ საშუალებებს დიდი გამოყენება ექნება ლექციაზე მოსმენილი მასალის შესწავლისა და გამოცდებისათვის მზადების პერიოდში გამეორების საქმეში. ამ მიზნით საჭიროდ მიგვაჩნია კათედრებზე შეიქმნას ტექნიკურ საშუალებათა კაბინეტი, სადაც სტუდენტთათვის ხელმისაწვდომი იქნება სათანადო სასწავლო ნახაზები და დიაგრამები, ლექტორის მიერ კარგი, ყოველმხრივ გამართული, სტუდენტთათვის მისაწვდომად მაგნიტოფირზე ჩაწერილი

ლექციები. რომელთა მოსმენის შესაძლებლობაც ექნებათ. სტუდენტების მუშაობა ტექნიკურ საშუალებათა კაბინეტში ლექტორის უშუალო ხელმძღვანელობითა და კონსულტაციით უნდა მიმდინარეობდეს. ამიტომ ამ სახის მუშაობის დრო ლექტორის პედაგოგიურ დატვირთვაში უნდა იქნეს გათვალისწინებული, ხოლო სტუდენტთათვის გამოყოფილი იყოს დღე და საათები ტექნიკურ საშუალებათა კაბინეტში მეცადინეობისათვის. გარდა ამისა, სწავლების ტექნიკურ საშუალებათა კაბინეტში მიზანშეწონილი იქნება ინახებოდეს ლექტორთა მიერ მოცემულ საგანში ცალკეულ თემებზე შედგენილი კონსპექტები, რომელთა გამოყენებაც შეეძლება სტუდენტებს.

სწავლების ტექნიკურ საშუალებებს მიეკუთვნება ტელელექცია და ტელეგაკვეთილები. ტელელექციებმა რომ თავისი დანიშნულება გაამართლოს. საჭიროა გონივრულად იყოს მოფიქრებული ტელელექციების შინაარსი, საკითხების გაშუქების მეთოდოლოგია, სიღრმე და დოზა. ყურადღება უნდა გამახვილდეს იმაზე, თუ ვისთვისაა განკუთვნილი ესა თუ ის ტელელექცია. აუცილებელია მივეთვითოთ, თუ ვის მოვალეობას შეადგენს ტელელექციის მოსმენა მოცემულ თემაზე მოცემული გადაცემის დროს. ასეთი ტელეგადაცემების დრო (დღე და საათები) ცნობილი უნდა იყოს შესაბამისი კათედრებისათვის და უნდა ტარდებოდეს უმეტესად საღამოს საათებში, როცა სტუდენტები ლექციებიდან თავისუფლები არიან. კათედრებმა და შესაბამისი საგნის ლექტორებმა ტელელექციის შესახებ სტუდენტებს უნდა მოთხოვონ სათანადო ანგარიში და შემჩნეულ ხარვეზებზე მისცენ შესაბამისი ახსნა-განმარტება.

სწავლებას ეფექტურობის ამაღლებაში დიდ წვლას შეიტანს დაპროგრამებული სწავლება. დაპროგრამებული სწავლება იმით მოხდება დიდ გამოყენებას, რომ სტუდენტებს ხშირად უძნელდებათ მოცემული თემადან ძირითადისა და მეორეხარისხოვანის გამოყოფა, უძნელდებათ კითხვების დასმა და მათი შესაბამისი პასუხების მოძებნა. დაპროგრამებულ სწავლებაში სწორედ ეს მომენტი უნდა იქნეს გათვალისწინებული და სტუდენტები უნდა მივაჩვიოთ მოცემული თემადან ძირითადი, საკვანძო ადგილების გამოკვეთას, კითხვების დასმასა და მათზე პასუხის გაცემას.

ამ მიზნით ლექტორებმა უნდა შეადგინონ დაპროგრამებული სწავლების ტექსტები და, თუ შესაძლებლობა იქნება მათი გამრავლებისა, გამრავლდეს და დაურიგდეს სტუდენტებსაც. მიზანშეწონილად მიგვაჩნია დაპროგრამებული ტექსტები შედგეს მხოლოდ ისეთ სა-

კითხვებზე, რომლებიც ძნელად გასაგები და ძნელად ასათვისებელია სტუდენტებისათვის. აქ გვინდა შევნიშნოთ შემდეგი: ჩვენ სრულად გაუმართლებლად მიგვაჩნია ისეთი დაპროგრამებული სწავლება, როდესაც ტექსტში მოცემულია ერთ კითხვაზე რამდენიმე პასუხი, რომელთაგან მხოლოდ ერთია სწორი. ამ დასკვნის გაკეთების დროს გამოვდივართ იმ უდავო ჰეშმარიტებიდან, რომ ადამიანს, მოსწავლე ახალგაზრდას შეიძლება არასწორი პასუხი უფრო ადვილად დაამახსოვრდეს, ვიდრე სწორი პასუხი, და ეს რაღა თქმა უნდა, ხელს შეგვიშლის სასწავლო საქმეში. მაშასადამე, დაპროგრამებულ ტექსტში ერთ კითხვაზე მხოლოდ ერთი, ყველაზე სწორი, ყველაზე დახვეწილი და ზუსტი, ლაკონიური პასუხი უნდა იყოს გაცემული და თანაც იქვე, სადაც კითხვაა დასმული და არა სხვაგან, რომელიმე სხვა საძებნ ადგილას. თუ კითხვებზე პასუხის ძებნას იმიტომ მოვუხრავთ, რომ სტუდენტმა თვითონ ეძებოს დამოუკიდებლად სწორი პასუხი, მაშინ უმჯობესია ჩვენ პრაქტიკულ მეცადინეობაზე მოვეკუთხოვარჯიშოდ დაპროგრამებული ტექსტის შედგენა თავისი კითხვა-პასუხებით, ან მივცეთ კითხვები, ხოლო პასუხები თვითონ მოძებნონ. გარდა ამისა, დიდი სარგებლობის მომტანი იქნება თვით ლექციის კითხვა დაპროგრამებული მეთოდით პატარ-პატარა პრობლემების დასმისა და მათი თანმიმდევრობითი გაშუქების გზით.

ხშირად ფიქრობენ, რომ ლაბორატორიული მეცადინეობაც შეიძლება ჩატარდეს დაპროგრამებული მეთოდით. როგორც აღვნიშნეთ, დაპროგრამებული სწავლების მეთოდი იმიტომაც გამოსადეგი და ვაიკე შედგის მომცემი, რომ საშუალებას იძლევა დაეხმაროს მოსწავლე ახალგაზრდას მოცემული თემიდან ძირითადი და მეორეხარისხოვანის, კითხვებისა და პასუხების გამოყოფაში. ლაბორატორიული სამუშაოს მიზანი თვით სამუშაოს სახელწოდებით განისაზღვრება ე. ი. ძირითადი ამ მხრივ გამოკვეთილია, მისი შესრულების მეთოდის დასახელებაც სამუშაოშია მოცემული და თვით შესრულების თანმიმდევრობა და სათანადო ფორმულები მოცემულია ამოცანის აღწერაში თითქმის კითხვა-პასუხების სახით. სამუშაოს შესრულების დროს მიღებული შედეგების დამუშავებისათვის კი არსებობს შესრულების თანმიმდევრობის მიხედვით შედგენილი დაკვირვებისა და გამოთვლების ცხრილი. მაშასადამე, ლაბორატორიული სამუშაოს აღწერა (თუკი სრულყოფილადაა შედგენილი) თავისთავად, უკვე დაპროგრამებულია და ხელახალი, უფრო მეტი დაპროგრამება აღარ ჭირდება. ასევე არ ჭირდება დაპროგრამება ამოცანების ამოხსნასაც. ამოცანების ამოხსნისათვის საჭიროა სტუდენტები მივაჩვიოთ

ალგორითმიზაციას ე. ი. ამოცანების ეტაპობრივი თანმიმდევრობით ამოხსნას.

ტექნიკურ საშუალებათა კაბინეტში მიზანშეწონილად მიგვაჩნია ინახებოდეს, აგრეთვე, ცალკეულ სასწავლო თემებზე შედგენილი დაპროგრამებული ტექსტები, რომელთა გამოყენებაც (საჭიროების შემთხვევაში) შეეძლებათ სტუდენტებს.

§ 10. სასწავლო სახელმძღვანელოები

მეცნიერების სხვადასხვა დარგების წარმოშობამ და ფიზიკის შექრამ ამ მეცნიერებებში განაპირობა ფიზიკის სხვადასხვა დარგების წარმოშობა, როგორცაა საინჟინრო ფიზიკა, აგროფიზიკა, ბიოფიზიკა, ასტროფიზიკა, ქიმიური ფიზიკა და ა. შ. წარმოიშვა, აგრეთვე თვით ფიზიკის სხვადასხვა განყოფილებები. ყოველივე ამან აუცილებელი გახდა ფიზიკის დიფერენცირებული სახელმძღვანელოების შექმნა. მაგალითად, აგრონომებისათვის ფიზიკაში სხვა სახელმძღვანელო შეიქმნა. მედიკებისათვის სხვა და ა. შ. ახლა კი, როგორც უკვე ცნობილია, ფიზიკა იმდენად ღრმად შეიჭრა მეცნიერებისა და ტექნიკის ყველა დარგში, რომ ფიზიკის ზოგადი საფუძვლები ერთნაირად საჭირო და სავალდებულო გახდა ყველა სპეციალობისათვის, სადაც ფიზიკა ისწავლება. ასე მაგალითად, სითბოგამტარობის, დიფუზიის განტოლება, და საერთოდ, გადატანის მოვლენები ერთნაირად საჭიროა ყველასათვის, ის გინდა წმინდა ფიზიკოსი იყოს, გინდ ბიოლოგი და გინდაც აგრონომი. აგრონომიული განხრის სტუდენტები ამ ფორმულას გამოიყენებენ ნიადაგში სითბოს გადატანისა და ტემპერატურული გრადიენტის გამოთვლისათვის ნიადაგმცოდნეობისა და მიწათმოქმედების კურსის შესწავლის დროს და ა. შ. აქედან გამომდინარეობს ის დასკვნა, რომ მეცნიერებისა და ტექნიკის განვითარების თანამედროვე დონეზე საჭიროა ფიზიკის ზოგადმეცნიერული საფუძვლები ყველა სპეციალობის სტუდენტებისათვის ერთნაირი იყოს, ხოლო მოცემულ სპეციალობებში ფიზიკის ამა თუ იმ კანონის, ამა თუ იმ დებულების, ამა თუ იმ ფორმულისა და მოვლენის გამოყენება გაშუქებულ და განხილულ იქნეს თვით სპეციალობების შესწავლის დროს. მაგალითად, როგორც აღვნიშნეთ, ნიადაგმცოდნეობისა და მიწათმოქმედების კურსებში განხილული იქნება კაპილარობის, სითბოგამტარობისა და დიფუზიის მოვლენების გამოყენება, ხოლო მათი შესაბამისი ზოგადი მეცნიერული საფუძვლები შესწავლილი იქნება ფიზიკის კურსში. მაშასადამე, ჩვენ ვაყენებთ მოთხოვნას, რომ ფიზიკაში შეიქმნას ერთიანი ზოგადი კურსი, რომე-

ლიც სავალდებულო იქნება ყველა სპეციალობისათვის. ხოლო უფრო დაწვრილებით კი ფიზიკის დებულებები განხილულ იქნეს სპეციალური საგნების კურსში. რა მოთხოვნებს უნდა აკმაყოფილებდეს სახელმძღვანელო?

1. როგორც აღვნიშნეთ, ფიზიკის ზოგადი კურსი ყველა სპეციალობისათვის ერთნაირი უნდა იყოს; იგი უნდა შედგეს პროგრამის შესაბამისად (მეთოდის მოთხოვნათა საფუძველზე). სათანადო დონის, სიღრმისა და შინაარსის შესაბამისად.

2. სახელმძღვანელო დაწერილი უნდა იყოს ისე, რომ მისაწვდომი იყოს ყველა სტუდენტისათვის. უმეტეს შემთხვევაში (ოითქმის ყოველთვის) სახელმძღვანელო კაბინეტში იწერება მსმენელთა აუდიტორიის შესაძლებლობათა გათვალისწინებლად. რაც ამძიმებს სახელმძღვანელოს შინაარსს სტუდენტთა ფართო მასებისათვის. ამრიგად, სახელმძღვანელო უნდა იყოს შედგენილი სტუდენტის შესაძლებლობასთან შეფარდებით. აუდიტორიის გათვალისწინებით.

3. სახელმძღვანელოს ენა უნდა იყოს პოპულარული ისე, რომ საშუალებას იძლეოდეს, თუნდაც რთული საკითხები მარტივად და გასაგებად წარმოუდგინოს სტუდენტებს.

4. სტუდენტებს უმეტეს შემთხვევაში უნდა მოცემული პარაგრაფიდან ძირითადი და მეორეხარისხოვანი საკითხების გამოყოფა, კითხვების დასმა და მათი შეაბამისი პასუხების მოძებნა, სახელმძღვანელომ მათ ამ საქმეშიც უნდა გაუწიოს დახმარება. ამიტომ სახელმძღვანელო ისე უნდა იყოს შედგენილი, რომ ყოველი პარაგრაფის წინ მოცემული იყოს რეზიუმე. თუ რაზე იქნება ლაპარაკი, განსაკუთრებით რაზე უნდა იქნეს გამახვილებული ყურადღება და როგორი დასკვნები უნდა მიიღონ. სახელმძღვანელო უნდა იქნეს შედგენილი პრობლემების დასმისა და მათი თანმიმდევრული გადაჭრის გათვალისწინებით.

5. ნახაზები, სქემები, სადემონსტრაციო ცდები სახელმძღვანელოში უნდა იყოს მარტივად შედგენილი, სტუდენტთათვის მისაწვდომი და საჭიროების შემთხვევაში ადვილად შესასრულებელი.

6. საკითხების ახსნა-დასაბუთება სახელმძღვანელოში უნდა იყოს ზედმიწევნით ლოგიკური და სათანადოდ ილუსტრირებული. მუდამ უნდა გვახსოვდეს, რომ საკითხების განხილვისას ბევრი ახსნა-დასაბუთება ამძიმებს საკითხს და დედაარსს ბუნდოვანს ხდის, სტუდენტისათვის ძნელი ხდება მოვლენათა მთავარ აზრში გარკვევა.

7. სახელმძღვანელოში მოცემული საკითხების მათემატიკური ახსნა-დასაბუთება ყოველთვის სრულყოფილი სახით უნდა იყოს მო-

ცემული; არასოდეს არ უნდა უხდებოდეს სტუდენტს მტკიცებათა, მათემატიკურ გარდაქმნათა სხვაგან მოძებნა ან დამოუკიდებლად გამოყვანა. საამისოდ მას სხვა სამუშაოც ბევრი ექნება.

§ 11. ფიზიკის კურსის შინაარსი უმაღლეს ტექნიკურ სასწავლებელში

მეცნიერებისა და ტექნიკის განვითარების ახლანდელი დონე და სახალხო მეურნეობის ყველა დარგის თანამედროვე მოთხოვნები გადაუდებლად აყენებს საკითხს უმაღლესი სასწავლებლების ფიზიკის კურსში ცვლილებების შეტანის შესახებ. ახლა მწვავედ ისმის საკითხი უმაღლესი ტექნიკური სასწავლებლების ფიზიკის სახელმძღვანელოთა განტვირთვის შესახებ ისეთი საკითხებისაგან, რომლებიც ფიზიკის სასკოლო კურსში ისწავლება და მათ ნაცვლად სხვა ახალი სასწავლო მასალის დამატების შესახებ.

იმისათვის რომ, რაც შეიძლება მეტი ახალი სამეცნიერო-ტექნიკური ინფორმაცია მივაწოდოთ სტუდენტებს, საჭიროა საამისოდ დროის გამოთავისუფლება პროგრამიდან ზოგიერთი, მათთვის უკვე ცნობილი საკითხების ამოღების ხარჯზე. ეს აუცილებელია, იმიტომაც, რომ გამორიცხული იქნება დუბლირება საკითხების შესწავლის საქმეში.

ჩვენ მიზნად დავისახეთ მოგვეცა დასაბუთებული სია ზოგიერთი ისეთი საკითხებისა, რომლებიც ამოღებულ უნდა იქნეს უმაღლესი სკოლის ფიზიკის კურსიდან და შეგვედგინა უმაღლესი ტექნიკური სასწავლებლების ფიზიკის კურსის პროგრამა. საშუალო სკოლის ფიზიკის კურსში საკმაოდ საფუძვლიანად ისწავლება წრფივი თანაბარი და არათანაბარი მოძრაობა, თანაბარი მოძრაობა წრეწირზე. სინამდვილეში მატერიალური წერტილის მოძრაობის ზოგად სახეს არათანაბარი მრუდწირული მოძრაობა წარმოადგენს და ზემოთ ჩამოღვლილი მოძრაობები მისი კერძო სახეებია. ამიტომ დროში მოგებისა და დუბლირების თავიდან აცილების მიზნით უმაღლეს სასწავლებლებში მექანიკის სწავლება მოძრაობის ზოგადი სახის — არათანაბარი მრუდწირული მოძრაობის განხილვით უნდა დავიწყოთ. მრუდწირის მოცემულ უბანზე მოძრაობა შეიძლება წრეწირის რკალზე მოძრაობად ჩავთვალოთ. ამიტომ ამავე საკითხის განხილვის დროს სრული შესაძლებლობა არსებობა განხილულ იქნეს კუთხური სიჩქარეც და კუთხური აჩქარებაც და, საერთოდ, მოძრაობის დამახასიათებელი ყველა კინემატიკური ელემენტი: გადაადგილების ვექტორი, სიჩქარე, აჩქარება, კუთხური სიჩქარე და კუთხური აჩქარება.

ასევე ამოღებული უნდა იქნეს ინერცია, მასა, ძალა, ნიუტონის I და III კანონი, რადგან მათი შესწავლა ზოგადი ფიზიკის კურსში არაფერს ახალს არ მატებს იმას, რაც სტუდენტებმა საშუალო სკოლაში შეისწავლეს. მუშაობა უნდა ისწავლებოდეს ენერჯის ცვლილებასთან კავშირში სათაურით — კავშირი ენერჯიასა და მუშაობას შორის, ენერჯის მუდმივობის კანონი მექანიკაში. უნდა იქნეს ცალკე განხილული ცვლადი ძალის მუშაობა, ხოლო მუდმივი ძალის მუშაობა — მხოლოდ ენერჯიასთან კავშირში. ამოღებული უნდა იქნეს სიმძლავრეც. აქ საჭირო აღარ არის კინეტიკური და პოტენციური ენერჯიების ცალკე განხილვა, მათ შესახებ ყურადღებას მხოლოდ ფორმულებში მიღებული გამოსახულების აღნიშვნაზე გავამახვილებთ.

საჭიროდ არ მიგვაჩნია დრეკადი და არადრეკადი დაჯახებების განხილვა, რადგან ეს საკითხებიც საკმაო დონეზე განიხილება ფიზიკის სასკოლო კურსში.

მიზანშეწონილია მსოფლიო მიზიდულობის კანონის ამოღებაც, რადგან ეს საკითხიც სათანადო დონეზეა განხილული სასკოლო ფიზიკაში. ამასთან დაკავშირებით საჭიროა განხილულ იქნეს საკითხი „გრავიტაციული ველი“ და ენერჯის მუდმივობის კანონის გამოყენებით მიღებულ იქნეს გრავიტაციულ ველში მუშაობის გამოსათვლელი ფორმულა, შემოღებულ იქნეს გრავიტაციული ველის პოტენციალისა და დაძაბულობის ცნება, ყურადღება გამახვილდეს გრავიტაციული ველის პოტენციურ ხასიათზე.

რხევების განხილვის დროს პროგრამიდან ამოღებული უნდა იქნეს ამპლიტუდა, პერიოდი, სიხშირე და ფაზა, კავშირი აჩქარებასა და გადანაცვლებას შორის, ძალა, რომელიც მოქმედებს მერხვე წერტილზე ჰარმონიული რხევის დროს.

