

გამოცდების ეროვნული ცენტრი

როგორ მოვემზადოთ პედაგოგთა
სასერტიფიკაციო გამოცდისათვის

ფიზიკა

თბილისი

2013

შინაარსი

შესავალი	3
საგამოცდო პროგრამა	4
2012 წლის საგამოცდო ვარიანტი.....	7
სწორი პასუხები	17
2011 წლის საგამოცდო ვარიანტი, სწორი პასუხები და შეფასების სქემები	21
ექსპერიმენტულ დავალებათა ნიმუშები	41
2010 წელს გამოცემული კრებული	47

შესავალი

საქართველოს განათლებისა და მეცნიერების სამინისტროს გადაწყვეტილებით 2011 წლიდან ტარდება ფიზიკის მასწავლებელთა სასერტიფიკაციო გამოცდა, რომელიც ითვალისწინებს პედაგოგთა კვალიფიკაციის შემოწმებასა და შესაბამისი სერტიფიკატის გაცემას.

სასერტიფიკაციო გამოცდის მიზანია, შეამოწმოს მასწავლებელთა ცოდნისა და პედაგოგიური უნარების შესაბამისობა მასწავლებლის პროფესიული სტანდარტით (საბაზო და საშუალო საფეხური) გათვალისწინებულ მოთხოვნებთან.

სასერტიფიკაციო გამოცდის ტესტის მაქსიმალური შეფასება სავარაუდოდ იქნება 70 ქულა. მინიმალური კომპეტენციის ზღვარი შეადგენს 60%-ს, ანუ საჭირო იქნება მინიმუმ 43 ქულის დაგროვება.

2013 წელს იგეგმება სერტიფიცირებულ პედაგოგთა გამოცდა ექსპერიმენტალური უნარების— (ცდის დაგეგმვა, ჩატარება, მიღებული შედეგების ანალიზი) შესამოწმებლად.

კრებულში მოყვანილია ექსპერიმენტულ დავალებათა ნიმუშები.

წინამდებარე კრებული შექმნილია ეროვნული ცენტრის საბუნებისმეტყველო მეცნიერებათა ჯგუფისა და ცენტრთან არსებული საკონსულტაციო საბჭოს მიერ. მისი დანიშნულებაა ფიზიკის პედაგოგებს გააცნოს საგამოცდო პროგრამა, 2012 წლის საგამოცდო ვარიანტი და 2011 წელს გამოქვეყნებული კრებულის ტესტური დავალებების ნიმუშები. აგრეთვე ექსპერიმენტულ დავალებათა ნიმუშები. აქვე მოცემულია ამ დავალებათა სწორი პასუხები, ამოხსნები და შეფასების სქემები.

ვიმედოვნებთ, კრებულში მოცემული მასალა სათანადო დახმარებას გაგიწევთ სასერტიფიკაციო გამოცდისათვის მომზადებასა და სასურველი შედეგის მიღწევაში.

გთხოვთ, თქვენი შენიშვნები და წინადადებები გამოგზავნოთ მისამართზე:

ელ.ფოსტა: naec@naec.ge

გამოცდების ეროვნული ცენტრის

საბუნებისმეტყველო მეცნიერებათა ჯგუფი

საგამოცდო პროგრამა

საგამოცდო პროგრამა ფიზიკაში ეფუძნება საბაზო და საშუალო საფეხურის მასწავლებლის პროფესიულ სტანდარტს ფიზიკაში და შედგენილია გამოცდების ეროვნული ცენტრის საბუნებისმეტყველო მეცნიერებათა ჯგუფისა და ცენტრთან არსებული საკონსულტაციო საბჭოს მიერ. საბჭოს შემადგენლობაში შედიოდნენ საქართველოს უმაღლესი სასწავლებლების, კვლევითი ინსტიტუტებისა და საჯარო სკოლების წარმომადგენლები.

კინემატიკის საფუძვლები

მოძრაობის სახეები (წრფივი, მრუდწირული, რხევითი, ბრუნვითი). ტრაექტორია, გადაადგილება, წრფივი თანაბარი მოძრაობის სიჩქარე, საშუალო და მყისი სიჩქარე, მოძრაობის ფარდობითობა, სიჩქარეთა შეკრება. წრფივი თანაბარჩქარეული მოძრაობა. აჩქარება, სიჩქარე და გადაადგილება თანაბარჩქარეული მოძრაობის დროს. მრუდწირული მოძრაობა, სიჩქარე და აჩქარება მრუდწირული მოძრაობის დროს.