მოლეკულური ფიზიკისა და თერმოდინამიკის პროგრამიდან ამოღებულ უნდა იქნეს მოლეკულურ-კინეტიკური თეორიის ცდით დასაბუთება (ბროუნის მოძრაობა, დიფუზია), იდეალური გაზის მდგომარეობის განტოლება, მოლეკულურ-კინეტიკური თეორიის ძირითადი განტოლება, ერთატომიანი იდეალური გაზის შინაგანი ენერჯია. ზოგადი ფიზიკის კურსში იდეალური გაზის შინაგანი ენერჯის სწავლების დროს უნდა შემოვიღოთ თავისუფლების ხარისხთა ცნება და სასკოლო კურსში ნასწავლი ერთატომიანი იდეალური გაზის შინაგანი ენერჯის ფორმულის განზოგადებით მივიღოთ ნებისმიერ ატომიანი იდეალური გაზის შინაგანი ენერჯის ფორმულა.

ფიზიკის სასკოლო კურსში საკმაოდ საფუძვლიანად ისწავლება მუხტების ურთიერთქმედება. კულონის კანონი. ზოგადი ფიზიკის

კურსში ამ საკითხის განხილვისას არაფერი ახლის დამატება არ ხდება იმასთან შედარებით, რაც სასკოლო კურსში ისწავლება. თანაც, თუ გავითვალისწინებთ იმას, რომ რთული ველების გამოთვლა კულონის კანონის გამოყენებით ძალიან დიდ სიძნელებთანაა დაკავშირებული, ხოლო გაუს-ოსტროგრადსკის თეორემით საკმაოდ მარტივად კეთდება, მივალთ იმ დასკვნამდე, რომ ზოგადი ფიზიკის კურსიდან ამოღებული უნდა იქნეს მუხტების ურთიერთქმედება, კულონის კანონი. ამოღებულ უნდა იქნეს, აგრეთვე, ელექტრული ველის დაძაბულობა, ძალწირები, რადგან ეს საკითხებიც საშუალო სკოლაში სათანადო სიღრმით ისწავლება.

საშუალო სკოლაში თითქმის იმავე დონეზე ისწავლება გამტარის ელექტროტევადობა, კონდენსატორი, ბრტყელი კონდენსატორის ტევადობა, კონდენსატორების შეერთება. როგორც ზოგადი ფიზიკის კურსითაა გათვალისწინებული. ამიტომ, მათი ხელახალი შესწავლა ზოგადი ფიზიკის კურსში მიზანშეწონილი არ არის. აქ საჭიროა დავეყარდნოთ სკოლაში მიღებულ ცოდნას და განვიხილოთ კონდენსატორების შეერთების გამოყენება, იმპულსური გენერატორი. მიზანშეწონილად მიგვაჩნია პროგრამიდან ამოღებულ იქნეს აგრეთვე დამუხტული გამტარის ელექტრული ველის ენერჯია და ენერჯიის სიმკვრივე, რადგან ამ საკითხსაც საშუალო სკოლაში საკმაოდ საფუძველიანად გადიან.

ელექტრული დენის სწავლებისას გათვალისწინებული უნდა იქნეს ისიც, რომ დენის ძალა, დენის სიმკვრივე, ომის კანონი წრედის უბნისა და მთელი წრედისათვის, ჯოულ-ლენცის კანონი საშუალო სკოლაში საკმაოდ სიღრმითა და მოცულობით ისწავლება. მათს ხელახლა სწავლედაზე ზოგადი ფიზიკის კურსში დრო არ უნდა დავკარგოთ. საჭიროა მხოლოდ შევახსენოთ სკოლის კურსში შექმნილი ცოდნა და მისი გამოყენებისა და მასზე დაყრდნობის საფუძველზე შევასწავლოთ ომისა და ჯოულ-ლენცის კანონები ელექტრონული თეორიის საფუძველზე (დიფერენციალური სახით).

ელექტროლიტების ელექტროგამტარობის შესწავლის დროს ყურადღება უნდა მივაქციოთ იმას, რომ ფარადეის კანონები მთელი თავისი სიღრმითა და შინაარსით სკოლის კურსში აქვთ ნასწავლი და ზოგადი ფიზიკის კურსში მხოლოდ ელექტროლიტური დისოციაციის ფიზიკურ არსზე უნდა გამახვილდეს ყურადღება და შევასწავლოთ ომის კანონი ელექტროლიტებისათვის.

ფიზიკის სხვა ნაწილების შინაარსის ანალოგიური ანალიზის საფუძველზე მივედით იმ დასკვნამდე, რომ უმაღლესი ტექნიკური სასწავლებლების ფიზიკის პროგრამა შემდეგი სახისა უნდა იყოს:

მექანიკის ფიზიკური საფუძვლები. დიალექტიკური მატერიალიზმის მოძღვრება მატერიის მოძრაობის ფორმების შესახებ. მატერიალური წერტილი. მოძრაობის კინემატიკური განტოლებები. ტრაექტორია მატერიალური წერტილის მრუდწიწველა მოძრაობა.

იმპულსი (მოძრაობის რაოდენობა). ნიუტონის II კანონი. იმპულსის მუდმივობის კანონი იზოლირებული სხეულის და სისტემისათვის.

ათვის ინერციული და არაინერციული სისტემები. გალილეის მექანიკური ფარდობითობის პრინციპი. კოორდინატა და სიჩქარეთა გარდაქმნა კლასიკურ მექანიკაში. რეაქტიული მოძრაობა. ცვლადი მასის მქონე სხეულის მოძრაობა. ლორენცის გარდაქმნები. დროისა და სივრცის ფარდობითობა. სიჩქარეთა შეკრების რელატიური კანონი. მასის დამოკიდებულება სიჩქარეზე. კავშირი მასასა და ენერგიას შორის.

კავშირი მუშაობასა და ენერგიას შორის, ენერგიის მუდმივობის კანონი მექანიკაში. ცვლადი ძალის მუშაობა.

გრავიტაციული ველი. მუშაობა გრავიტაციულ ველში. გრავიტაციული ველის პოტენციური ხასიათი. გრავიტაციული ველის დაძაბულობა.

მყარი სხეულის ბრუნვა ღერძის გარშემო. ძალის მომენტი და ინერციის მომენტი. შტეინერის თეორემა. მყარი სხეულის ბრუნვითი მოძრაობის ძირითადი განტოლება. იმპულსის მომენტი. იმპულსის მომენტის მუდმივობის კანონი. მბრუნავი მყარი სხეულს კინეტიკური ენერგია. მუშაობა ბრუნვითი მოძრაობის დროს.

ღრეკადი დეფორმაციები, ჰუკის კანონი დეფორმაციის ძირითადი სახეებისათვის. ღრეკად დეფორმირებული სხეულის ენერგია. ხახუნის ძალები. დისიპატიური სისტემები.

მექანიკური რხევები. ჰარმონიული რხევის განტოლება. სიჩქარე და აჩქარება რხევითი მოძრაობის დროს. კინეტიკური. პოტენციური და სრული ენერგია ჰარმონიული რხევის დროს. მათემატიკური და ფიზიკური საქანი. ძოლევადი რხევები. მილევის ლოგარითმული დეკრემენტი. აპერიოდული მოძრაობა. იძულებითი რხევები. რეზონანსის მოვლენა.

ერთნაირი მიმართულებისა და ერთმანეთსაგან მცირედ განსხვავებული სიხშირის მქონე რხევების შეკრება. ერთნაირი სიხშირის ურთიერთმართობული რხევების შეკრება. ძგერა. ჯერად სიხშირეიანი ურთიერთმართობული რხევების შეკრება.

ზოლეკულური ფიზიკა და თერმოდინამიკა. მიკროსკოპული სხე-

ულების შესწავლას თერმოდინამიკური და მოლეკულურ-კინეტიკური მეთოდები. თერმოდინამიკური პარამეტრები. თავისუფლების ხარისხები. მოლეკულების გადატანითი მოძრაობის საშუალო კინეტიკური ენერგია. ენერგიის განაწილება თავისუფლების ხარისხების მიხედვით. ტემპერატურის მოლეკულურ-კინეტიკური გაგება. მოლეკულების განაწილება სიჩქარეთა მიხედვით (მაქსველს განაწილება). მოლეკულების საშუალო არითმეტიკული, საშუალო კვადრატული და უალბათესი სიჩქარე. მოლეკულათა დაჯახების რიცხვი წამში და თავისუფალ გარბენის საშუალო მანძილი. გადატანის მოვლენები.

იდეალური გაზის შინაგანი ენერგია. თერმოდინამიკის I კანონი. ამ კანონის გამოყენება იზოპროცესებისათვის. ადიაბატური პროცესი, პუასონის განტოლება. იდეალური გაზის სითბოტევადობანი.

წრიული პროცესები. შექცევადი და შეუქცევადი პროცესები. სითბური და მაცვარი მანქანის მოქმედების პრინციპი. სითბური მანქანის მქ და მაცვარი მანქანის გაკივების კოეფიციენტი. კარნოს ციკლი და მისი მქ. თერმოდინამიკის II კანონი.

რეალური გაზები. ვანდ-დერ-ვაალსის განტოლება. ვან-დერ-ვაალსის იზოთერმები. კრიტიკული პარამეტრები. რეალური გაზის შინაგანი ენერგია. ჯოულ-ტომსონის ეფექტი. გაზების გათხევადება.

ცნება სითბეებისა და მყარი სხეულებს აღნაგობის მოლეკულურ-კინეტიკურ თეორიაზე. სითხეთა მცირე კუმშვადობა. მყარ სხეულთა კრისტალური აღნაგობა. მყარი სხეულის შინაგანი ენერგია და სითბოტევადობა. დიულონგისა და პტის კანონი.

ელექტროსტატიკა. ელემენტალური მუხტი. მუხტის მუდმივობის კანონი. ნივთიერება და ველი -- მატერიის ორი ძირითადი ფორმა. ელექტრული დიპოლი. დიპოლის ველის დაძაბულობა ზოგად და კერძო შემთხვევებში. ელექტროსტატიკურა ინდუქციის ვექტორის ნაკადი. გაუს-ოსტროგრადსკის თეორემა. გაუს-ოსტროგრადსკის თეორემის გამოყენება: თანაბრად დამუხტული სფერული ზედაპირის, თანაბრად დამუხტული უსასრულო სიბრტყის. ორი უსასრულო პარალელური თანაბრად დამუხტული სიბრტყისა და თანაბრად დამუხტული უსასრულო ცილინდრის ველის დაძაბულობისა და ინდუქციის გამოსათვლელად.

მუხტის გადაადგილების მუშაობა ელექტრულ ველში. ველის პოტენციალი. ეკვიპოტენციური ზედაპირები. პოტენციალის გრადიენტი. ელექტროსტატიკური ველის დაძაბულობის ცირკულაცია.

მუხტთა სისტემის ელექტრული ველის ენერგია. მილიკენის ცდა. გამტარები ელექტროსტატიკურ ველში. მუხტების განაწილება გამ-

ტარში, კონდენსატორების შეერთების გამოყენება. იმპულსური გენერატორი.

დიელექტრიკები ელექტრულ ველში. დიელექტრიკების პოლარიზაცია. ველის დაძაბულობა დიელექტრიკში. ელექტრული ამთვი-სებლობა და დიელექტრიკული შეღწევადობა. ელექტროსტატიკური ველის ენერჯია და ენერჯიის სიმკვრივე ვაკუუმში და დიელექტრიკში. პოლარიზაციული ეფექტები მყარ სხეულებში (სეგნეტო-ელექტრობა, პიეზოელექტრობა და ელექტროსტრიკცია) და მათი გა-მოყენება.

მუდმივი დენი. ლითონებში დენის ელექტრონული ბუნების ექს-პერიმენტული დასაბუთება. ლითონთა ელექტროგამტარებლობის კლასიკური ელექტრონული თეორია. ომისა და ჯოულ-ლენცის კანონების ფორმულების გამოყენება ელექტრონული თეორიის საფუძ-ველზე. კირხოფის კანონები. ლითონთა ელექტროგამტარებლობის კლასიკური ელექტრონული თეორიის სიძნელენი.

ნახევარგამტარები. მათი ხერეღური და ელექტრონული გამტარ-ებლობა. მინარეველი გამტარებლობა. ნახევარგამტართა წინალო-ბის დამოკიდებულება ტემპერატურაზე.

თერმოელექტრონული ემისია და მისი პრაქტიკული გამოყენება. ლითონიდან ელექტრონთა გამოსვლის მუშაობა.

პოტენციალთა კონტაქტური სხვაობა. ვოლტას კანონები. თერ-მოელექტრობა და მისი პრაქტიკული გამოყენება. პელტიეს მოვ-ლენა. თერმოწყული.

ელექტრული დენი ვაკუუმში. ბოგუსლავსკ-ლენგმიურის კანონი. დიოდის და ტრიოდის. მათი ვოლტამპერული მახასიათებელი. გაზის საკუთარი და არასაკუთარი გამტარებლობა. ვოლტამპერულ მახა-სიათებელი. პლაზმა.

ელექტრული დენი ელექტროლიტებში. იონების ძვრადობა. ომის კანონი ელექტროლიტებისა და გაზის არასაკუთარი გამტარებლობის-სათვის.

ელექტრომაგნიტიზმი. მაგნიტური ინდუქციის ვექტორი. ლორენ-ცის ძალა. დამუხტული ნაწილაკის მოძრაობა მაგნიტურ ველში. პო-ლის ეფექტი.

ბიო-სავარ-ლაპლასის კანონი და მისი გამოყენება სწორი დენისა და წრიული დენის მაგნიტური ველის გამოსათვლელად. მოძრავი მუხტის მაგნიტური ველი. დენიანი გამტარების მაგნიტური ურთი-ერთქმედება. დენიან კონტურზე მოქმედი ძალა ერთგვაროვან მაგნიტურ ველში. დენიანი კონტურის მაგნიტური მომენტი. მაგნი-ტური ნაკადი და ნაკადშეკიდულობა. დენიანი გამტარისა და კონ-

ტურის გადაადგილებას მუშაობა მაგნიტურ ველში. მაგნიტური ველის დაძაბულობის ცირკულაცია, სრული დენის კანონი. მაგნიტური ველის გრიჯალური ხასიათი. ტოროიდისა და სოლენოიდის მაგნიტური ველი. მაგნიტომამოძრავებელი ძალა და მაგნიტური წინაღობა. პოპკინსონის ფორმულა. ინდუქციის ე მ ძ ფორმულის გამოყვანა ენერჯიის მუდმივობის კანონის საფუძველზე. თვით ინდუქცია და ურთიერთინდუქცია. მაგნიტური ველის ენერჯია და ენერჯიის სიმკვრივე.

ატომის მაგნიტური მომენტი. ატომი მაგნიტურ ველში. ნივთიერებათა თვისებები. და-პარა და ფერომაგნიტიზმი. ფერომაგნიტიკის დამაგნიტებლს დამოკიდებულება მაგნიტური ველის დაძაბულობაზე. დამაგნიტების დამოკიდებულება ტემპერატურაზე, კიურის წერტილი. მაგნიტურ პისტერეზისის მოვლენა. ფერიტები და მათი გამოყენება.

რხვეითი კონტური. კონდენსატორის რხვეითი ვანნუსტვა. ტომსონის ფორმულა. მილევადი ელექტრული რხევები. იძულებითი რხევები. ელექტრული რეზონანსი. წანაცვლების დენი. ეიხენვალდის ცდა. სრული დენის კანონი (ყველა სახის დენებისათვის).

ელექტრომაგნიტური ველი. მაქსველის განტოლებები ინტეგრალური სახით.

ტალღური პროცესები. ტალღების წარმოშობა. დრეკადი ტალღების გავრცელების სიჩქარე. ტალღის განტოლება. დრეკადი ტალღის ენერჯია. ელექტრომაგნიტური ტალღები. უმოვ-პოინტინგის ექსტორი.

ჰიუგენსის პრინციპი, ტალღური ზედაპირი და ტალღის ფრონტი.

კოჰერენტული ტალღები. ტალღების ინტერფერენცია, მდგარი ტალღები. დოპლერის ეფექტი.

ტალღური ოპტიკა. სინათლის ელექტრომაგნიტური თეორია. სინათლის ინტერფერენცია. სინათლის კოჰერენტული ტალღების მიღება და მათზე დაკვირვების მეთოდები. სუპერპოზიციის პრინციპი. ინტერფერენციული სურათის გაანგარიშება. სინათლის ინტერფერენცია თხელ ფირფიტებზე. ინტერფერენციის მოვლენის ზოგიერთი გამოყენება (მაიკელსონის ინტერფერომეტრი, ლინიკის მიკრო ინტერფერომეტრი, გამოყენება სამხედრო საქმეში). სინათლის დიფრაქცია. ჰიუგენს-ფრენელის პრინციპი. დიფრაქცია ცალკეულ ხვრელზე და ეკრანზე. ფრენელის ზონების მეთოდი. ბრტყელი ტალღების დიფრაქცია—ფრაუნჰოფერის დიფრაქცია. სადიფრაქციო მესერი და მისი გამოყენება. რენტგენის სხივების დიფრაქცია. ვულფ-ბრეგების ფორმულა. კრისტალთა სტრუქტურის გამოკვლევა.

სინათლის პოლარიზაცია. სინათლის პოლარიზაცია არეკვლისა და გარდატეხის დროს, ბრიუსტერის კანონი. ორმაგი სხივტეხა. ნიკოლის პრიზმა. პოლიაროიდები და მათი გამოყენება. მალიუსის კანონი. ხელოვნური ანიზოტროპია. კერის ეფექტი. პოლარიზაციის სიბრტყის ბრუნვა.

სინათლის დისპერსია. ცნება სინათლის დისპერსიის ელექტონული თეორიის შესახებ. დიფრაქციული და დისპერსიული სპექტრები.

კვანთურ-ობტიკური მოვლენები. სიბრტყის გამოსხივება და მისი განსხვავება სხვა სახის გამოსხივებისაგან. კირხჰოფის კანონი. სტეფან-ბოლცმანის კანონი. ვინის კანონი. ენერჯის განაწილება აბსოლუტურად შავი სხეულის გამოსხივების სპექტრში. ობტიკური პირობებია. შინაგანი ფოტოეფექტი.

ფოტონის ენერჯია, მასა და იმპულსი. ფოტოელემენტები და მათი გამოყენება. სინათლის ინდუცირებული გამოსხივება. ლაზერი.

სინათლის წნევა. ლებედევის ცდა. სინათლის წნევის გამოსათვლელი ფორმულა. კომპტონის მოვლენა.

ატომური ფიზიკა. კანონზომიერებანი ატომთა გამოსხივების სპექტრში. ბალმერის ფორმულა. ატომის ბირთვული მოდელი.

ბორის პოსტულატები. წყალბადის ატომი და მისი სპექტრი ბორის თეორიის მიხედვით. სპექტრული ანალიზი.

რენტგენის სხივები. უწყვეტი რენტგენული სპექტრი და მისი საზღვარი. მახასიათებელი სპექტრები.

ნაწილაკთა ტალღური თვისებები, მატერიის დუალიზმი. დებროილის ფორმულა. განუსაზღვრელობის პრინციპი. ელექტონების დიფრაქცია. კლასიკური ფიზიკის გამოყენების საზღვრები. ტალღური ფუნქცია. შრედინგერის განტოლება. თავისუფალი ნაწილაკი. პოტენციური ორმო. გვირაბული ეფექტი. ჰარმონიული ოსცილატორი. წყალბადის ატომი კვანთური მექანიკის თეალსაზრისით. გრავალელექტრონიანი ატომი. ზეემანის ეფექტი. შტერნოსა და გერლახის ცდები. პაულის პრინციპი და ელემენტთა პერიოდული სისტემა.

ატომბირთვისა და ელემენტარული ნაწილაკების ფიზიკა. ბუნებრივი რადიოაქტივობა. რადიოაქტიური დაშლის კანონი. გადანაცვლების კანონი.

ატომბირთვის შედგენილობა. მასსპექტროგრაფი და ბირთვის მასის განსაზღვრა. იზოტოპები. ბირთვული ძალები. ნუკლონთა ურთიერთქმედება. ნეიტრონო. მასის დეფექტი ბმის ენერჯია და ატომბირთვების მდგრადობა.