ურთიერთქმედება მექანიკაში

სხეულთა ურთიერთქმედება, ძალა. სიმძიმის, ხახუნის (უძრაობის და სრიალის), დრეკადობის ძალები, ჰუკის კანონი. ნიუტონის კანონები, მასა – ინერტულობის საზომი. მასა და წონა. სიმკვრივე. მსოფლიო მიზიდულობის კანონი. სხეულის იმპულსი, იმპულსის მუდმივობის კანონი, რეაქტიული მოძრაობა. სიმძიმის ცენტრი, წონასწორობა (მდგრადი, არამდგრადი, განურჩეველი). ძალის მომენტი, მარტივი მექანიზმები. მექანიკური მუშაობა და სიმძლავრე. ცვლადი ძალის მუშაობა. პოტენციური და კინეტიკური ენერგია, ერთი სახის ენერგიის გადასვლა მეორეში, ენერგიის მუდმივობის კანონი მექანიკაში.

მექანიკური რხევები და ტალღები

მექანიკური რხევა, ჰარმონიული რხევის განტოლება, რხევის მახასიათებელი პარამეტრები. თავისუფალი რხევა, იძულებითი რხევა, რხევის მიღევა, რეზონანსი. განივი და გრძივი ტალღა, ტალღის სიგრძე, ტალღის სიჩქარე. არეკვლა, დიფრაქცია, ინტერფერენცია. ბგერა, ბგერის წყაროები, ბგერის წარმოქმნა, გავრცელება და აღქმა. ექოს წარმოქმნა. ხმამაღლობა, ტონის სიმაღლე. ულტრაბგერა და ინფრაბგერა. დოპლერის ეფექტი.

ჰიდრო- და აეროსტატიკა, ჰიდროდინამიკა

წნევა. აირის წნევა, წნევა სითხეებში, პასკალის კანონი. ჰიდრავლიკური მანქანა. ატმოსფერული წნევა, ტორიჩელის ცდა. ამომგდები ძალა, არქიმედეს კანონი, სხეულთა ცურვის პირობები. სითხეთა დინება, ბერნულის კანონი.

ოპტიკა

სინათლის სხივის გავრცელების კანონზომიერებები, არეკვლა, გარდატეხა, სრული შინაგანი არეკვლა, შთანთქმა, დისპერსია. სხივთა სვლა ჩაზნექილ და ამოზნექილ ლინზებში, ბრტყელ, ჩაზნექილ და ამოზნექილ სარკეებში. გამოსახულების აგება ლინზაში და ბრტყელ სარკეში. თხელი ლინზის ფორმულა, ლინზის გამაღიებლობა. თანამედროვე ოპტიკური სისტემები, მათი მუშაობის პრინციპი. მხედველობა და მხედველობის ორგანოები, ახლომხედველობა და შორსმხედველობა, მხედველობის გაუმჯობესების გზები. ფოტომეტრია, სინათლის ძალა, განათებულობა. სინათლის გავრცელების სიჩქარე (სხვადასხვა მეცნიერის მიერ ჩატარებული გაზომვები). სინათლის ტალღური ბუნება, სინათლის ელექტრომაგნიტური თეორია. ფოტოეფექტი, ფოტონები, სინათლის კვანტური ბუნება.

სითბური მოვლენები

მოლეკულურ-კინეტიკური თეორიის ძირითადი დებულებები. მოლეკულურ-კინეტიკური თეორიის ძირითადი განტოლება, ტემპერატურა. ნივთიერების აგრეგატული მდგომარეობები,

გადასვლა ერთი აგრეგატული მდგომარეობიდან მეორეში. ფიზიკური მახასიათებლების ცვლილება ნივთიერების აგრეგატული მდგომარეობების ცვლილების დროს. თბოგამტარები და თბოიზოლატორები. ნივთიერებათა სითბური გაფართოება, წყლის ანომალია. სითბოს რაოდენობა, კუთრი სითბოტევადობა. გამყარება-დნობა, აორთქლება-კონდენსაცია, დუღილი, დუღილის ტემპერატურა, ნაჯერი ორთქლი, ნაჯერი ორთქლის წნევის დამოკიდებულება ტემპერატურაზე. დნობის და ორთქლადქცევის კუთრი სითბო, დნობისა და ორთქლადქცევისათვის საჭირო სითბოს რაოდენობა. წვის სითბო, სითბური ძრავები (შიგაწვის ძრავა, ტურბინა), ძრავის მქ. სითბური ენერგიის გადაცემის გზები (კონვექცია, გამოსხივება, თბოგამტარობა).