ბირთვული რეაქციები. ხელოვნური რადიაქტივობა. რადიაქტიური იზოტოპების გამოყენება სახალხო მეურნეობაში. გაყოფის რეაქცია. ნეიტრონების გავლა ნივთიერებაში. ჯაჭვური რეაქცია. ჯაჭვური რეაქციის მართვა. ძირითადი ცნობები ბირთვულ ენერგეტიკაზე. სინთეზის რეაქცია. მზისა და ვარსკვლავების ენერგია. მართვადი თერმობირთვული რეაქციები.

ელემენტარული ნაწილაკები. კოსმოსური სხივები, მათი შედგენილობა და კვლევის მეთოდები. ნაწილაკების ამპიქარებლები: ციკლოტრონი, სინქროფაზოტრონი. მეზონები. ანტინაწილაკები.

§ 12. სასწავლო პროცესისა და სწავლის მოდელირება

სტუდენტები ხშირად სასწავლო საქმეში კარგ შედეგს ვერ აღწევენ. რადგან, როგორც დაკვირვება გვიჩვენებს, მათმა უმრავლესობამ იციან არ იცის როგორ ისწავლოს. არ იცის წიგნზე მუშაობის მეთოდები, არ შეუძლია განსაზღვროს რას ნიშნავს საკითხის ცოდნა. არა აქვს მეხსიერების განვითარების უნარ-ჩვევები. არ არის გარკვეული საკითხის დასწავლის, ცოდნის განმტკიცების, გაღრმავების, დავიწყებისა და განმეორების კანონზომიერებაში. აქედან გამომდინარე, იმისათვის რომ სტუდენტთა მუშაობა ცოდნის დაუფლებაზე ფსიქოლოგიური, პედაგოგიური და მეთოდური კანონზომიერებისა და მოთხოვნის შესაბამისად წარიმართოს, საჭიროა მათ ცოდნის დაუფლებაზე მუშაობაში კონტროლს უწევდეს და წარმართავდეს ლექტორი.

როცა ლაპარაკი გვაქვს სწავლების მეთოდებზე ხშირად გვესმის — სწავლების იმდენი მეთოდი არსებობს, რამდენიც მასწავლებელი ლექტორიაო. ეს ნათქვამი რომ არაა სწორი თვით მეთოდის განმარტებიდან გახდება ნათელი. მეთოდი არის მეცნიერული კვლევის შედეგებზე დაყრდნობილი და პრაქტიკით განმტკიცებული ის გზა და ხერხი, რომლის გამოყენებაც მოცემულ საქმიანობაში მიგვიყვანს საკითხის ოპტიმალურ გადაწყვეტამდე. აქედან ჩანს, რომ თითოეული ჩვენგანის მიერ სასწავლო-აღმზრდელობით მუშაობაში გამოყენებული გზა, ხერხი მაშინ იქცევა მეთოდად, როცა მისი მეშვეობით მივაღწევთ სასწავლო-აღმზრდელობით მუშაობაში საუკეთესო შედეგს. ოპტიმალურ ვარიანტს. სწორედ ასეთი მეთოდების, ოპტიმალური შედეგის მომცემი მეთოდების, დადგენაა საჭირო. მაშასადამე, მეთოდი იმდენი არაა, რამდენიც ლექტორია (მასწავლებელია).

სასწავლო პროცესი შედგება ერთმანეთისაგან განუყოფელი ორი ნაწილისაგან. ესენია სწავლა და სწავლება სტუდენტი (მოსწავლე) სწავლობს. ხოლო ლექტორი (მასწავლებელი) ასწავლის. უმაღლეს სასწავლებლებში მთელ რიგ შემთხვევებში სასწავლო პროცესის ეს ორი ნაწილი მიტოვებულია ლექტორის უშუალო ხელმძღვანელობისა და კონტროლის გარეშე, რადგან ლექტორის მონაწილეობა სასწავლო პროცესში ლექციების კითხვით, სათანადო ლიტერატურის დასახელებითა და საგამოცდო საკითხების გაცნობით იფარგლება. ამის გამო სტუდენტთა დაპოუჯადებელი მუშაობა არაა ორგანიზებული, სისტემატური, თანმიმდევრული, არ მიმდინარეობს პედაგოგიურ-ფსიქოლოგიური მეცნიერების მოთხოვნათა შესაბამისად. ეს, რაღა თქმა უნდა. განაპირობებს სწავლების დაბალ ხარისხს, ცოდნის ზერელობას მოცემული საგნისადმი. ცოდნის შექენისადმი ნაკლებ ინტერესს. ხელს უშლის სტუდენტის რწმენის გამომუშავებას თავისი უნარისა და შესაძლებლობისადმი, ასუსტებს სტუდენტის ნებისყოფას, ხელს უშლის ნებისყოფის გამომუშავებასა და განმტკიცებას.

იმისათვის რომ სასწავლო-აღმზრდელობითა მუშაობა სათანადო დონეზე, მოთხოვნათა შესაბამისად წარიმართოს. აუცილებელია სტუდენტის მუშაობა ცოდნის დაუფლებაზე, სტუდენტის დამოუკიდებელი მუშაობა, მიმდინარეობდეს საგნის ლექტორის უშუალო ხელმძღვანელობითა და კონტროლით მთელი სემესტრის განმავლობაში.

მასასადამე, იმისათვის რომ სასწავლო-აღმზრდელობით მუშაობაში მაღალ მაჩვენებლებს მივაღწიოთ. ლექტორი მართო ლექციას კი არ უნდა კითხულობდეს. კიდევაც უნდა ასწავლიდეს.

სტუდენტებთან სასწავლო-აღმზრდელობითი მუშაობის სრულყოფაში, ცოდნის დაუფლებაზე სტუდენტთა დამოუკიდებელი მუშაობის მართვაში, სტუდენტთა შემეცნებითი მოღვაწეობის აქტიუზაციისა და გონებრივ შესაძლებლობათა განვითარებაში ღიდ როლს ითამაშებს სასწავლო პროცესის მოდელირება.

სასწავლო პროცესის მოდელირება ორი ნაწილისაგან შედგება: I. ლექტორის მუშაობის მოდელირება და II. სტუდენტთა დამოუკიდებელი მუშაობის მოდელირება.

I. ლექტორის მუშაობის მოდელირებაში შედის:

1. დადგენილ იქნეს ლექციის შინაარსი და სიღრმე ფაკულტეტის პროფილის შესაბამისად.

2. იმ ცოდნათა და დაშვებათა გარკვევით, მკვეთრად, გამოყოფა, რომლებზეც დაფუძნებულია მოცემული ლექციის თემის შესწავლა და გაშუქება.

3. მოცემულ თემაში ძირითადი, საკვანძო საკითხების მკვეთრად გამოყოფა და ხაზგასმა.

4. დადგინდეს იქნეს წინათ შეძენილი რომელი ცოდნა უნდა გაღრმავდეს, შეივსოს და განმტკიცდეს, რა უნარი და ჩვევები უნდა გამოუთქმავდეს, განუვითარდეს და განუმტკიცდეს სტუდენტებს მოცემული თემის შესწავლის დროს.

5. დადგინდეს მოცემულ თემიდან ცოდნის ის აუცილებელი მინიმუმი, რომელიც სავალდებულოა მოცემული უმაღლესი სასწავლებლის სტუდენტთათვის განურჩევლად პროფილისა.

6. მოცემული საკითხის ახსნა-გადაცემის ოპტიმალური ვარიანტის მონახვა.

7. იმ სადემონსტრაციო ცდებისა და თვალსაჩინოების დადგენა, რომელთა გამოყენებითაც უნდა წარიმართოს ლექცია.

8. დადგინდეს მოცემული თემის შესწავლისას სტუდენტთა ცოდნისადმი წაყენებულ მოთხოვნათა მოცულობა.

9. დადგინდეს მოცემული თემის შესწავლაზე სტუდენტთა მუშაობის ფორმები და მეთოდები.

10. დადგინდეს ლექტორის მიერ სტუდენტთა მუშაობისადმი ხელშეწყობისა და კონტროლის ფორმები და მეთოდები.

11. დადგინდეს იქნეს იმ ცოდნის შინაარსი და სიღრმე, რომელიც მოეთხოვება სტუდენტს მოცემულ თემაზე ცოდნის შემოწმებისა და შეფასების დროს (იგი წინასწარ ცნობილი უნდა იყოს სტუდენტებისათვისაც).

12. დადგინდეს (პრაქტიკუმის მასწავლებელთან ერთად) რომელი ამოცანებიც ამოხსნაზე უნდა ივარჯიშოს სტუდენტმა მოცემულ თემაზე ცოდნის შევსების, გაღრმავებისა და განმტკიცების მიზნით.

II. სტუდენტთა დამოუკიდებელი მუშაობის მოდელირება გულისხმობს:

1. ვაიმეორონ წინათ შესწავლილი თეორიული მასალა, რომელიც საჭიროა ლექციის თემის სათანადოდ გაგება-ათვისებისათვის (წინასწარ მრთობებული უნდა იყოს ლექტორის მიერ).

2. დაადგინონ და წერილობითი სახით გამოკვეთონ მოცემულ თემაში მთავარი, საკვანძო საკითხები.

3. განსაზღვრონ მოცემულ საკითხზე იმ ცოდნის სიღრმე და შინაარსი, რომელიც მოეთხოვებათ გამოცდაზე მოცემულ თემასთან და-

კავშირებით ცოდნის შემოწმება-შეჯამების დროს (რვეულში უნდა გააკეთონ სათანადო ჩანაწერი).

4. დაადგინონ მოცემული თემის შესწავლის დროს რა ცოდნა შეიძინეს, წინათ შექმნილი რომელი ცოდნა გაიღრმავეს და განიმტკიცეს, რა უნარი და ჩვევები გამოუმუშავდათ, განუვითარდათ და განუმტკიცდათ.

5. წერილობითი სახით წარმოადგინონ წინათ შექმნილი რომელი ცოდნა გამოადგათ მოცემულ თემის შესწავლისას.

6. თემის უკეთ ათვისების, მოცემულ თემაზე ცოდნის გაღრმავებისა და განმტკიცების მიზნით ივარჯიშონ სათანადო ამოცანების ამოხსნაზე (ამოცანები შერჩეული და მოთითებული უნდა იყოს პრაქტიკუმის მასწავლებლის მიერ ლექტორის უშუალო მონაწილეობით).

7. დაადგინონ და წერილობით წარმოადგინონ ლაბორატორიული საინჟინოების დროს მოცემულ თემაზე დაკავშირებით შეიძინეს თუ არა რაიმე ცოდნა, რა უნარი და ჩვევები განუვითარდათ და განუმტკიცდათ.

8. წერილობითი სახით ჩამოთვალონ თეორიული ცოდნის პრაქტიკული გამოყენების უნარ-ჩვევები და სად აქვს გამოყენება მოცემულ საკითხს. მოვლენას.

9. შეიმუშაონ და წერილობითი სახით წარმოადგინონ ლექტორთან (პრაქტიკუმის მასწავლებელთან) მოცემული თემის ახსნა-განმარტების მოკლე თანმიმდევრული სქემა.

10. ლექციის შინაარსის მიხედვით დაწერონ კითხვა-პასუხები და წარმოადგინონ ლექციაზე, კონსულტაციაზე, პრაქტიკულ ნეცადინეობაზე. დაისწავლონ ეს კითხვებიც და პასუხებიც.

საგნის ლექტორმა ამ სახის მუშაობის მიმდინარეობას სისტემატური ხელმძღვანელობა და კონტროლი უნდა გაუწიოს, ლექციებზე ლექციის დაწყების ან დამთავრებისას. რუსთვისაც უნდა გამოყოს ნ წუთამდე. სათანადო კონტროლი უნდა აწარმოოს პრაქტიკულ მეცადინეობაზე პრაქტიკუმის მასწავლებელმა. ლექტორს ყოველ კვირაში დანაშნული უნდა ჰქონდეს კონსულტაცია და ზემოთ მოყვანილ მუშაობაზე კონტროლი უნდა აწარმოოს კონსულტაციების საათებშიც, სათანადო დახმარება გაუწიოს სტუდენტებს დამოუკიდებელი მუშაობის სათანადო დონეზე წარმართვისათვის, გამოუმუშაოს შრომის (ცოდნის დაუფლებაზე), მუშაობის ჩვევებზე, ჩაუნერგოს შესწავლის ინტერესი, რწმენა თავის გონებრივ შესაძლებლობათა შესახებ.

განვიხილოთ მაგალითი. რეალური გაზის შინაგანი ენერგია, ჯოულ-ტომსონის ეფექტი. 1. ამ საკითხის სწავლებისას ყურადღება

უნდა გამახვილდეს იმაზე, რომ რეალურ გაზებში იდეალურისაგან განსხვავებით მოლეკულათა ურთიერთმოქმედების ძალები საკმაოდ ძლიერია და მათი უგულვებელყოფა არ შეიძლება. ამის გამო რეალური გაზის შინაგანი ენერგია გაპირობებულია როგორც მოლეკულების გადატანითი მოძრაობის. ისე ურთიერთმოქმედების პოტენციური ენერგიით.

$$U = E_k + E_p.$$

განხილული უნდა იქნეს ჯოულ-ტომსონის ეფექტის ფიზიკური არსი და ნაჩვენები იქნეს ვან-დერ-ვაალსის a და b მუდმივების როლის მიხედვით ჯოულ-ტომსონის დადებითი, უარყოფითი და ნულოვანი ეფექტის არსი მოცემული წნევისა და ტემპერატურის დროს.

ყურადღება უნდა მიექცეს იმას, რომ პოტენციური ენერგია ორი შესაყრებისაგან შედგება

$$E_p^I = -\frac{C_1}{r^{a_1}} \text{ და } E_p^{II} = -\frac{C_2}{r^{a_2}},$$

სადა E_p^I განზიდვის პოტენციური ენერგიაა, ხოლო E_p^{II} მიზიდვის ძალებით გამოწვეული პოტენციური ენერგია. განხილული უნდა იქნეს რეალური გაზის შინაგანი ენერგიის მუდმივობის კანონი, გაზის სიციარიელეში ადიაბატურად გაფართოების დროს, რადგან $dE_p = -dE_k$ ცხადია გვექნება ფორმულა

$$dE_p = -C_e dT$$

უნდა ავაგოთ r მანძილზე მოლეკულათა ურთიერთმოქმედების ენერგიების დამოკიდებულების გრაფიკები E_p^I და E_p^{II} -თვის ცალ-ცალკე და ამ გრაფიკების მიხედვით დავადგინოთ რა მოუვა რეალური გაზის ტემპერატურას სიციარიელეში ადიაბატურად გაფართოების დროს:

1. როცა ვან-დერ-ვაალსის a მუდმივას როლი უფრო ძლიერია, ვიდრე b მუდმივასი; 2) როცა b მუდმივას როლი უფრო ძლიერია, ვიდრე a მუდმივასი; 3) როცა a და b მუდმივას როლი ერთი და იგივეა.

2. ამ საკითხში ძირითადს წარმოადგენს ის ფაქტი, რომ რეალურ გაზში ურთიერთმოქმედების ძალები საკმაოდ ძლიერია, და მათი უგულვებელყოფა არ შეიძლება, რომ რეალურ გაზში მოლეკულების ურთიერთმოქმედების პოტენციური ენერგია ნულისაგან განსხვავებულია. რეალური გაზის სიციარიელეში ადიაბატურად გაფართოების დროს ტემპერატურა იცვლება თუ ვან-დერ-ვაალსის a და

ბ მუდმივების როლი ერთნაირი არ არის. იმისდა მიხედვით თუ როგორია ამ მუდმივების როლი, გაზი ან გათბება ან გაცივდება გაფართოების დროს.

3. ამ საკითხის შესწავლათ უნდა გაღრმავდეს, შეივსოს და განმტკიცდეს იდეალური გაზის შესწავლის დროს გაზების თეორიაში შექმნილი ცოდნა, ნათელი უნდა გახდეს რომ იდეალური გაზის კანონები და მათი თვისებების შესახებ მიღებული დასკვნები რეალური გაზის კანონზომიერებათა კერძო შემთხვევებია, რომელთაც ადვილი მაშინ აქვთ თუ ჩავთვლით, რომ მოლეკულები ერთმანეთზე არ ურთიერთმოქმედებენ და საკუთარი ზომები არ გააჩნიათ. ე. ი. იდეალური გაზის მოდელი და მისი კანონები I უხეში მიახლოებაა გაზების თვისებების რეალურ სურათთან. ხოლო რეალური გაზის კანონები კი II უფრო ზუსტი მიახლოებაა.

4. ამ საკითხში ცოდნის აუცილებელი მინიმუმი. რომელიც საკვალდებულოდ უნდა ჩაითვალოს უმაღლესი ტექნიკური სასწავლებლების სტუდენტთათვის მოცემული გეაქვს ზემოთ, პირველ პუნქტში.

5. მოცემული თემის უკეთ გაგებისა და შესწავლის მიზნით საჭიროა სტუდენტებს გასამეორებლად მიეცეს შემდეგი საკითხები: 1. ცნება იდეალური გაზის შესახებ, 2. იდეალური გაზის შინაგანი ენერჯია, 3. თერმოდინამიკის — I კანონი. 4. ადიაბატური პროცესი, პუასონის განტოლება.

6. მოცემული თემის ახსნისას r მანძილზე მოლეკულათა ურთიერთქმედების ენერჯიის დამოკიდებულების და საერთოდ თემის საფუძვლიანად გაგება-წარმოდგენის მიზნით გამოყენებული უნდა იქნეს გრაფიკი $E_p = f(r)$ ფუნქციისა, დახაზული ცალ-ცალკე განზიდვის და მოზიდვის ენერჯიებისათვის.

7. მოცემული თემის შესწავლისას სტუდენტებმა უნდა შეიძინონ ცოდნა რეალური გაზის შინაგანი ენერჯიის შესახებ, უნდა შეეძლოთ ურთიერთქმედების პოტენციური ენერჯიის წარმოდგენა ორი შესაკრების—განზიდვისა და მოზიდვის შესაბამისი ენერჯიის სახით. უნდა გამოუმუშავდეთ უნარი $E_p = f(r)$ ფუნქციის გრაფიკების მიხედვით, იმის შესაბამისად ვან-დერ-ვალსის a მუდმივას როლია ძლიერი თუ b -სი. გაარკვიონ ჯოულ-ტომსონის ეფექტის სახე. უნდა შეიძინონ ცოდნა ინვერსიის მრუდის აგებისა და მისი გამოყენების შესახებ.

8. მოცემული თემის შესწავლაზე მუშაობის დროს სტუდენტებმა თემის ირგვლივ უნდა შეადგინონ კითხვა-პასუხები საკითხის ძირი-

თადი შინაარსის შესაბამისად. წერილობით ჩამოყალიბონ საკითხის გაშუქების სქემა (თეზისები), ივარჯიშონ საკითხის შინაარსის, თემაში ძირითადის გამოკვეთა-დასლომებაზე და ასეთი სახის შავი ნამუშევრები წარმოადგინონ კონტროლისათვის ლექციაზე ან პრაქტიკულ შეცდინებობაზე. სტუდენტების ასეთი მუშაობა საკითხის შინაარსის გაგება-დასწავლაზე საშუალებას მისცემს ლექტორს კონტროლი გაუწიოს სტუდენტთა სისტემატურ და თანმიმდევრობით მუშაობას.

9. მე-7 პუნქტში ჩამოყალიბებული მოთხოვნები მოცემული თემის შესწავლისადმი ცნობილი უნდა იყოს სტუდენტებისთვისაც.

10. მოცემული თემის ახსნა-გაშუქების ოპტიმალური ვარიანტი, როგორც საკუთარმა გამოცდილებამ გვიჩვენა, შემდეგია: 1) ხაზი გაესვას იმ გარემოებას, რომ იდეალურ გაზში მოლეკულების ურთიერთმოქმედების ძალები იმდენად სუსტია, რომ უგულებელყოფილია, რის გამოც იდეალურ გაზში პოტენციური ენერგია $E_p = 0$ და შინაგანი ენერგია $U = E_h$. 2) რეალურ გაზში ურთიერთმოქმედების ძალები საკმაოდ ძლიერია, მათი უგულებელყოფა არ შეიძლება და ამიტომ $E_p \neq 0$ მაშასადამე, რეალური გაზის შინაგანი ენერგია

$$U = E_h + E_p.$$

როცა რეალური გაზი სიცარიელეში აღიბატურად გაფართოვდება, მისი შინაგანი ენერგია არ შეიცვლება $dU = 0$. ამიტომ გვექნება $dE_p = -dE_h$, მაგრამ, როგორც ვიცით, $dE_h = C_v dT$. მაშასადამე, გვაქვს $dE_p = -C_v dT$.

3) უნდა აღინიშნოს, რომ ურთიერთმოქმედების პოტენციური ენერგია გაპირობებულია, როგორც მიწოდვის, ისე განზიდვის ძალებით ამიტომ

$$E_p = E_p^I + E_p^{II}.$$

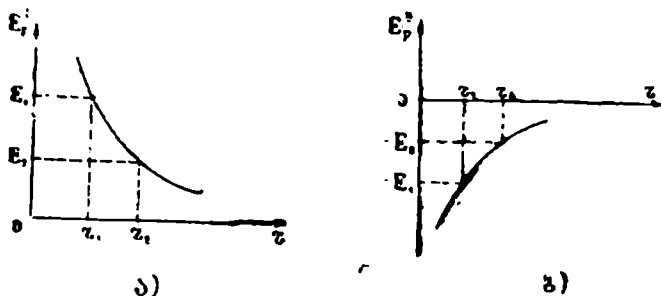
აქ E_p^I წარმოადგენს განზიდვის შესაბამის პოტენციურ ენერგიას, ხოლო E_p^{II} კი მიზიდვის შესაბამის პოტენციურ ენერგიას.

$$E_p^I = \frac{C_1}{r^{\alpha_1}} \quad \text{და} \quad E_p^{II} = -\frac{C_2}{r^{\alpha_2}}.$$

აქ α_1 და α_2 ერთმანეთის ტოლი არ არის და თანაც მეტი არიან 2-ზე, 4) თუ იდეალური გაზი სიცარიელეში აღიბატურად გაფართოვდება, მისი შინაგანი ენერგია უცვლელი უნდა დარჩეს $dU = 0$, მაშინ $dE_h = 0$. ე. ი. იდეალური გაზის აღიბატურად სიცარიელეში გაფართოებისას მისი ტემპერატურა არ იცვლება. 5) ჯოულმა და ტომსონმა ცდებით

აჩვენეს, რომ გაზის გაფართოებისას სიცარიელეში ადიაბატურად გაზის ტემპერატურა იცვლება $dT \neq 0$, გაზი ან ცივდება, ან თბება. ეს კი იმის შედეგია, რომ იდეალური გაზი სინამდვილეში არ არსებობს.

პუასონის განტოლებიდან $TV^{\gamma-1} = \text{const}$ ნათლად ჩანს, რომ გაზის გაფართოებისას ტემპერატურა აუცილებლად უნდა შემცირდეს. რეალური გაზის ტემპერატურის შემცირებას სიცარიელეში ადიაბატურად გაფართოების დროს ჯოულ-ტომსონის დადებითი ეფექტი ეწოდება. აღმოჩნდა, რომ ზოგიერთი გაზი, ზოგიერთ პირობებში, სიცარიელეში ადიაბატურად გაფართოების დროს თბება ე. ი. ადგილი აქვს ჯოულ-ტომსონის უარყოფით ეფექტს. ზოგ შემთხვევაში ეფექტი ნულოვანია — გაზი არც თბება და არც ცივდება.



ნახ. 3.

6. უნდა ავაგოთ გრაფიკები $E_p^I = f(r)$ და $E_p^{II} = f(r)$.

ამ გრაფიკებიდან ჩანს, რომ r მანძილის გადიდებისას E_p^I მცირდება, ხოლო E_p^{II} იზრდება.

7. ამ გრაფიკების გამოყენებით ადვილად ვაჩვენებთ, როდის ექნება ადგილი ჯოულ-ტომსონის დადებით ეფექტს და როდის უარყოფით ეფექტს. ვთქვათ, მოცემულ პირობებში გაზისათვის b მუდმივას როლი ძლიერია, ხოლო a მუდმივა შეიძლება უგულვებელყოთ, ე. ი. განზიდვის ძალები ძლიერია, ხოლო მიზიდვის ძალები შეიძლება უგულვებელყოთ (ეს მოხდება მაშინ, როცა გაზი ძლიერ შეკუმშულია), მაშინ ურთიერთქმედების პოტენციური ენერგია გა-

პირობებულია განზიდვით და $F_p = E_p^I$ საქმე გვაქვს: ა) გრაფიკ-თან. როგორც ამ გრაფიკიდან ჩანს, $E_2 < E_1$ და მაშასადამე,

$$dE_p = dE_p^I < 0.$$

ფორმულიდან $dE_p = -C_v dT$.

ნათლად ჩანს, რომ ამ შემთხვევაში $dT > 0$. ე. ი. თუ მოცემულ პირობებში a -ს როლი შეიძლება უგულვებელვყოთ ხოლო b -ს როლი ძლიერია, ადგილი ექნება ჯოულ-ტომსონის უარყოფით ეფექტს.

ვთქვათ მოცემულ პირობებში ვან-დერ-ვაალსის a მუდმივას როლი ძლიერია, ხოლო b მუდმივას როლი შეიძლება უგულვებელვყოთ ე. ი. განზიდვის ძალები სუსტია, ხოლო მიზიდვის ძალები კი ძლიერი, მაშინ $dE_p = dE_p^{II}$ და გვაქვს

$$dE_p^{II} = -C_u dT$$

ამ შემთხვევაში უნდა ვისარგებლოთ ბ) ნახაზით. როგორც ნახაზიდან ჩანს $E_2 > E_1$, ამიტომ $dE_p^{II} > 0$

$$\text{და გვექნება } dT < 0.$$

ე. ი. როცა a მუდმივას როლი ჭარბობს b მუდმივას როლს, გაზი სიცარიელეში ადიაბატურად გაფართოების დროს ცივდება და ადგილი აქვს ჯოულ-ტომსონის დადებით ეფექტს.

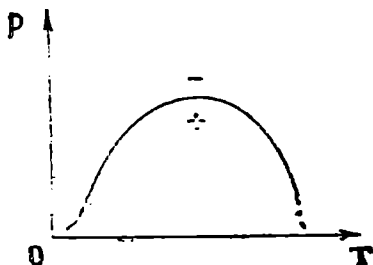
თუ მოცემული მდგომარეობის დროს ვან-დერ-ვაალსის a და b მუდმივას როლი ერთნაირია, მაშინ განზიდვის ძალები მიზიდვის ძალებითაა გაწონასწორებული $E_p = 0$ და $U = E_k$, გაზი იდეალური გაზის თვისებებს ამჟღავნებს და $du = 0$ ნიშნავს. რომ $dE_k = 0$, ე. ი. გაფართოებისას ტემპერატურა არ შეიცვლება, ადგილი ექნება ჯოულ-ტომსონის ნულოვან ეფექტს.

8. უნდა ავავოთ ინვერსიის მრუდი და მივცეთ წარმოდგენა ინვერსიის წერტილების შესახებ. გამოვუშუშავოთ ამ გრაფიკის მიხედვით ჯოულ-ტომსონის ეფექტის სახის დადგენის უნარი და ჩვევები. კერძოდ, თუ მოცემული გაზის წნევისა და ტემპერატურის შესაბამისი აბსცისის და ორდინატის გადაკვეთის წერტილი მრუდს ქვევით იმყოფება, მაშინ მოცემული გაზისათვის ადგილი ექნება ჯოულ-ტომსონის დადებით ეფექტს. თუ მრუდზე იმყოფება—ნულოვან ეფექტს, 'ხოლო' თუ მრუდს ზევით იმყოფება — უარყოფით ეფექტს.

11. საკითხის დედაარსში კარგად გარკვევისა. ცოდნის გაღრმავება-განმტკიცებისა და პრაქტიკული ჩვევების გამომუშავების მიზ-

ნით საჭიროა სტუდენტები შემდეგი ხასიათის ამოცანებზე ვავარჯიშოთ:

1. გაზის 0,5 კმოლი 1 მ³ მოცულობას იკაეებს. როცა გაზი 1,2 მ³ მოცულობამდე გაფართოვდა მოლეკულების ყრთიერთმოქმედების დაძლევაზე 568 ჯოული მუშაობა შესრულდა. განსაზღვრეთ ამ გაზის ვან-დერ-ვაალსის a მუდმივა.



ნახ. 4.

2. 20 კგ აზოტი ადიაბატურად ფართოვდება სიცარიელეში 1მ³ დან 2 მ³-მდე. ვან-დერ-ვაალსის a მუდმივას მნიშვნელობა ცხრილებიდან აიღეთ და განსაზღვრეთ აზოტის ტემპერატურის ცვლილება dT .

როგორია ეფექტი დადებითი თუ უარყოფითი?

3. სამატომიანი გაზი, რომლის მასაა 0,5 კმოლი, სიცარიელეში ადიაბატურად ფართოვდება 0,5მ³ დან 3 მ³-მდე. მისი ტემპერატურა ამ დროს 12,2°-ით მცირდება. განსაზღვრეთ ამ გაზისათვის ვან-დერ-ვაალსის a მუდმივა.

**§ 13. სტუდენტთა დამოუკიდებელი მუშაობის დაგეგმვა,
ორგანიზაცია და მართვა**

1. უმაღლეს სასწავლებლებში მუშაობის საკუთარმა გამოცდილებამ და სტუდენტთა ცოდნის დონეზე დაკვირვებამ, სასესიო გამოცდებზე მიღებულმა შედეგებმა გვიჩვენა, რომ სტუდენტთა საგრძნობლად დიდი ნაწილი საკითხების, მოვლენების არსის ზერელე ცოდნას ამჟღავნებს. მათი ცოდნა მტკიცე, სისტემატური და თანმიმდევრული არ არის. ნაკლებად შესწვეთ შექმნილი ცოდნის პრაქტიკული გამოყენების უნარი. ფიზიკაში შექმნილი ცოდნის დაკავშირება და გამოყენება სპეციალური საგნების შესწავლის საქმეში, არა აქვთ შრომის მტკიცე უნარ-ჩვევები. აქლიათ შრომაში ნებისყოფის სიმტკიცე.

აქ ჩამოთვლილი ხარვეზების მიზეზების გამოვლენისა და შესწავლის მიზნით ჩავატარეთ ანკეტური გამოკითხვა საკავშირო კავშირგაბმულობის დაუსწრებლო ელექტროტექნიკური ინსტიტუტის თბილისის ფილიალის ქალაქის კონტინგენტის საინჟინრო-ეკონომიკური ფაკულტეტის სტუდენტებთან.

ანკეტური გამოკითხვით დადგინდა, რომ კვირაში ფიზიკაში მოსმენილი ლექციის სრულყოფილი დამუშავებისა და შესწავლისათვის სტუდენტებს 1,5-2 საათი სჭირდებათ. სულ სწავლობენ სემესტრში საშუალოდ 4-5 საგანს. თითოეულ საგანზე საშუალოდ კვირაში სამეცადინოდ ეხარჯებათ 2 საათი. თავისუფალი დრო, რომელიც შეიძლება საგნების დამოუკიდებლად შესწავლას მოახმარონ, საშუალოდ თითოეულ სტუდენტს აქვს 18-20 საათი. მიუხედავად ამისა, როგორც საანკეტო მონაცემების ანალიზით დასტურდება, მათი სწავლის მდგომარეობა არ არის სახარბიელო. ეს იმიტომ, რომ ამ 18-20 საათს სტუდენტები მთლიანად სამეცადინოდ არ იყენებენ. უფრო მეტიც, როგორც გამოიკვეა, სტუდენტთა უმრავლესობა სემესტრის განმავლობაში არ მეცადინეობს, გამოცდებრისათვის მთელი სემესტრის მანძილზე არ ემზადება. გამოცდებს აბარებენ მხოლოდ საგამოცდო სესიის პერიოდში მეცადინეობით შექმნილი ცოდნით.

როგორც გამოკვლევამ ცხადყო, მიზეზი ასეთი ზერელე ცოდნისა და არასისტემატური მეცადინეობისა ის არის, რომ მთელი სემესტრის განმავლობაში სტუდენტის დამოუკიდებელი მუშაობა, მისი სასწავლო საქმე უყურადღებოდაა მიტოვებული და შემოიფარგლება მარტო ლექციებზე და პრაქტიკულ-ლაბორატორიულ მეცადინეობებზე სიარულით. გამოკითხვამ ცხადყო, რომ სტუდენტებს ჰირდებთ ლექტორის დახმარება სასწავლო საქმიანობაში, დამოუკიდებელი მუშაობის ორგანიზაციისა და დაგეგმვის საქმეში. საჭიროა მათი დამოუკიდებელი მუშაობა გეგმაზომიერად, ლექტორის უშუალო ხელმძღვანელობითა და კონტროლით მიმდინარეობდეს. ანგარიში უნდა გაეწიოს იმ გარემოებას, რომ გამოცდაზე ცოდნის შემოწმებისას ძირითადი საკითხი მარტო ის კი არ არის, თუ რა ცოდნა გვიჩვენა სტუდენტმა, არამედ ისიც, თუ რა ხერხებით, რა მეთოდებით, როგორი შრომით დაეუფლა ამ ცოდნას. როგორია ცოდნის დაუფლების ტექნოლოგია. მუდამ უნდა გვახსოვდეს, რომ ადამიანში უძვირფასესია შრომის უნარ-ჩვევების ფორმირება, შრომაში მტკიცე ნებისყოფის, სისტემატურობისა და თანმიმდევრობის ჩვევების დანერგვა. სტუდენტებთან მუშაობისას ამაზე ყოველდღიურად უნდა ვზრუნავდეთ, ვცდილობდეთ მათში ამ ჩვევებზე განვითარებასა და მტკიცედ დანერგვას.

2. ცოდნის დონის ამალების. სწავლებაში სისტემატურობისა და თანმიმდევრობის პრინციპის გატარებისათვის. შრომის ჩვევების ჩამოყალიბებისა და განმტკიცებისათვის საჭიროა სტუდენტებს შინაგან მოთხოვნილებად ვუქციოთ, გავუღვივოთ საგნის საფუძვლიანად შესწავლის ინტერესი, ინტერესი თავისთავად არ ჩამოყალიბდება. საჭიროა მათში აღვიძრათ, განვამტკიცოთ და განვავეითაროთ საკითხებზე, მოვლენებზე ფიქრის, კრიტიკულ-ლოგიკური აზროვნებისა და განსჯის უნარი. ყოველივე ამის მიღწევისათვის, უპირველეს ყოვლისა, საჭიროა სტუდენტები მივაჩვიოთ საგნის დოზირებულად შესწავლას. ერთსა და იმავე საკითხზე, მოვლენაზე, რაც შეიძლება მეტ დაფიქრებას, მოვლენების გააზრებულ კრიტიკულ წარმოდგენასა და აღქმას, იმ კანონზომიერებათა დედაარსში ჩაწვდომას, რომლებსაც ადგილი აქვს მოცემულ საკითხში. მოცემულ მოვლენაში. იმისათვის, რომ ამ მოზანს მივალწიოთ, აუცილებელია მათ წინასწარ მივცეთ მონახაზი იმ ცოდნისა, იმ ჩვევებისა და კანონზომიერებებისა, რომლებიც უნდა შეიქნონ და გააზრებულად შეისწავლონ მოცემული საკითხის დამუშავება-შესწავლის დროს. ამასთანავე, ყურადღება უნდა იქნეს გამახვილებული იმაზეც, თუ წინათ ნასწავლი

საკითხებიდან რა ჩვევებია, რა ცოდნაა საჭირო მოცემული საკითხის კარგად შესწავლისათვის და უნდა მოვთხოვოთ მათი გამეორება. სტუდენტებს ჩვევად უნდა გადაუქციოთ მოსმენილი ლექციის შესწავლა და მომდევნო ლექციისათვის გავლილ საკითხების განმეორება. ლექციაზე დროდადრო უნდა ხდებოდეს გავლილ საკითხებში სტუდენტთა ცოდნის შემოწმება. ამისათვის განსაკუთრებით აქტიურად უნდა იქნეს გამოყენებული პრაქტიკული მეცადინეობის საათები. მუდამ უნდა გვახსოვდეს, რომ ფიზიკაში მთავარი ამოცანების ამოხსნის ცოდნა კი არ არის (რა თქმა უნდა, ამასაც უნდა მიექცეს ყურადღება), არამედ მოვლენათა გააზრებული ცოდნა, მათი ურთიერთკავშირის და განპირობებულობის შეცნობა, წარმოდგენა და შეძენილი ცოდნის გამოყენება მონათესავე და სპეციალური საგნების შესწავლაში. სტუდენტებთან მუშაობა ფიზიკის სწავლებაში სწორედ ამ დევიზით უნდა მიმდინარეობდეს, ამოცანების ამოხსნაზე ვარჯიში სწორედ ამ ძირითად საქმეს უნდა ემსახურებოდეს. საჭიროა სტუდენტებში დავენერგოთ წიგნზე მუშაობის მეთოდები და ჩვევები. ამ მიზნით საჭიროა ლექტორმა მათთან სათანადო საუბრები მოაწყოს და კონტროლი გაუწიოს რამდენად ასრულებენ მიცემულ რჩევასა და მითითებას, შეამოწმოს მათი წიგნზე მუშაობის მდგომარეობა, რისთვისაც მოთხოვოს დოკუმენტური ჩანაწერი იმის შესახებ, თუ რომელი საკითხი რომელი წიგნიდან დაამუშავა, როგორი დასკვნებია გაკეთებული, რა არის. მასში ისეთი. რაც სხვა ავტორს არა აქვს იმავე საკითხის განხილვის დროს. ერთსა და იმავე საკითხზე როგორია სხვადასხვა ავტორის მდგომა, გაშუქების ხერხი, გადმოცემის სტილი და ენა, რომელს რა ნაკლი და რა მიღწევა გააჩნია ერთი და იმავე საკითხის გაშუქების დროს, როგორ უნდა იყოს სრულყოფილი ახსნა-გაშუქება მოცემული საკითხისა და ა. შ.

3. სტუდენტებთან ჩატარებულმა ანკეტურმა გამოკითხვამ ცხადყო, რომ სწავლების მაღალ დონეზე დაყენებისათვის, დამოუკიდებელი მუშაობის უნარ-ჩვევების ფორმირებისა და გაუძვობესებისათვის საჭიროა სტუდენტთა დამოუკიდებელი მუშაობის დაგეგმვა და დამოუკიდებელი მუშაობის ორგანიზაციის საკითხების დამუშავება. როგორც გამოკვლევამ გვიჩვენა, სწავლის სათანადო დონეზე დაყენების საქმეში სტუდენტებს ისიც უშლის ხელს, რომ არ შეუძლიათ სასწავლო საქმეში სწორად დაგეგმონ თავიანთი დამოუკიდებელი მუშაობა, არ შესწევთ უნარი განსაზღვრონ რა დონით, როდის, რა ვადებში რა ისწავლონ, როდის როგორი ჩვევები გამოიმუშაონ, როგორ თანმიმდევრობით იმუშაონ ცოდნის ათვისებასა და გაღრ-

მავებაზე, როდის რა გაიმეორონ. როდის რა სახის ანგარიში ჩააბარონ საგნის ლექტორს. ყოველივე ამის გამო სტუდენტთა მუშაობა ცოდნის დაუფლებასე სტიქიური, არასისტემატური და არათანმიმდევრულია. სუსტია მათი ნებისყოფის სიმტკიცე შრომაში, რის გამოც სტუდენტთა დიდი ნაწილის ცოდნა ზერელე და არამტკიცეა, ქმედითი არ არის.

4. ჩვენ შევეცადეთ დაგვეგვემა სტუდენტთა დამოუკიდებელი მუშაობა და შეგვემუშავებინა ამ გეგმის შესრულების ორგანიზაციის საკითხები.

სტუდენტის დამოუკიდებელი მუშაობის დაგეგმვაში ჩვენ ვვულისხმობთ შემდეგს: 1) გაირკვეს ყოველი საპროგრამო საკითხის შესწავლისას რა ძირითადი დასკვნები უნდა გავეთდეს და რა ფაქტობრივი მასალა უნდა დაიმახსოვრონ, 2) რა უნარი და ჩვევები უნდა გამოუმუშავდეთ მოცემული საკითხის შესწავლის დროს. 3) მოცემული საკითხის საფუძვლიანი შესწავლისათვის რომელი გავლილი მასალის გამეორება არის საჭირო, 4) რომელი პარაგრაფები და რომელი ლიტერატურიდან უნდა დაამუშაონ მოცემული საკითხის შესწავლის დროს, 5) რომელ თემებზე უნდა დაამუშაონ რეფერატები, რა სიღრმით, რა მოცულობით და როდის უნდა წარადგინონ, 6) საპროგრამო საკითხების დამუშავება-შესწავლა როგორ უნდა იქნეს განაწილებული სემესტრის განმავლობაში, 7) როდის უნდა ჩატარდეს საკონტროლო-წერიტი სამუშაო ან საკონტროლო შემოწმებითი გამოცდა და რა მეთოდით.

5. ვიძლევით ფიზიკის I ნაწილში სტუდენტთა დამოუკიდებელი მუშაობის დაგეგმვას და მისი შესრულების ორგანიზაციას უმაღლესი ტექნიკური სასწავლებლების სტუდენტთათვის.

სტუდენტთა დამოუკიდებელი

№ რივი	დასამუშაებელი საპროგრამო საკითხი	რა მეთოდით უნდა დაამუშაოს	ლიტერატურა და პარაგრაფები
1	2	3	4
	<p>მატერიალური წერტილი, ათვის სისტემა, ტრანსპორტი. გადანაცვლება და გადანაცვლების ვექტორი</p>	<p>კიოხვა-პასუხის მეთოდით. თეზისების შედგენა. შესწავლილ უნდა იქნეს 1 სასწავლო კვირაში.</p>	<p>გ. ე ე ფ ხ ე ა ძ ე, ზოგადი ფიზიკის კურსი, ტ. 1, § 3, 4. დ. ლ ო ნ დ ა ძ ე, „ზოგადი ფიზიკის კურსი“, ტ. 1. § 2. ბ. შ. ი ა ე ო რ ს კ ი, ა. ა. დ ე ტ ლ ა ფ ი და სხვა. ფიზიკის კურსი, 1 ნაწ. (რუსულ ენაზე), § 1. გ. ა. ზ ი ს მ ა ნ ი და ო. შ. ტ ო დ ე ს ი, ზოგადი ფიზიკის კურსი, ტ. 1 (რუსულ ენაზე). ლექციების კონსპექტი.</p>

გუშაობის ღაგეგმვა

რა ჩეეებო უნდა გამოუ- მუშაედეთ და რაზე უნდა გამახეილდეს ყურადღება	რომელი გავ- ლილი მასალა უნდა გაიმეო- რონ	რაჭრეფერა- ტები დო რო- დის უნდა წარმოადგი- ნონ	საკონტროლო წერითო სიმუ- შაო ან გამოცდა	დ/გინ. სტულ- შიერ საკ. საშუშაოს შესრ.
5	6	7	8	9
<p>1. რა შემთხვევაში შეი- ძლება მოცემული სხეულის ჩათვლა მატ. წერტილად და როდის არა.</p> <p>2. ათვლის სისტემის ფი- ზიკური არსი და ტრაექტო- რიის ფორმის დამოკიდებუ- ლება ათვლის სისტემის არ- ჩევაზე.</p> <p>3. განსხვავება გადანა- ცვლებასა და გადანაცვლე- ბის ვექტორს შორის. რო- დის უდრიან ისინი ერთმა- ნეთს.</p> <p>4. რთული გადანაცვლე- ბის წარმოდგენა მარტივე- ბის მიხედვით და პირიქით. მარტივი გადანაცვლებას მიხედვით რთულის მიღება.</p>				

1	2	3	4
2	<p>სიჩქარე, აჩქარება ტანკენ- ციალური და ნორმალური აჩქარება. კუთხური სიჩქა- რე და აჩქარება. მათი ვე- ქტორული ხასიათი.</p>	<p>კითხვა-პასუხის მეთო- დით. თეზისების შედგენა. შესწავლილ უნდა იქნეს პირველ სასწავლო კვირაში.</p>	<p>დ. ლონლაძე, „ზოგა- ლი ფიზიკის კურსი“, ტ. I. § 4, 5, 6.</p> <p>გ. ვეფსეაძე, ზოგა- ლი ფიზიკის კურსი, ტ. I. § 4, 5, 7, 9, 10, 12, 13.</p> <p>ბ. მ. იავეორსკი, ა. ა. დეტლაფი და სხვა. ფიზიკის კურსი, I ნაწ. (რუ- სულ ენაზე). § 1. 2, 1. 3, 1. 4.</p> <p>გ. ა. ზისმანი და ო. ტოდესი. ზოგადი ფი- ზიკის კურსი. ტ. I. (რუ- სულ ენაზე). § 2. ლექციების კონსპექტი.</p>

5	6	7	8	9
<p>1. ნამდვილი ანუ მყისი სიჩქარის განსაზღვრის არსი.</p> <p>2. სიჩქარის გამოსახვა რადიუს-ვექტორით და გეგმილების საშუალებით.</p> <p>3. აჩქარების განსაზღვრა სიჩქარისა და რადიუს-ვექტორის მიხედვით. აჩქარების ვექტორი გეგმილებით და აჩქარების სიდიდე გეგმილებით.</p> <p>4. სიჩქარისა და აჩქარების პოვნა, თუ ცნობილია მოძრაობის კინემატიკური განტოლება.</p> <p>5. ცოდნა იმის შესახებ რომ მოძრაობის ზოგადი სახეა არათანაბარი მრუდწირული მოძრაობა და მოძრაობის სხვა სახეები მისი კერძო სახეებია.</p>	<p>განმეორებულ უნდა იქნეს წინამასალა</p>			

1	2	3	4
3	<p>მატერიალური წერტილის დინამიკა (მოძრაობის რაოდენობა, ნიუტონის II კანონი. მოძრაობის რაოდენობის მუდმივობის კანონი, წერტილთა სისტემის დინამიკა, სისტემის მოძრაობის რაოდენობის მუდმივობის კანონი).</p>	<p>კითხვა-პასუხის მეთოდით. თეზისების შედგენა. ძირითადი დასკვნების გამოყოფა. შესწავლილ უნდა იქნეს მეორე სასწავლო კვირაში.</p>	<p>დ. ლონდაძე, „ზოგადი ფიზიკის კურსი“, ტ. I. § 7, 8, 11.</p> <p>გ. ვეფხვაძე, ზოგადი ფიზიკის კურსი, ტ. I. § 14, 15, 17, 19, 20.</p> <p>ბ. ნ. იაგორსკი, ა. ა. დეტლაფი და სხვა. ფიზიკის კურსი, ნაწ. I (რუსულ ენაზე). § 2. 1, 2. 2, 2. 3, 2. 4.</p> <p>გ. ა. ზისმანი და თ. მ. ტოდესი, ზოგადი ფიზიკის კურსი, ტ. I (რუსულ ენაზე). § 3, 4.</p> <p>ლექციების კონსპექტი.</p>

5	6	7	8	9
<p>1. მოძრაობის დინამიკური ანუ დიფერენციალური განტოლების დაწერა, როცა სხეულზე მრავალი ძალა მოქმედებს.</p> <p>2. იზოლირებული სხეულის ან სისტემის ცნების მიახლოებითი ხასიათი.</p> <p>3. იმისი ღრმად გაგება, რომ ქმედებისა და უკვე-ქმედების ძალები თუ სისტემის შიგნით განვიხილეთ ერთმანეთს აწონასწორებენ და თუ არა მაშინ მათს გაწონასწორებაზე ლაპარაკიც შეუძლებელია.</p> <p>4. სისტემის შიგნით მომხდარი რაიმე მექანიკური ცვლილება, სისტემის მოძრაობაზე გავლენას არ ახდენს.</p> <p>5. მოძრაობის რაოდენობის ვექტორული ხასიათი და მათი შეკრების წესი სწავლასხვა შემთხვევაში.</p> <p>6. მოძრაობის რაოდენობის მუდმივობის კანონის არსი ერთი სხეულისა და სხეულთა სისტემისათვის.</p> <p>7. ივარჯიშოს ამ საკითხების შესაბამისი ამოცანების ამოხსნაზე.</p>	<p>განმეორებული უნდა იქნეს მრუდწირული მოძრაობა, აჩქარება, აჩქარების მხები და ნორმალური მდგენელები.</p>			

1	2	3	4
4	<p>მუშაობა და ენერგია. კავშირი მუშაობასა და ენერგიას შორის. ენერგიის მუდმივობის კანონი მექანიკაში.</p>	<p>კითხვა-პასუხის მეთოდით. თეზისების შედგენა და ძირითადი საკვანძო ადგილების გამოყოფა (წერილობით).</p> <p>შესწავლილი უნდა იქნეს მესამე სასწავლო კვირაში.</p>	<p>დ. ლონდაძე, „ზოგადი ფიზიკის კურსი“, ტ. 1. § 17, 19, 20, 21, 22.</p> <p>ბ. ვეფხვაძე, „ზოგადი ფიზიკის კურსი ტ. 1“ § 27, 28, 29, 30, 31.</p> <p>ბ. მ. იაგორსკი, ა. დეტლაფი და სხვა. „ფიზიკის კურსი. ნაწ. 1 (რუსულ ენაზე). § 3, 1, 3, 2, 3, 3,</p> <p>გ. ა. ზისმანი და ო. მ. ტოდესი, „ზოგადი ფიზიკის კურსი, ტ. 1 (რუსულ ენაზე) § 5, 6, 7. ლექციების კონსპექტი.</p>

1. იმისი ღრმა, გააზრებული წარმოდგენა. როგორც ძირითადი ცნებაა ენერგია, ხოლო მუშაობა კი მასთან დაკავშირებული, რომ ენერგია სხეულის ან სხეულთა სისტემის მდგომარეობის ფუნქციაა. ხოლო მუშაობა კი მდგომარეობის ცვლილების ანუ ენერგიის ცვლილების ფუნქცია.

2. მუშაობის დაკავშირება კინეტიკურ ენერგიასთან, როცა პოტენციური ენერგია მუდმივია და პოტენციურ ენერგიასთან, როცა კინეტიკური ენერგია მუდმივია.

3. ენერგიის გამოთვლის უნარი სხვადასხვა შემთხვევებში.

4. ენერგიის მუდმივობის კანონის ფიზიკური არსი.

5. ენერგიის მუდმივობის კანონის გაგება სხვადასხვა შემთხვევებში.

6 მუშაობა გრავიტაციულ ველში.

უნდა გაიშეოს როს ნიუტონის II კანონი. სიჩქარე, აჩქარება, გაიხსენოს დეფორმაციები, პუკის კანონი.

ივარჯიშოს ამ საკითხების შესაბამისი ამოცანების ამოსწავლა

მყარი სხეულის ბრუნ-
ვითი მოძრაობის დინამიკა
(ძალის მომენტი, ინერციის
მომენტი, მოძრაობის რა-
დენობის მომენტი და მისი
მუდმივობის კანონი, ბრუნ-
ვითი მოძრაობის ძირითადი
განტოლება, მბრუნავი მყა-
რი სხეულის კინეტიკური
ენერჯია).

კითხვა-პასუხის მეთო-
დით. თეზისების შედგენა.
საკითხების დასაბუთების
სქემების შედგენა. ძირი-
თადი დასკვნების გამოკე-
თა წერილობით. შესწავ-
ლილი უნდა იქნეს მე-4 სა-
სწავლო კვირაში.

დ. ლონდაძე, „ზოგა-
დი ფიზიკის კურსი“, ტ. I.
§ 29, 30, 31, 32.

ბ. ვეფხვაძე, ზოგა-
დი ფიზიკის კურსი. ტ. I.
§ 42, 43, 44, 45, 46, 47.

ბ. მ. იავეორსკი, ა.
ა. დეტლაფი და სხვა.
ფიზიკის კურსი, ნაწ. I
(რუსულ ენაზე). § 4. 1, 4.
2, 4. 3.

გ. ა. ზისმანი, და ო. მ.
ტოდესი. ზოგადი ფი-
ზიკის კურსი, ტ. I (რუსულ
ენაზე). § 10, 11.

ლექციების კონსპექტი.

5	6	7	8	7
<p>1. ძალის მომენტის ექტორული ხასიათი და მისი წარმოდგენა გეგმილების მიხედვით.</p> <p>2. ბრუნვის ღერძის მქონე სხეულის წონასწორობის პირობები რაიმე ღერძის მიმართ და საერთოდ.</p> <p>3. ინერციის მომენტის არსი და მისი განსაზღვრასხვადასხვა შემთხვევაში.</p> <p>4. იმისი ღრმა წარმოდგენა, რომ მყარი სხეულის ბრუნვის დროს ყველა წერტილს ერთნაირი კუთხური სიჩქარე გააჩნია, ხოლო წრფივი სიჩქარე კი დამოკიდებულია ბრუნვის ღერძიდან მანძილზე.</p> <p>5. მოძრაობის რაოდენობის მომენტის ფიზიკური არსი და მისი გეგმილები ღერძებზე, მისი ვექტორული ხასიათი, მუდმივობის კანონის ფიზიკური არსი.</p> <p>6. მყარი სხეულის ენერგია ბრუნვის დროს და ზოგად შემთხვევაში, როცა ბრუნვის ღერძი გადაადგილდება.</p>	<p>გაიმეოროს წრფივ და კუთხურ სიჩქარეს შორის კავშირი, ნიუტონის II კანონი. მოძრაობის რაოდენობა, ენერგია და მუშაობა. ევარჯიშოს ამ საკითხების შესაბამისი ამოცანების ამოხსნაზე.</p>			

6	<p>პარმონიული რხევები.</p>	<p>კოხევა-პასუხის მეთოდით. თეზისების შედგენა. დასკვნების გაკეთება წერილობით. საკითხების გაშუქების სქემის შედგენა. შესწავლილ უნდა იქნეს მე-5 სასწავლო კვირაში.</p>	<p>დ. ლონდაძე, „ზოგადი ფიზიკის კურსი“, ტ. 1. § 42, 43, 44.</p> <p>გ. ეფთხვაძე, ზოგადი ფიზიკის კურსი, ტ. 1. § 64, 65, 66, 67.</p> <p>ბ. მ. იავორსკი, ა. ა. დეტლაფი და სხვა. ფიზიკის კურსი, ნაწ. 1 (რუსულ ენაზე) § 8, 1, 8, 2.</p> <p>გ. ა. ზისმანი და ო. მ. ტოდესი „ზოგადი ფიზიკის კურსი“, ტ. 1. § 50, 51, 52.</p> <p>ლექციების კონსპექტი.</p>
---	----------------------------	---	---

1. რხვეითი მოძრაობის ფიზიკური არსი და მისი შედარება აქამდე შესწავლილ მოძრაობათა სახეებთან.

2. იმისი ღრმა შეგნება. თუ რა პირობა უნდა შესრულდეს, რომ რხევა პარამონიული იყოს.

3. პარამონიული რხევის დიფერენციალური განტოლების შედგენა როცა რამდენიმე ძალა მოქმედებს.

4. პარამონიული რხევის დიფ. განტოლების ამოხსნა და კინემატიკური განტოლების მიღება.

5. რხევის სიჩქარის აჩქარების და ენერჯიის განსაზღვრა.

6. ღრმად წარმოდგენა იმისა, რომ სიჩქარე და აჩქარება სხვადასხვა კანონებით (ერთი სინუსის და მეორე კოსინუსის) მიხედვით იცვლებიან და სხვადასხვა დროს აღწევენ მაქსიმალურსა და მინიმალურ მნიშვნელობებს. ანალოგიურად კინეტიკური და პოტ. ენერჯია.

განმეორებულ უნდა იქნეს სიჩქარე, აჩქარება, ნიუტონის II კანონი. კინეტიკური პოტენციური და სრული ენერჯია. დეფორმირებული სხეულის ენერჯია. ივარჯიშოს შესაბამისი ამოცანების ამოსსნაზე.

1	2	3	4
7	<p>რხევათა შეკრება (ერთ-ნაირი მიმართულების ერთ-ნაირი პერიოდების რხევათა შეკრება, სხვადასხვა პერიოდების რხევათა შეკრება. ურთიერთმართობულ რხევათა შეკრების სხვადასხვა შემთხვევები).</p>	<p>კითხვა-პასუხის მეთო-ლით. თეზისების შედგენა. ძირითადი დასკვნების გაკეთება. წერიითი სახით საკითხის დამახსოვრების თვითკონტროლი. შესწავლილ უნდა იქნეს მე-6 სასწავლო კვირაში.</p>	<p>დ. ლონდაძე, „ზოგადი ფიზიკის კურსი“, ტ. I. § 46, 47.</p> <p>გ. ვეფხვაძე, ზოგადი ფიზიკის კურსი ტ. I. § 69, 70, 71, 72.</p> <p>ბ. შ. იავორსკი, ა. ა. დეტლაფი და სხვა. ფიზიკის კურსი ნაწ. I (რუსულ ენაზე). § 8. 3, 8. 4.</p> <p>გ. ა. ზისმანი და რ. ტოლესი „ზოგადი ფიზიკის კურსი“ ტ. I. § 53. ლექციების კონსპექტი.</p>

5	6	7	8	9
<p>1. ექპტორული დიაგრამის გამოყენება რხევათა შეკრების დროს.</p> <p>2. როგორ არის დამოკიდებული რხევათა შეკრებით მიღებული შედეგითი რხევის ამპლიტუდა ფაზათა სხვაობაზე.</p> <p>3. ძვერის მოვლენის ახსნა და მისი გამოყენება და მნიშვნელობა რადიოტექნიკაში.</p> <p>4. სხვადასხვა შემთხვევებში რხევებში მონაწილე წერტილის ტრაექტორიის განსაზღვრა.</p> <p>5. რა პირობები უნდა სრულდებოდეს, რომ რხევებმა ერთმანეთი მთლიანად ჩააქრონ.</p>	<p>განმეორებულ უნდა იქნეს პარმონიული რხევები.</p> <p>ივარჯიშოს რხევებზე ამოცანების ამოხსნაზე.</p>	<p>მე-6, მე-7 სასწავლო კვირაში უნდა წარმოადგინონ ფართო რეფერატი თემაზე. „მყარი სხეულის ბრუნვითი მოძრაობის დინამიკა“, სადაც განხილული იქნება: 1. ძალის მომენტი, 2. მოძ. რაოდ. მომენტო. პ. ინერციის მომენტო, 4. მოძ. რაოდ. მომ. მუდმ. კინონი, 5. ბრ. მოძრ. ძირითადი განტოლებები, 6. მბრუნავი მყარი სხეულის კინ. ენერჯია.</p>		

1	2	3	4
8	<p>მიღვეალი რხეუები, იძულებითი რხეუები. რე-ზონანსი.</p>	<p>კითხუა-პასუხის მეშო-ლით. თეზისების შედგენა. ძირითადი დასკვნების გა-კეთება წერილობით. ას-სნის სქემის შედგენა. საკი-თების შინაარსის დამახ-სოვრების თეიტონტრო-ლი. შესწავლილ უნდა იქ-ნეს მე-7 სასწავლო კვი-რაში.</p>	<p>დ. ლონდაძე, „ზოგა-დი ფიზიკის კურსი“, ტ. I. § 48, 49.</p> <p>გ. ვეფხეაძე, ზო-გადი ფიზიკის, კურსი ტ. I. § 73, 74.</p> <p>ბ. შ. იაეო რსკი, ა. ა. დეტლაფი და სხუა.</p> <p>„ფიზიკის კურსი“, ნაწ. I (რუსულ ენაზე). § 8. 5; 8. 6.</p> <p>გ. ა. ზისმანი ო. შ. ტოდესი, „ზოგადი ფი-ზიკის კურსი“, ტ. I. (რუ-სულ ენაზე). § 54. ლექ-ციების კონსპექტი.</p>

5	6	7	8	9
<p>1. თავისუფალი რბევის მიღების მიზნის ზოგადი დახასიათება.</p>	<p>განმეორებულ უნდა იქნეს რბეები მთლიანად და ივარჯიშოს შესაბამისი ამოცანების ამოხსნაზე</p>		<p>საკონტროლო შემოწმებითი წერა ან გამოცდა უნდა ჩატარდეს მე-8 კვირაში მთელ გაულელ მასალაში რბეების ჩათვლით. სხვადასხვა სტუდენტს სხვადასხვა სამუშაო უნდა მიეცეს (ორი თეორიული საკითხი საწერად და ერთი ს.შ. სიმწელის ამოცანა ამოსასწავლად).</p>	<p>№ 1 საკ. სამუშაო წარმოდგენილი უნდა იქნეს მე-8 კვირაში.</p>
<p>2. წინაღობის ძალა და მისი დამოკიდებულება რბევის სიჩქარეზე.</p>				
<p>3. ნიუტონის მეორე კანონის სახის განსაზღვრა მიღვევადი რბევის დროს.</p>				
<p>4. მიღვევის კოეფიციენტი და მიღვევის ლოგ. დეკრემენტი. მათ შორის კავშირი.</p>				
<p>5. პრაქტიკულად თავისუფალი რბევა რატომ წყდება ხანმოკლე დროში.</p>				
<p>6. რა არის საჭირო, რომ მიღვევადი რბევა გადავაქციოთ მიუღვევად პარმონიულ რბევად?</p>				
<p>7. ნუტ. მეორე კანონი იძულებითი რბევისათვის.</p>				
<p>8. მიღვევადი და იძ. რბეების დიფ. განტოლება.</p>				
<p>9. მათი კინემატ. განტოლება.</p>				
<p>10. იძ. რბევის კინემატ. განტოლებას რატომ ვწერთ ისეთივე სახით, როგორც პარმონიულისას?</p>				
<p>11. რეზონანსის არსი და ახსნა.</p>				

1	2	3	4
9	<p>იდეალური გაზი. მენ- დელევე-კლაპეირონის გან- ტოლება. გაზთა კინეტი- კური თეორიის ძირითადი განტოლება.</p>	<p>კოთხეა-პასუხის მეთო- დით. თეზისების შედგენა. ძირითადი დასკვნების გა- კეთება წერილობით. ფორ- მულის გამოყვანის სქემის შედგენა. საკითხის შინაარ- სის დამახსოვრების თვით- კონტროლი წერითი ვარჯი- შით. შესწავლილი უნდა იქნეს მე-8 სასწავლო კვი- რაში.</p>	<p>დ. ლ ო ნ ლ ა ძ ე, „ზოგა- დი ფიზიკის კურსი“, ტ. I. § 70, 71, 72, 73. გ. ვ ე ფ ხ ვ ა ძ ე, „ზო- გადი ფიზიკის კურსი“ ტ. I. § 87, 89, 92, 95. ბ. ა. ი ა ვ ო რ ს კ ი, ა. ა. დ ე ტ ლ ა ფ ი და ს ხ ვ ა. „ფიზიკის კურსი“. ნაწ. I. (რუსულ ენაზე). § 9. 1; 9. 2; 11. 1. გ. ა. ზ ი ს მ ა ნ ი, ო. ზ. ტ ო დ ე ს ი, „ზოგადი ფიზ. კურსი“, ტ. I (რუსულ ენა- ზე). § 13, 14, 17, 18. ლექციების კონსპექტი.</p>

5	6	7	8	9
<p>1. ცნება იდეალური გაზის შესახებ.</p> <p>2. უნივერსალური მუდმივა და მისი რიცხვითი მნიშვნელობის გამოთვლა.</p> <p>3. მოლეკულათა მოძრაობის ქაოსურობის მნიშვნელობა სხვადასხვა საკითხების ახანის საქმეში.</p> <p>4. იმ ძირითადი დაშვების გააზრებული წარმოდგ., რომლებსაც ემყარება მოლეკ.-კინეტიკური თეორიის ძირითადი განტოლება.</p> <p>5. მოლეკ.-კინეტიკური თეორიის ძირითადი დებულებების ფიზიკური არსის და მნიშვნელობის საფუძვლიანი გარკვევა-წარმოდგენა.</p>	<p>ივარჯიშოს შესაბამისი ამოცანების ამოხსნაზე.</p>			

1	2	3	4
10	<p>მოლეკულების გადატანილი მოძრაობის საშუალო კინეტიკური ენერგია. თავისუფლების ხარისხები. ენერგიის განაწილება თავისუფლების ხარისხების მიხედვით.</p>	<p>კითხვა-პასუხის მეთოდი. თეზისების შედგენა. ძირითადი დასკვნების გაკეთება წერილობით. დამახსოვრების თვითკონტროლზე ვარჯიში წერილობით. შესწავლილი უნდა იქნეს მე-8 სასწავლო კვირაში.</p>	<p>დ. ლონდაძე, „ზოგადი ფიზიკის კურსი“, ტ. I. § 73, 77.</p> <p>გ. ვეფხვაძე, „ზოგადი ფიზიკის კურსი“. ტ. I. § 93, 101.</p> <p>ბ. მ. იაგორსკი. ა. ა. დეტლაფი და სხვ. „ფიზიკის კურსი“, ნაწ. I, (რუსულ ენაზე) § 10. 1; 11. 5.</p> <p>გ. ა. ზისმანი, ო. მ. ტოდესი „ზოგადი ფიზ. კურსი“. ტ. I. რუსულ ენაზე № 18.</p> <p>ლექციების კონსპექტი.</p>

5	6	7	8	9
<p>1. ერთი მოლექელის საშ. კინეტიკური ენერგიის გამოსაოქმედი ფორმულა.</p> <p>2. კინეტ. ენერგიის ფორმულა ერთი გრამმოლექელისა და ნებისმიერი მასის გაზისათვის.</p> <p>3. იმაი მტყიცე გავება. რომ იდეალურ გაზში ურთიერთმოქმედების პოტენციური ენერგია ნულის ტოლია.</p> <p>4. შეგნებულად გარკვევა იმაში, რომ რადგან მოძრაობა ქაოსურია არც ერთ თავისუფლების ხარისხს არა აქვს უპირატესობა არც მოძრაობის და არც ენერგეტიკული თვალსაზრისით.</p>	<p>გამეორებელი უნდა იქნეს: იდეალური გაზის ცნება, მდგომარეობის განტოლება, გაზთა კინეტიკური თეორიის ძირითადი განტოლება. ივარჯიშოს შესაბამისი ამოცანების ამოხსნაზე.</p>			

1	2	3	4
11	<p>მაქსველის განაწილება სიჩქარეთა მიხედვით. შტერნის ცდა. საშუალო, საშუალო კვადრატული და უაღრესი სიჩქარე. მოლეკულების დაჯახებათა რიცხვი წამში და თავისუფალი გარბენის საშუალო მანძილი.</p>	<p>კითხვა-პასუხის მეთოდი. თეზისების შედგენა, ძირითადი დასკვნების გაკეთება წერილობით. დამახსოვრების თვითკონტროლი წერილობით. შესწავლილ უნდა იქნეს მე-9 სასწავლო კვირაში.</p>	<p>დ. ლონდაძე, „ზოგადი ფიზიკის კურსი“, ტ. I., § 74 76.</p> <p>გ. ვეფხვაძე, „ზოგადი ფიზიკის კურსი“, ტ. I. § 99, 100, 103.</p> <p>გ. მ. იაკობსკი. ა. ა. დეტლაფი და სხვა. „ფიზიკის კურსი“, ნაწ. I, (რუსულ ენაზე). § 11. 2; 11. 4.</p> <p>გ. ა. ზისმანი და ო. მ. ტოდესი, „ზოგადი ფიზიკის კურსი“, ტ. I, (რუსულ ენაზე) § 20, 25.</p> <p>ლექციების კონსპექტი.</p>

5	6	7	8	9
<p>1. მაქსველის განაწილების ფიზიკური არსის გარკვევა.</p> <p>2. მოლეკულათა სიჩქარეების ფორმულის გამოყენება, ერთი გრამ-მოლეკულის, ერთი მოლეკულისა და ნებისმიერი მასის გაზის შემთხვევაში.</p> <p>3. შტერნის ცდის საფუძვლიანი ახსნა-განმარტება.</p> <p>4. თავისუფალი გარბენისა და დაჭახებათა რიცხვის დამოკიდებულება მოლეკულათა რიცხვზე, ტემპერატურაზე და წნევაზე.</p> <p>5. ეფექტური დიამეტრის არსი.</p>	<p>გამეორებულუნდა იქნეს გადატანილი მოძ. საშ. კინეტ. ენერგია. თავისუფლების ხარისხები და ენერგიის განაწილება თავისუფლების ხარისხების მიხედვით შესაბამისი ამოცანების ამოხსნა.</p>			

1	2	3	4
12	<p>იდეალური გაზის შინაგანი ენერგია. თერმოდინამიკის I კანონი. თერმოდინამიკის I კანონის გამოყენება იზოთერმული, იზოქორული და იზობარული პროცესებისათვის.</p>	<p>კითხვა-პასუხის მეთოდი. თუხისების შედგენადირითადი საკითხების გამოკვეთა წერილობით. საკითხის შესწავლაზე წერილით ვარჯიში თვითკონტროლის მიზნით. შესწავლილი უნდა იქნეს მე-10 სასწავლო კვირაში.</p>	<p>დ. ლონდაძე, „ზოგადი ფიზიკის კურსი“, ტ. I. § 77, 80, 81.</p> <p>გ. ვეფხვაძე, „ზოგადი ფიზიკის კურსი“, ტ. I. § 101. 107. 109, 110, 114.</p> <p>ბ. მ. იავეორსკი, ა. ა. დეტლაფი და სხვა. „ფიზიკის კურსი“. ტ. I, (რუსულ ენაზე). § 10. 1; 10. 3; 10. 5.</p> <p>გ. ა. ზიხმანი და ო. მ. ტოდესი „ზოგადი ფიზიკის კურსი“ ტ. I, რუსულ ენაზე. §. 18. 31, 34.</p> <p>ლექციების კონსპექტი.</p>

5	6	7	8	9
<p>1. იდეალური გაზის შინაგანი ენერგია არ შეიცავს პოტენციურ ენერგიას.</p> <p>2. შინაგანი ენერგიაა აბს. ტემპერატურის პროპორციულია და დამოკიდებულია გაზის მოლეკულების თავისუფლების ხარისხთა რიცხვზე.</p> <p>3. თერმოდინამიკის I კანონის სტატისტიკური და თერმოდინამიკური არსი (იმისი ღრმა შეგნება, რომ იგი ენერჯიის შედმივობის კანონია).</p> <p>4. ამ კანონის სწორი გამოყენების ჩვევები სხვადასხვა პროცესების დროს.</p>	<p>გამეორებულ უნდა იქნეს: იდეალური გაზის ცნება, მენდელეევი-კლაპეირონის განტოლება, თავისუფლების ხარისხები. მოლეკულების გადატ. მოძრაობის კინეტიკური ენერგია, გაზთა კონტაქტური თეორიის ძირითადი განტოლება. იზოთერმული, იზობარული და იზოქორული პროცესები. შესაბამისი ამოცანების ამოხსნა.</p>			

1	2	3	4
13	<p>ადიბატური პროცესი. პუასონის განტოლება. იდეალური გაზის სითბო-ტევადობანი მუდმივი წნევისა და მუდმივი მოცულობის დროს. თერმოდინამიკის I კანონის გამოყენება ადიბატური პროცესისათვის. გაზების უნივერსალური მუდმივას ფიზიკური არსი.</p>	<p>კითხვა-პასუხის მეთოდი. თვისებების შედგენა. ძირითადი დასკვნების გამოყოფა წერილობით. საკითხების ახსნა დასაბუთების სქემის შედგენა. საკითხის დამახსოვრების კონტროლის მიზნით წერიითი ვარჯიში. საკითხების შინაარსის დაწერაზე. შესწავლილ უნდა იქნეს მე-11 სასწავლო კვირაში.</p>	<p>დ. ლონდაძე, „ზოგადი ფიზიკის კურსი“, ტ. I. § 82, 83, 84. გ. ვეფხვაძე, „ზოგადი ფიზიკის კურსი“, ტ. I. § 111. 102. 114. ბ. მ. იაეორსკი, ა. დეტლაფი და სხვა. „ფიზიკის კურსი“, ტ. I, რუსულ ენაზე, § 10. 5, 11. 6. გ. ა. ზისმანი და ო. მ. ტოდესი, „ზოგადი ფიზიკის კურსი“, ტ. I (რუსულ ენაზე). § 32, 33, 34. ლექციების კონსპექტი.</p>

1. აღიბატას ფიზიკური არსი და მისი განსხვავება იზოთერმისაგან.

2. რომ აღიბატას ყოველ წერტილზე შეიძლება იზოთერმის გავლება და პირიქით.

3. პუასონის განტოლების დაწერა სხვადასხვა პარამეტრებით და მათი ფიზიკური არსი.

4. სითბოტევადობა C_p და C_v და მათი გამოთვლის ჩვევები სხვადასხვა გაზისათვის, ნარევისათვის. იმისი ღრმა წარმოდგენა, რომ C_p და C_v მხოლოდ თავისუფლების ხარისხთა რიცხვზე დამოკიდებული (ე. ი. იმაზე, თუ რამდენ ატომიანია გაზი).

5. უნივერსალური მუდმივას ფიზიკური არსი და მისი მნიშვნელობა მოცემული მასის გაზისათვის.

გამოიყენებულ უნდა იქნეს: იდეალური გაზის შინაგანი ენერჯია, იზოქორული, იზოთერმული და იზობარული პროცესი. თავისუფლების ხარისხები თერმოდინამიკის I კანონი. შენდელეე-ვალაბერონის განტოლება. შესაბამისი ამოცანების ამოხსნა.

1	2	3	4
14	წრიული პროცესები, შექცევადი და შეუქცევადი პროცესები. სითბური და მაცივარი მანქანის მოქმედების პრინციპი. მათი მარჯიმედების კოეფიციენტი.	კითხვა-პასუხის მეთოდით. თეზისების შედგენა. ძირითადი დასკვნების გამოკვეთა წერილობით. საკითხის შესწავლაზე ვარჯიში წერით და მის დამახსოვრებაზე წერითი თვითკონტროლი. შესწავლილ უნდა იქნეს მე-12 სასწავლო კვირაში.	<p>დ. ლონდაძე, „ზოგადი ფიზიკის კურსი“, ტ. I. § 86, 87, 88.</p> <p>გ. ვეფხვაძე, „ზოგადი ფიზიკის კურსი“, ტ. I. § 115, 116.</p> <p>ბ. მ. ი ა ვ ო რ ს კ ი, ა. ა. დ ე ტ ლ ა ფ ი და ს ხ ვ ა. „ფიზიკის კურსი“. ტ. I (რუსულ ენაზე). § 12. 1, 12. 2.</p> <p>გ. ა. ზ ი ს მ ა ნ ი და ო. მ. ტ ო დ ე ს ი, „ზოგადი ფიზიკის კურსი“, ტ. I (რუსულ ენაზე). § 35.</p> <p>ლექიების კონსპექტი.</p>

5	6	7	8	9
<p>1. წრიული პროცესის გააზრებული წარმოდგენა.</p> <p>2. შექცევადობისა და შეუქცევადობის ფიზიკური არსის მატერიალისტური გაგება-წარმოდგენა.</p> <p>3. ამ პროცესების არსი სიტბურ მოვლენებში.</p> <p>4. სიტბური და მაცეარის მანქანების მოწყობილობისა და მოქმედების ფიზიკური საფუძვლები. მათი მქკ.</p>	<p>გამეორებულ უნდა იქნეს: იზოპროცესები და მუშაობა ამ პროცესების დროს. (მ.თ. ჯრაფიკული წარმოდგენა).</p>			

1	2	3	4
15	<p>კარნოს ციკლი. კარნოს ციკლის მკვ. თერმოდინამიკის 11 კანონი.</p>	<p>კითხვა-პასუხის მეთოდით თეზისების შედგენა. ძირითადი დასკვნების გაკეთება. საკითხის შესწავლაზე წერითი ვარჯიში და დამასოვრების თვითკონტროლი წერილობით. შესწავლილ უნდა იქნეს მე-12 სასწავლო კვირაში.</p>	<p>დ. ლონდაძე, „ზოგადი ფიზიკის კურსი“, ტ. 1. § 87, 89.</p> <p>გ. ვეფხვაძე, „ზოგადი ფიზიკის კურსი“, ტ. 1. § 117, 118.</p> <p>ბ. შ. იავეორსკი. ა. ა. დეტლაფი და სხვა, „ფიზიკის კურსი“. ტ. 1, (რუსულ ენაზე). § 12. 1, 12. 3.</p> <p>ზ. ისმანი და ო. შ. ტოდესი „ზოგადი ფიზიკის კურსი“, ტ. 1 (რუსულ ენაზე). § 35, 37. ლექციების კონსპექტი.</p>

5	6	7	8	9
<p>განსხვავება კარნოს იდეალური მანქანის ციკლსა და რეალური მანქანის ციკლს შორის.</p> <p>თერმოდინამიკის -- I: კანონის ფიზიკური არსი და მისი კავშირი იდეალური მანქანისა და რეალური მანქანის მკვლევართან.</p>	<p>გამორეზუმული უნდა იქნეს: წრიული პროცესები, სიბუბური და მათი ციკლი მანქანის მოქმედებას პრინციპი და მკვლევართან კავშირი მუშაობის ამოცანებს ამოხსნაზე</p>			

16	<p>რეალური გაზები. ვანდერ-ვაალსის განტოლება. ვანდერ-ვაალსის იზოთერმები: კრიტიკული ტემპერატურა.</p>	<p>კისხე-პასუხის მეთოდით. თუზისების შედგენა. ძირითადი დასკვნების გაკეთება წერილობით. საკითხის დამახსოვრების თეი-კონტროლი წერილობით. შესწავლილი უნდა იქნეს მე-13 სასწავლო კვირაში.</p>	<p>დ. ღონდაძე, „ზოგადი ფიზიკის კურსი“, ტ. 1. § 100, 101, 103.</p> <p>გ. ვეფხვაძე, „ზოგადი ფიზიკის კურსი“. ტ. 1. § 122, 123, 124.</p> <p>ბ. შ. იავორსკი, ა. დეტლაფი და სხვა. „ფიზიკის კურსი“. ტ. 1. (რუსულ ენაზე). § 13. 1, 13. 2, 13. 3.</p> <p>გ. ა. ზისმანი და ო. შ. ტოდესი, „ზოგადი ფიზიკის კურსი“, ტ. 1. (რუსულ ენაზე). § 38, 39, 40. ლექციების კონსპექტი.</p>
----	--	---	--

1. რეალური გაზების გადახვევა იდეალური გაზის თვისებებიდან.

2. მოლეკულური ძალების არსებობა და მათი ბუნება.

3. რეალური გაზის იზოთერმების შედარება იდეალური გაზის იზოთერმებთან.

4. პირობები, როცა ვან-დერ-ვაალსის იზოთერმები გადადიან ბოილ-მარიოტის იზოთერმებში.

5. ვან-დერ-ვაალსის განტოლების ფიზიკური არსი და მისგან კერძო შემთხვევებში მენდელეევ-კლაპეირონის განტოლების მიღება.

6. კრიტიკული პარამეტრები და წილი ფიზიკური არსი.

გამეორებელი უნდა იქნეს: იდეალური გაზი, მისი მკვლევარების განტოლება და იზოთერმები, შედარებელი უნდა იქნეს ისინი რეალური გაზის იზოთერმებთან. კარგად უნდა იქნეს ამოცანების ამოხსნა.

1	2	3	4
17	<p>რეალური გაზის შინა- განი ენერგია. ქოულ-ტომსონის ეფექ- ტი. გაზების გათხევადება.</p>	<p>კითხვა-პასუხის მეო- დით. თეზისების შედგენა. საკითხის გაშუქების სქე- მის შედგენა. წერითი ვარ- ჯიში საკითხის შესწავლაზე. დამახსოვრების თვითკონ- ტროლზე. შესწავლილი უნ- და იქნეს მე-14 სასწავლო კვირაში.</p>	<p>დ. ლონდაძე, „ზოგა- დი ფიზიკის კურსი“, ტ. 1. § 104, 105. ბ. ვეფხვაძე, „ზო- გადი ფიზიკის კურსი“, ტ. 1. § 125. 126. 142 ბ. მ. იავეორსკი. ა. ა. დეტლაფი და სხვა. „ფიზიკის კურსი“. ტ. 1, (რუსულ ენაზე). § 13. 4, 13. 5. გ. ა. ზისმანი და ო. მ. ტოდესი „ზოგა- დი ფიზიკის კურსი“ ტ. 1. (რუსულ ენაზე). 5. 41. ლექციების კონსპექტი.</p>

5	6	7	8	9
<p>1. რეალური გაზის მოლეკულებს შორის მოქმედებს მიზიდვისა და განხიდვის ძალები, ამიტომ რეალური გაზის პოტ. ენერჯია გაპირობებული იქნება ორივე ძალებით.</p> <p>2. რეალური გაზის ტემპერატურის ცვლილება სიყარყელში გაფართოების დროს.</p> <p>ტო მ ს ო ნ ის დადებითი, უარყოფითი და ნულოვანი ეფექტი. ინვერსიის წერტილები და ინვერსიის მრუდი.</p> <p>გაზების გათხევადება და კრიტიკული ტემპერატურის და ინვერსიის წერტილის როლი გაზების გათხევადების საქმეში.</p>	<p>განმეორებული უნდა იქნეს, იდეალური გაზის შინაგანი ენერჯია და თერმო დინამიკის 1 კანონი.</p>	<p>მე-14—15 სასწავლო კვირაში წარმოდგენილი უნდა იქნეს ფართო რეფერატი თემაზე: „გაზის თეორია“, სადაც განხილული უნდა იყოს:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. იდეალური გაზის მდგომარეობის განტოლები. 2. იდეალური გაზის შინაგანი ენერჯია 3. იდეალური გაზის სითბოტექნოლოგია. 4. რეალური გაზები, ვან-დერ-ვალსის განტოლება. 5. რეალური გაზის იზოთერმები და მათი გადისკლა იდეალური გაზის იზოთერმებში. 6. რეალური გაზის შინაგანი ენერჯია. ჯოულ-ტომსონის ეფექტი. 		

5	6	7	8	9
<p>სითხის მოლექულების ურთიერთმოქმედება და ზედაპირული დაკიმულობის ძალების წარმოშობა.</p> <p>2. ზედაპირული, თავისუფალი ენერგია და ზედაპირული დაკიმულობის კოეფიციენტის განსაზღვრა.</p> <p>3. სითხის ზედაპირის სიმრუდე დამატებით წნევის წარმოშობს, რომელიც ზოგჯერ უარყოფითია, ეს დამოკიდებულია ზედაპირის ფორმაზე.</p> <p>4. კაპილარული მოვლენების ფიზიკური არსი და მათი მნიშვნელობა.</p>	<p>განმეორებული უნდა იქნეს: რეალური გაზების შინაგანი ენერგია და ჯოულ-ტომსონის ეფექტი.</p>		<p>მე-15 კვირაში უნდა ჩატარდეს შემოწმებითი საკონტროლო წერა ან გამოცდა მოლექულურ ფიზიკასა და სითბოში, სხვადასხვა სტუდენტს უნდა მიეცეს ორი სხვადასხვა თეორიული საკითხი და თითო ამოცანა.</p>	<p>№ 2 საკონტროლო სამუშაო წარდგენილი უნდა იქნეს მე-15—16 სასწავლო კვირაში.</p>

1	2	3	4
19	<p>მყარ სხეულთა კრისტალური აგებულება. მყარი სხეულის შინაგანი ენერგია და სიტბოტევალობა. დიფუზიონისა და პტის კანონი.</p>	<p>კითხვა-პასუხის მეთოდი. თეზისების შედგენა. წერიითი ვარჯიში საკითხების შესწავლაზე. ძირითადი დასკვნების გაკეთება. საკითხების დამახსოვრებაზე წერიითი ვარჯიში. შესწავლილი უნდა იქნეს მე-16 სასწავლო კვირაში.</p>	<p>დ. ლონდაძე, „ზოგადი ფიზიკის კურსი“, ტ. I. § 112, 115, 116.</p> <p>გ. ვეფხვაძე, „ზოგადი ფიზიკის კურსი“, ტ. I. §. 127, 128, 130.</p> <p>ბ. მ. იაქოვსკი, ა. ა. დეტლაფი და სხვა. „ფიზიკის კურსი“, ტ. I (რუსულ ენაზე). § 15. 1, 15. 4.</p> <p>გ. ა. ზისმანი და ო. მ. ტოდესი, „ზოგადი ფიზიკის კურსი“, ტ. I. (რუსულ ენაზე). §. 46, 47, 49.</p> <p>ლექციების კონსპექტი.</p>

5	6	7	8	9
<p>1. კრიტალური და ამორფული მყარი სხეულების აგებულება და თვისებები.</p> <p>2. მოლეკულური ძალები მყარ სხეულებში.</p> <p>3. მყარი სხეულის შინაგანი ენერგია წარმოადგენს კინეტიკურ და პოტენციურ ენერგიათა ჯამს.</p> <p>4. სითბოტევადობათა კლასიკური თეორია და კვანტური თეორიის შესახებ ელემენტალური ცნება.</p> <p>5. დიულონგისა და პტის კანონი. ჯოუ-ლისა და კოპის წესი სითბოტევადობათა გამოთვლის შესახებ.</p>	<p>გამორჩეული უნდა იქნეს: მოლეკულური შიგნითი სითბოტევადობა. უნდა მოეზადონ გამოცდისათვის, რისთვისაც საჭიროა პროგრამის მიხედვით შეამოწმონ თავიანთი თავი რომელიმე კითხვებიდან რა აქვთ დაეიწყებულა და წერილით ვარჯიშით იმუშაონ ხარვეზების აღმოფხვრაზე. ლექტორის დახმარებით დაგეგმონ გამოცდაზე გა'ვლის დრო.</p>			

§. 18. ჩვენ მიერ რეკომენდებული მეთოდის ეფექტიანობის შემოწმებაზე ჩატარებული პედაგოგიური ექსპერიმენტის შედეგები

ჩვენ მიერ რეკომენდებული სწავლების მეთოდის და სტუდენტთა დამოუკიდებელი მუშაობის ეფექტურობის ამაღლების მეთოდური რეკომენდაციების შემოწმებაზე პედაგოგიური ექსპერიმენტი ჩავატარეთ საკავშირო კავშირგაბმულობის დაუსწრებელი ელექტროტექნიკური ინსტიტუტის თბილისის ფილიალში ქალაქის კონტინგენტთან.

პედაგოგიური ექსპერიმენტის დაწყებამდე, ჩავატარეთ ანკეტური გამოკითხვა II კურსის სტუდენტებთან. ანკეტური გამოკითხვისა და სასწავლო პროცესსა და სტუდენტთა ცოდნის დონის შესწავლა-გაანალიზებაზე ჩატარებული პედაგოგიურ-ფსიქოლოგიური დაკვირვებების საფუძველზე დავადგინეთ ის ძირითადი ხარვეზები, რომლებიც არსებობს სტუდენტთა ცოდნასა, მათს დამოუკიდებელ და სასწავლო-აღმზრდელობით მუშაობაში. დავადგინეთ ის ძირითადი მიზეზები, რომლებიც ხელს უწყობს სასწავლო-აღმზრდელობით მუშაობაში და სტუდენტთა ცოდნაში ხარვეზების წარმოშობას. ის ხარვეზები, რომლებიც სასწავლო პროცესში და სტუდენტთა ცოდნაში შეინიშნება, მოცემული გვაქვს შრომის წინა პარაგრაფებში. იქვეა მოცემული მათი გამომწვევი მიზეზების ახსნა. ამიტომ, ამ პარაგრაფში ჩვენ ვიძლევიტ იმის გადმოცემას, თუ როგორი მუშაობა გავწიეთ საექსპერიმენტო სტუდენტებთან და როგორი შედეგი მივიღეთ.

იმისათვის, რომ გაგვეადრულებინა სტუდენტთა მუშაობა ჩვენ მიერ რეკომენდებული მეთოდით, გაგვეძლიერებინა სტუდენტთა ინტერესი ლექციისადმი, აგვემაღლებინა მათა გონებრივი აქტივობა, ლექციის კითხვას წარემართავდით პრობლემურად—ლექციის შინაარსთან დაკავშირებით პრობლემების დასმისა და მათი თანმიმდევრული გადაჭრის გზით. ამასთანავე, ლექციის მსვლელობა ისეთი იყო, რომ შინაარსის გადაცემა დიფერენცირებულ ხასიათს ატარებდა, რაც სტუდენტებს უადვილებდა შინაარსში გარკვევას, ძირითადი საკითხების გამოკვეთასა და აძლევდა გააზრებისა და დაფიქრების საშუალებას. ასე მაგალითად, საკითხზე „ფრენელის ზონების მეთოდი“, — ლექცია შემდეგნაირად წარიმართა: პირველ რიგში დავაყენეთ პრობლემა — როგორც ვიცით ჰიუგენს-ფრენელის პრინციპის თანახმად ტალღის ფრონტის ყოველი წერტილი წარმოადგენს მეორადი კოჰერენტული ტალღების წყაროს, საიდანაც წამოსული ტალღები ტალღის გავრცელების მიმართულებით ნებისმიერ წერტილში

შეხვედრისას განიცდიან ინტერფერენციას. მაგრამ ინტერფერენციის შედეგად, როგორც ცნობილია, ტალღები ერთმანეთს ზოგ წერტილში აძლიერებენ და ზოგან კი ასუსტებენ, რის გამოც ზოგ წერტილში სინათლე უნდა მივიღოთ, ზოგში კი სიბნელე ან სუსტი სინათლე. სინათლის ტალღის გავრცელებაზე დაკვირვება კი გვიჩვენებს, რომ თუ სინათლის ტალღის გავრცელების გზაზე რაიმე დაბრკოლება არ არის, ტალღის ფრონტის წინ ყველა წერტილი განათებულია. მაშასადამე, ჩვენ წინაშე დგას შემდეგი პრობლემა --- მიუხედავად იმისა, რომ მეორადი ტალღების ინტერფერენციას აქვს ადგილი ტალღის ფრონტის წინ, რატომ არის ყველა წერტილი განათებული, როცა ტალღის ფრონტის წინ სხივების გზაზე დაბრკოლება არ არის მოთავსებული?

შემდეგ აღვნიშნეთ, რომ ამ კითხვაზე პასუხის გაცემა ამავე დროს წარმოადგენს სინათლის სწორხაზოვანი გავრცელების კანონის დამტკიცებას და, მაშასადამე, დიფრაქციის მოვლენა სინათლის სწორხაზოვანი გავრცელების კანონს არ უარყოფს, არამედ ადასტურებს. ამის შემდეგ აღვნიშნეთ, რომ ამ საკითხის გადასაჭრელად ფრენელის მიერ შემუშავებულ იქნა ეგრეთწოდებულ „ზონების მეთოდი“. ჩამოვყალიბებთ საკითხის გაშუქების თანმიმდევრობა და ის დაშვებები, რომლებსაც ადგილი აქვს ფრენელის ზონების მეთოდში.

1. ტალღის ფრონტის წინ ნებისმიერი M წერტილიდან შემოვხაზავთ სფერულ ზედაპირებს ისე, რომ ტალღის ფრონტი დაიყოს ზონებად. ამ ზედაპირების რადიუსები ერთმანეთისაგან განსხვავდებიან

$$\frac{\lambda}{2} \text{-ით, ე. ი. თითოეული ზონის სიგანეა } \frac{\lambda}{2}.$$

2. ამ დაშვების გამო ცხადი ხდება, რომ მეზობელი ზონებიდან გამოსული ტალღების სვლათა სხვაობა M წერტილში ტოლი იქნება $\frac{\lambda}{2}$, ე. ი. ტალღის სიგრძის ნახევრის კენტი რიცხვისა და ამიტომ მეზობელი ზონების მოქმედება M წერტილში ერთმანეთს შეასუსტებს.

3. ზონები, რომლებიც ერთი ზონის გამოტოვებით მდებარეობენ M წერტილში, ერთმანეთს გააძლიერებენ, რადგან მათი სვლათა სხვაობა ტოლი იქნება $2\frac{\lambda}{2}$, ე. ი. ტალღის სიგრძის ნახევრის ლუწი რიცხვისა.

4. ცალკეული ზონის შესაბამისი შეჯამებული ამპლიტუდები აღვნიშნოთ: ძირითადი ანუ პირველი ზონისა A_1 -ით, მეორისა A_2 -თი და ა. შ. K -ური ზონისა A_k -თი.

5. ცხადია, რაც უფრო ახლოს იქნება M წერტილთან ზონა, მით უფრო ძლიერი იქნება მისი მოქმედება ამ წერტილში, ამიტომ ამპლიტუდები შეიძლება განვალაგოთ შემდეგი რიგის მიხედვით:

$$A_1 > A_2 > A_3 > \dots > A_k.$$

6. რადგან ზოგიერთი ზონების შესაბამისი ტალღები შეხვედრას ერთმანეთს აძლიერებენ, ზოგიერთისა კი ერთმანეთს ასუსტებენ, ჩვენ დავუშვებთ, რომ კენტი ზონების ამპლიტუდები დადებითია, ხოლო ლუწი ზონებისა კი — უარყოფითი ე. ი.

დადებითია: $A_1, A_3, A_5, A_7, \dots$

და უარყოფითია; $A_2, A_4, A_6, A_8,$

7. რადგან თითოეული ზონის სიგანე ძალიან მცირეა და მეზობელი ზონების ამპლიტუდები ერთმანეთისაგან მცირედ განსხვავდებიან, უფლება გვაქვს დავუშვათ შემდეგი მიახლოებითი ტოლობის სამართლიანობა:

$$A_k = \frac{A_{k-1} + A_{k+1}}{2}.$$

ე. ი. ყოველი ზონის შესაბამისი ამპლიტუდა უდრის მისი მეზობელი ზონების ამპლიტუდების ნახევარჯამს.

8. დაკვირვების M წერტილში სინათლეს ექნება ადგილი თუ სიბნელეს დამოკიდებულია იმაზე, თუ როგორი იქნება ამ ზონების მოქმედების შედეგად M წერტილში მიღებული ტალღის ამპლიტუდა A . ცხადია, სამართლიანი იქნება ტოლობა

$$A = A_1 - A_2 + A_3 - A_4 + A_5 - A_6 + \dots \pm A_k$$

იქ A_k აიღება დადებითი ნიშნით თუ K კენტია და უარყოფითი ნიშნით თუ K ლუწია.

ამის შემდეგ გადავედით საკითხის თანმიმდევრულ გაშუქება-გადაჭრაზე.

გვაკეთეთ დასკვნა, რომ ტალღის ფრონტის წინ დაკვირვების ნებისმიერი წერტილის განათებაში გადამწყვეტ როლს ფრენელის ძირითადი, ანუ პირველი ზონა თამაშობს, რადგან საზოგადოდ თუ არც ერთი ზონა არ არის დაბრკოლებით დაფარული, მაშინ

$$A = \frac{A_1}{2} \pm \frac{A_k}{2}.$$

K -ური ზონა იმდენად შორს არის M წერტილიდან, რომ A_k ძალიან მცირეა A_1 -თან შედარებით და K თუნდაც ლუწი რომ იყოს $A \neq 0$.

მაშასადამე, თუ დაბრკოლება არ არის, ტალღის ფრონტის წინ ნებისმიერი წერტილი ყოველთვის განათებულია.

აქვე აღენიშნეთ, თუ როგორი იქნება შედეგი, როცა ტალღის ფრონტის წინ დაბრკოლებას მოვათავსებთ და რაზე იქნება დამოკიდებული ეს შედეგი. ყურადღება გავამახვილეთ იმ საინტერესო შემთხვევაზე, რომ ტალღის ფრონტის წინ ნებისმიერი წერტილი მაშინაც განათებული იქნება, როცა დაბრკოლება ისეთია, რომ გამორიცხავს ან მხოლოდ კენტი ზონების მოქმედებას, ან მხოლოდ ლუწი ზონების მოქმედებას.

ზირველ შემთხვევაში გვექნება $A = A_2 + A_4 + A_6 + \dots$

ხოლო მეორე შემთხვევაში კი $A = A_1 + A_3 + A_5 + \dots$

სწორედ ამაში მდგომარეობს ზონალური ფირფიტის ფიზიკური არსი.

როგორც დაკვირვებამ გვიჩვენა, ლექციის ასეთი მეთოდით ჩატარების, საკვანძო საკითხების დასმის, სათანადო დამკვიდრების მკვეთრად გამოყოფის, პრობლემების დაყენებისა და თანმიმდევრული გადაჭრის გზით მუშაობამ ხელი შეუწყო სტუდენტთა გონებრივი აქტივობის გადიდებას, მათი ლოგიკური და შემოქმედებითი აზროვნების განვითარებას, თვით სტუდენტების წაყვანას დასამუღი პრობლემების გაშუქებისა და ახსნის დაფიქრებული, შემოქმედებითი გააზრებისაკენ.

სტუდენტთა მიერ ლექციის ძირითადი შინაარსის ათვისების შემოწმების მიზნით ლექციის ბოლოს 5 წუთის განმავლობაში ვსვამდით საკვანძო კითხვებს, რომლებიც გულისხმობდა ლექციაში ძირითადი საკითხების გამოკვეთას, საკითხის გაშუქების თანმიმდევრობას. ზოგჯერ ასეთი კითხვების დასმას ჯგუფის წინაშე თვით სტუდენტებს ვანდობდით ხოლმე.

სტუდენტებს ყოველ ლექციაზე საშინაო დავალებად ვაძლევდით მოაძვენო ლექციაზე რვეულბეში კითხვა-პასუხებად დამუშავებული წარმოედგინათ მოსმენილი ლექციის შინაარსი. დავალების შესრულებაზე დაწესებული გვექონდა კონტროლი, მოწმედბოდა სტუდენტთა მიერ დასამუღი კითხვებისა და პასუხების სისწორე და სტუდენტთა ცოდნის ხარისხიც.

მოვიყვანთ კითხვა-პასუხების შედეგის ერთ მაგალითს, რომელიც შესრულდა მეორე კურსის ერთ-ერთი სტუდენტის მიერ.

კითხვა	პასუხი
1. როგორია პრაქტიკულად ყველა თავისუფალი რხევა?	1. პრაქტიკულად ყველა თავისუფალი რხევა მიღწევადია, რადგან რხევის დროს ყოველთვის მოქმედებს რხევის საწინააღმდეგოდ მიმართული ძალა.
2. რა ემართება მერხვეი სხეულის ენერჯიას წინააღმდეგობის ძალების მოქმედებით?	2. წინააღმდეგობის ძალების მოქმედებით მერხვეი სხეულის ენერჯია მცირდება და ენერჯიის შემცირება წარმოადგენს დროის ფუნქციას.
3. როგორ გადაეკეციოთ მიღწეული რხევა მიუღწევად რხევად?	3. იმისათვის, რომ მიღწევადი რხევა მიუღწევად რხევად გადაეკეციოთ, საჭიროა მერხვე სხეულზე ვიმოქმედოთ დროზე დამოკიდებული ძალით, რომელიც მოახდენს დროის შესაბამის მომენტებში მერხვეი სხეულის ენერჯიის დანაკლისის შევსებას. ასეთ ძალად ავირჩევთ სრდიღს $F_0 \cos \omega t$.
4. რა და რა ძალები მოქმედებს იძულებითი რხევის დროს მერხვე სხეულზე?	4. იძულებითი რხევის დროს მერხვე სხეულზე მოქმედებს ძალები: — kx ; — $r \frac{dx}{dt}$ და $F_0 \cos \omega t$.
5. როგორ დაიწერება ნიუტონის II კანონი იძულებით მერხვის სხეულისათვის?	5. იძულებით მერხვეი სხეულისათვის ნიუტონის II კანონს შემდეგი სახე აქვს: $m \frac{d^2 x}{dt^2} = -kx - r \frac{dx}{dt} + F_0 \cos \omega t (1).$
6. როგორი სახე აქვს იძულებითი რხევის დიფერენციალურ განტოლებას და როგორ მივიღოთ აგი?	6. იძულებითი რხევის დიფერენციალურ განტოლებას აქვს შემდეგი სახე: $\frac{d^2 x}{dt^2} = -\omega_0^2 x - 2\beta \frac{dx}{dt} + f_0 \cos \omega t$ ამის მისაღებად საჭიროა (1) განტოლება m -ზე გავყოთ და შემოვიღოთ აღნიშვნები: $\frac{k}{m} = \omega_0^2; \quad \frac{r}{m} = 2\beta \quad \text{და} \quad \frac{F_0}{m} = f_0.$

კითხვა	პასუხი
<p>7. როგორი ფუნქციის სახით უნდა მოქმედონ იძულებითი რხევის დიფერენციალური განტოლების ამოხსნა, ანუ კინემატიკური განტოლება?</p>	<p>7. იძულებითი რხევის დიფერენციალური განტოლების ამონახსენი უნდა ექნებოდეს</p> $x = A \cos(\omega t + \varphi_0)$ <p>ფუნქციის სახით, რადგან $f_0 \cos \omega t$ ძალის მოქმედებით მიღებული რხევა ისევე მოხლავდა. პარამონიულ რხევადაც დაიქცევა...</p> <p>და ა. შ.</p>

დამოუკიდებელი მუშაობის უნარ-ჩვევების ფორმირების, შრომისმოყვარეობის აღზრდისა და დანერგვის მიზნით სტუდენტებს დავალება ეძლეოდათ აგრეთვე წაკითხული ლექციის შესახებ შეედგინათ თეზისები და მომდევნო ლექციაზე წარმოედგინათ. პირველად სტუდენტებს თეზისების შედგენა უძნელდებოდათ, მაგრამ თეზისების შედგენის ხარისხი თანდათან უმჯობესდებოდა, რადგან ვახდენდით შედგენილი თეზისებს შემოწმებას, რომელშიც მათ სათანადო შესწორება შეჰქონდათ. თეზისების შედგენაზე მუშაობამ დიდი ინტერესი გამოიწვია, მათი დამოუკიდებელი მუშაობა კიდევ უფრო აქტიური გახდა, განმტკიცდა სტუდენტთა ცოდნა. სტუდენტებმა უკეთ აითვისეს საკითხის დედაარსი, შინაარსის ჩონჩხზე შეექმნათ უფრო გააზრებული წარმოდგენა. აი როგორი თეზისები შეადგინა 1 კურსის ერთ-ერთმა სტუდენტმა საკითხზე — „მუშაობა გრავიტაციულ ველში. გრავიტაციული ველის პოტენციური ხასიათი“.

1. გავიხსენოთ როგორი ხასიათის ძალა მოქმედებს ელექტრულ ველში.
2. მხედველობაში უნდა მივიღოთ, რომ გრავიტაციულ ველში ველის ძალების მიერ მუშაობა სრულდება ენერგიის შემცირების მართულებით ე. ი. თვით ველის ენერგიის ხარჯზე.
3. მუშაობას ფორმულაში გრავიტაციული ურთიერთმოქმედების ძალის გამოსახულების ჩასმით და ინტეგრირებით მივიღეთ ფორმულა

$$A = \gamma m_1 m_2 \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right). \quad (1)$$

4. გავიხსენოთ, რომ გრავიტაციულ ველში მუშაობა არის ურთიერთმოქმედებას პოტენციური ენერგიის შემცირების ტოლი ე. ი.

$$A = W_2 - W_1. \quad (2)$$

(1) ასე გადავწეროთ

$$A = \gamma \frac{m_1 m_2}{r_1} - \gamma \frac{m_1 m_2}{r_2} \quad (3)$$

(2) და (3) ფორმულების შედარებით მივიღებთ, რომ

$$W = -\gamma \frac{m_1 m_2}{r}$$

მაშასადამე, გრავიტაციული ურთიერთმოქმედების პოტენციური ენერგია არის

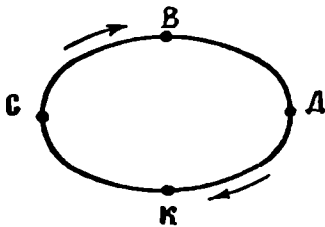
$$W = -\gamma \frac{m_1 m_2}{r}$$

5. გავყოთ ენერგიის გამოსახულების ორივე მხარე m_1 -ზე და დავუშვათ, რომ m_1 მასის სხეული შეტანილია m_2 მასის სხეულის გრავიტაციულ ველში, გვექნება:

$$\frac{W_1}{m_1} = -\gamma \frac{m_2}{r}$$

სიდიდეს $-\gamma \frac{m_2}{r}$ გრავიტაციული ველის პოტენციალი ეწოდება.

ე. ი. გრავიტაციული ველის პოტენციალი არის ველის მოცემულ წერტილში მოთავსებული ერთეულოვანი მასის სხეულის პოტენციური ენერგია.



ნახ. 5.

6. პოტენციალის გათვალისწინებით მივიღებთ მუშაობის ფორმულას

$$A = m_1(\varphi_2 - \varphi_1).$$

7. თუ გრავიტაციულ ველში სხეული ჩაკეტილ კონტურზე გადაადგილდა, მაგალითად $CBDKC$ კონტურზე,

მაშინ $r_1 = r_2$ და $\varphi_1 = \varphi_2$, ამიტომ მუშაობა $A = 0$ ე.ი. $A_{CBDKC} = 0$.

რადგან გრავიტაციულ ველში ჩაკეტილ კონტურზე შესრულებული მუშაობა ნულის ტოლია, გრავიტაციული ველი პოტენციურია.

8. ყურადღება უნდა გამახვილდეს იმაზე, რომ თუ გრავიტაციულ ველში მუშაობა C-დან D-მდე ველის ძალებით სრულდება, მაშინ შებრუნებული მიმართულებით D-დან C-მდე მუშაობა აუცილებლად გარეშე ძალებით უნდა შესრულდეს. მაშასადამე, გრავიტაციულ ველში ჩაკეტილ კონტურზე ველისა და გარეშე ძალების მუ-

შაობათა ჯამია ნულის ტოლი და არა თვით ველის მიერ შესრულებული მუშაობა, როგორც ხშირად ესმით ხოლმე.

სტუდენტებს ლექციაზე მოჰქონდათ წერილობითი სახით წინა ლექციაზე წაკითხული საკითხების დამტკიცებისა და გაშუქების სქემა. მაგალითად, ელექტროსტატიკური ველის შესწავლისას, თემაზე „ელექტროსტატიკური ველის დაძაბულობის ცირკულაცია“ ერთ-ერთმა სტუდენტმა წარმოადგინა ასეთი სქემა:

1. როცა ერთი მუხტი მოთავსებულია მეორე მუხტის ველში, მაშინ ადგილი აქვს ამ მუხტების ურთიერთმოქმედებას და თათოვლ მუხტს გააჩნია მეორე მუხტთან ურთიერთმოქმედების პოტენციური ენერგია. დავწერეთ მუხტთა ურთიერთმოქმედების ენერგიის ფორმულა.

2. გავითვალისწინეთ, რომ როდესაც მუხტი გადაადგილდება ელექტრულ ველში, მაშინ იცვლება ურთიერთმოქმედების ენერგია და შესრულებული მუშაობა ენერგიის ცვლილებას უდრის. საწყისი და საბოლოო მდგომარეობის შესაბამისი ენერგიების გამოკლებით მივიღეთ შესრულებული მუშაობის ფორმულა:

$$A = W_2 - W_1 = \frac{q_1 q_2}{4\pi\epsilon_0\epsilon} \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right).$$

3. ურთიერთმოქმედების პოტენციური ენერგიის გაყოფით მუხტის სიდიდეზე მივიღებთ მუხტის ერთი ერთეულის ენერგიას — პოტენციალს. ე. ი. პოტენციალია

$$\varphi = - \frac{q_0}{4\pi\epsilon_0\epsilon r}$$

4. პოტენციალის ცნების შემოტანის შემდეგ მუშაობის ფორმულა ასეთ სახეს მიიღებს

$$A = q(\varphi_2 - \varphi_1).$$

5. ელექტროსტატიკურ ველში ჩაკეტილ კონტურზე მუშაობა $A=0$, რადგან r დაემთხვევა r_2 -ს.

6. დავწერეთ მუშაობის ფორმულა $A = q \oint_e \vec{E} d\vec{e} \cos \alpha$, ანუ

$$A = q \oint_e (\vec{E} \vec{d}e) \quad (\text{რადგან ჩაკეტილ კონტურზე } A=0 \text{ გვექნება}$$

$$\oint_e (\vec{E} \vec{d}e) = 0).$$

ჩვენ ვთვლით, რომ სასწავლო პროცესი მართვადი პროცესია და მართვადი უნდა იყოს აგრეთვე სტუდენტის დამოუკიდებელი მუშა-

ობაც ცოდნის დაუფლების საქმეში. ამ მიზნით ყოველკვირეულად გამოყოფილი კონსულტაციების საათებში სტუდენტებს, როგორც სავალდებულო წესა, ვიბარებდით კონსულტაციაზე. ამ კონსულტაციის საათებში ვახდენდით სტუდენტთა მიერ ერთი კვირის განმავლობაში ფიზიკაში მოსმენილი ლექციის ათვისების ხარისხისა და ცოდნის დონის შემოწმებას. სტუდენტებს ვამუშავებდით ცოდნაში შემჩნეული ხარვეზების აღმოფხვრაზე და შეუსწავლელი საკითხების შესწავლაზე უშუალოდ ჩვენი ხელმძღვანელობით, ვუმუშავებდით წიგნზე მუშაობის ჩვენებასა და ნებისყოფას. ამავე საათებში ვახდენდით საკითხებზე შედგენილი კითხვა-პასუხებისა და თეზისების შემოწმებასა და გასწორებას. შევამოწმეთ შესწავლილი მასალის დამახსოვრების ხანგრძლივობა და აღმოჩნდა, რომ სტუდენტებს მეორე დღიდანვე საშუალოდ ნასწავლი მასალის 35% ავიწყდებათ. ამის გათვალისწინებით საკონსულტაციო საათებში ვახდენდით აგრეთვე გავლილი მასალის განმეორებასაც (რა თქმა უნდა, დოზირებულად), ამავე საათებში ვახდენდით სტუდენტების მიერ არასაკმაოდ გააზრებული და შგთვისებული მასალის ხელახალ ახსნას.

სტუდენტებს დავალებად მივეცით სათანადო მასალის ლექციებზე დამუშავების შემდეგ წარმოედგინათ ორი რეფერატი სემესტრში. ასე მაგალითად, საინჟინრო-ეკონომიკური ფაკულტეტის სტუდენტებმა წარმოდგინეს ორი რეფერატი:

1. მყარი სხეულის ბრუნვითი მოძრაობის დინამიკა, სადაც განხილული იყო შემდეგი საკითხები: 1) ძალის მომენტი, 2) მოძრაობის რაოდენობის მომენტი, 3) ინერციის მომენტი, 4) ბრუნვითი მოძრაობის ძირითადი განტოლება, 5) მოძრაობის რაოდენობის მომენტის მუდმივობის კანონი და 6) მბრუნავი მყარი სხეულის კინეტიკური ენერჯია.

2. გაზების თეორია, სადაც განხილული იყო შემდეგი საკითხები: 1) ცნება იდეალური გაზის შესახებ, 2) იდეალური გაზის მდგომარეობის განტოლება, 3) იდეალური გაზის შინაგანი ენერჯია, 4) იდეალური გაზის სითბოტევადობა, 5) რეალური გაზები, ვან-დერ-ვაალსის განტოლება, 6) იდეალური და რეალური გაზის იზოთერმები და მათი შედარებითი დახასიათება, 7) რეალური გაზის შინაგანი ენერჯია. ჯოულ-ტომსონის ეფექტი.

წარმოდგენილი რეფერატები მოწმდებოდა ჩვენ მიერ და თითოეულ მათგანზე იწერებოდა ნიშანი, რაც სტუდენტთა სტიმულირებას იწვევდა. საკონსულტაციო ან პრაქტიკულის საათებში ვახდენდით წარმოდგენილ რეფერატებზე ჭკუფების წინაშე მოხსენების გაკეთებას რეფერატის ავტორის მიერ.

უნდა აღინიშნოს, რომ რეფერატების წარმოდგენაზე ჩვენ ქალაქის კონტინგენტის სტუდენტებს ვამუშავებდით. როგორც გამოცდილებამ გვიჩვენა, აღნიშნული სახის მუშაობა აუცილებელი და საჭიროა დაუსწრებელი განყოფილების სტუდენტთათვისაც. მე ვიტყვოდი, მათთვის უფრო მეტად, რადგან ეს ერთგვარი გეგმაზომიერების შეტანა იქნება მათს საქმიანობაში და საშუალებას მოგვცემს სტუდენტებთან პედაგოგის კონტაქტების გაზრდისა, აამაღლებს მათს პასუხისმგებლობას საგნის შესწავლისადმი, დამოუკიდებელ მუშაობას უფრო ქმედითსა და ორგანიზებულს გახდის. ზემოთ აღნიშნული მეთოდური რეკომენდაციების მიხედვით ჩატარებული მუშაობის შედეგი ასეთია:

რუსული სექტორის ტექნიკური ფაკულტეტის II კურსი

სტუდენტთა რაოდენობა	ფრიადზე ჩააბარა	კარგზე ჩააბარა	ღამაკმ. ჩააბარა	არაღამაკმ. ჩააბარა	აკად. მოსწრება %-ში
34	8	4	19	3	91,2%

ქართული სექტორის საინჟინრო-ექონომიკური ფაკულტეტის I კურსი

სტუდენტთა რაოდენობა	ფრიადზე ჩააბარა	კარგზე ჩააბარა	ღამაკ. ჩააბარა	არაღამაკ. ჩააბარა	აკად. მოსწრება %-ში
18	6	5	6	1	94,5%

ქართული სექტორის ტექნიკური ფაკულტეტის II კურსი

სტუდენტთა რაოდენობა	ფრიადზე ჩააბარა	კარგზე ჩააბარა	ღამაკ. ჩააბარა	არაღამაკ. ჩააბარა	აკად. მოსწრება %-ში
67	8	14	39	6	90,3%

იმის გამოსარკვევად, თუ როგორ შედეგს იძლევა ჩვენ მიერ რეკომენდებული მეთოდით მუშაობა ერთსა და იმავე კონტინგენტთან რამდენიმე სემესტრის განმავლობაში, მომდევნო წელს ექსპერიმენტები იგივე ჯგუფებთან გავაგრძელებთ.

მიღებული შედეგი ასეთი ცხრილებით გამოისახება:

რუსული სექტორის ტექნიკური ფაკულტეტის II კურსი

სტუდენტთა რაოდენობა	ფრიადზე ჩააბარა	კარგზე ჩააბარა	ღამაკმ. ჩააბარა	არაღამაკმ. ჩააბარა	აკად. მოსწრება %-ში
34	2	6	18	1	97,1%

ქართული სექტორის საინჟინრო-ეკონომიკური ფაკულტეტის I კურსი

სტუდენტთა რაოდენობა	ფრიადზე ჩააბარა	კარგზე ჩააბარა	დამაკმაყ. ჩააბარა	არადამაყ. ჩააბარა	აკად. მოსწრება %-ში
18	8	5		—	100 %

ქართული სექტორის ტექნიკური ფაკულტეტის II კურსი

სტუდენტთა რაოდენობა	ფრიადზე ჩააბარა	კარგზე ჩააბარა	დამაკმ. ჩააბარა	არადამაყ. ჩააბარა	აკად. მოსწრება %-ში
67	11	15	28	3	95,5 %

ჩვენ მიერ რეკომენდებული მეთოდით სწავლებაზე პედაგოგიური ექსპერიმენტი ჩავატარეთ საქართველოს პოლიტექნიკურ ინსტიტუტში 1976—1977 სასწავლო წელს კავშირგაბმულობის და მეტალურგიული ფაკულტეტების I კურსზე, ხოლო მექანიკა-მანქანათმშენებლობის ფაკულტეტის II კურსზე. უნდა აღინიშნოს რომ მეორე კურსზე ექსპერიმენტი ჩატარდა ფიზიკის III ნაწილის სწავლებაში, მათ I და II ნაწილი ჩვეულებრივი, ტრადიციული მეთოდით ჰქონდათ შესწავლილი, რეკომენდებული მეთოდით მუშაობის შედეგად გაიზარდა არა მარტო აკადემიური მოსწრება, არამედ ხარისხოვანი მაჩვენებლები. თუ წინა სემესტრებში ჯგუფებში ხუთოსანი ფიზიკაში საერთოდ არავინ იყო და ძალიან უმნიშვნელო იყო ოთხოსანთა რიცხვიც, ახლა ჯგუფებში ხუთოსნებიც გაჩნდნენ და საგრძნობლად გაიზარდა ოთხოსანთა რიცხვი.

ჩვენ მიერ რეკომენდებული მეთოდით საქართველოს პოლიტექნიკურ ინსტიტუტში მათემატიკის სწავლებას აწარმოებდა დოცენტი ა. ბუაძე.

როგორც ჩატარებულმა ექსპერიმენტმა გვიჩვენა რეკომენდებული მეთოდის გამოყენება სასწავლო-აღმზრდელობით მუშაობაში კარგ შედეგს იძლევა.

ს ა რ ჩ ი მ ე ნ ი

შესავალი	3
თ ა ვ ი I	
§ 1. უმაღლეს სასწავლებლებში ფიზიკის სწავლების მეთოდის აუცილებლობა, მისი როლი და დანიშნულება	6
თ ა ვ ი II	
§ 2. ლექცია	12
§ 3. პრაქტიკულ-ლაბორატორიული მუშაობის მეთოდი	21
§ 4. საკონტროლო სამუშაოები	29
თ ა ვ ი III	
§ 5. ცოდნის შეფასების კრიტერიუმები	39
თ ა ვ ი IV	
§ 6. სტუდენტთა დამოუკიდებელი მუშაობის მეთოდი	47
§ 7. სწავლების ეფექტურობის შემოწმება	68
თ ა ვ ი V	
§ 8. სტუდენტთა წრეობრივი მუშაობა	71
§ 9. სწავლების ტექნიკური საშუალებები და დაპროგრამებული სწავლება	75
§ 10. სასწავლო სახელმძღვანელოები	80
§ 11. ფიზიკის კურსის შინაარსი უმაღლეს ტექნიკურ სასწავლებელში	82
§ 12. სასწავლო პროცესისა და სწავლის მოდელირება	90
თ ა ვ ი VI	
§ 13. სტუდენტთა დამოუკიდებელი მუშაობის დაგეგმვა ორგანიზაცია და მართვა	100
§ 14. ჩვენ მიერ რეკომენდებული მეთოდის ეფექტიანობის შემოწმებაზე ჩატარებული პედაგოგიური ექსპერიმენტის შედეგები	126

რედაქტორი გ. ნამიჩეიშვილი
გამომცემლობის რედაქტორი ა. კაკარავა
ტექნიკური რედაქტორი ი. ხუციშვილი
კორექტორი მ. ვაჩეიშვილი

სბ 476

გადაეცა წარმოებას 26.10.78. ხელმოწერილია დასაბუქდად 10.07.79.
უე 06757. საბუქდი ქალაღი № 60×90¹/₁₆, პირობითი ნაბუქდი
თაბახი 9,75. სააღრ.-საგაღრმც. თაბახი 9,15.

ტირაჟი 1000. შუკვეთის № 103, უე 06757

ფასი 50 კაბ.

თბილისის უნივერსიტეტის გაღრმცემღობა,
თბილისი, 380028, ი. კავკავაძის პროსპექტი, 14.
Издательство Тбилисского университета,
Тбилиси, 380028, пр. И. Чавчавадзе, 14.

თბილისის უნივერსიტეტის სტამბა,
თბილისი, 380028, ი. კავკავაძის პროსპექტი, 1.
Типография Тбилисского университета,
Тбилиси, 380028, пр. И. Чавчавадзе, 1.

Гелашвили Ной Иванович

**ВОПРОСЫ МЕТОДИКИ
ПРЕПОДАВАНИЯ ФИЗИКИ
В ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЯХ**

(на грузинском языке)

**Издательство Тбилисского университета
Тбилиси 1979**