იდეალური აირი

იდეალური აირის მდგომარეობის განტოლება, იდეალური აირის კანონები. შინაგანი ენერგია. თერმოდინამიკის I და II კანონი, შექცევადი და შეუქცევადი პროცესები, აბსოლუტური ტემპერატურა, აბსოლუტური ნული.

მყარი სხეულის თვისებები

მყარი სხეულის მექანიკური თვისებები. დეფორმაცია, დეფორმაციის სახეები. სიმტკიცე, სიმტკიცის ზღვარი.

ელექტროსტატიკა

ორგვარი ელექტრული მუხტი. მუხტის მუდმივობის კანონი. სხეულთა დამუხტვა გავლენით და ხახუნით. ელექტრული ველი, ელ. ველის ძალწირები. დამუხტული სხეულების ურთიერთქმედება. ელ. მოვლენები ბუნებაში. კულონის კანონი, დიელექტრიკული შეღწევადობა. ელ. ველის დაძაბულობა, სუპერპოზიციის პრინციპი. ელ. ველის პოტენციალი, პოტენციალთა სხვაობა. ელექტროტევადობა, კონდენსატორი, ბრტყელი კონდენსატორის ელექტროტევადობა.

ელექტრული დენი

ელექტრული დენი. ელექტროგამტარები და იზოლატორები. დენის წყაროები. სტანდარტული ელექტროდული პოტენციალი. გალვანური ელემენტი. დენის ძალა, ძაბვა, გამტარის წინაღობა, წინაღობის დამოკიდებულება ტემპერატურაზე. ომის კანონი წრედის უბნისათვის. გამტართა პარალელური და მიმდევრობითი შეერთება. დენის მუშაობა და სიმძლავრე. დენის წყაროს ემმ, ომის კანონი სრული წრედისათვის. დენის სითბური და ქიმიური მოქმედება. ელექტრული დენი სითხეში, აირში და ვაკუუმში. ელექტროლიტური დისოციაციის თეორია, დისოციაციის ხარისხი და მუდმივა. ელექტროლიზის კანონები, ელექტროქიმიური ეკვივალენტი. ნახევარგამტარი, ელ. დენი ნახევარგამტარში.

მაგნიტური ველი

მაგნიტური ველი, ველის ძალწირები, დენის მაგნიტური მოქმედება, დენიანი გამტარების ურთიერთქმედება. მაგნიტური ველის ინდუქცია, მაგნიტური ნაკადი, ამპერის ძალა. ლორენცის ძალა. ცვლადი დენი, ცვლადი დენის გენერატორი. ელ. მაგნიტური ინდუქციის მოვლენა, ენერგიის გადაცემა და განაწილება. მაგნიტური ველის ენერგია. რხევითი კონტური, ენერგიის გარდაქმნა რხევით კონტურში. ცვლადი ელექტრული ველი, ელექტრომაგნიტური ტალღა, ელექტრომაგნიტური ტალღების სკალა.

ფარდობითობის თეორია

ფარდობითობის თეორიის ძირითადი ელემენტები, მისი შექმნის მნიშვნელობა.

ატომური და ბირთვული ფიზიკა.

რეზერვუორდის ცდა, ატომის პლანეტარული მოდელი, პერიოდულობის კანონი და პერიოდული სისტემა. ბორის პოსტულატები. ატომის ბირთვის აღნაგობა, პროტონისა და ნეიტრონის აღმოჩენა. ბუნებრივი რადიოაქტივობა (α , β და γ გამოსხივება). რადიოაქტიური გამოსხივების ბიოლოგიური ზემოქმედება, რადიოაქტიური დაშლის კანონი, ნახევარდაშლის პერიოდი. იზოტოპები. ბირთვული ძალები, ბირთვული რეაქტორი. ჯაჭვური რეაქცია. თერმობირთვული რეაქციები. ელემენტარულ ნაწილაკთა და ურთიერთქმედებათა თანამედროვე კლასიფიკაცია.

მათემატიკური აპარატი.

მოქმედებები რიცხვებზე. ფიზიკურ სიდიდეთა სხვადასხვა ერთეულის ერთმანეთთან კავშირი. რაოდენობების შედარების და შეფასების სხვადასხვა სტრატეგია. მოქმედებები ვექტორებზე. რიცხვითი მიმდევრობების, მწკრივებისა და ფუნქციათა თვისებები. დიფერენციალური და ინტეგრალური აღრიცხვის საფუძვლები. მონაცემთა წარმოდგენის ფორმები (ცხრილები, გრაფიკები, დიაგრამები).

ექსპერიმენტი

ცდის დაგეგმვა და ჩატარება. ცდის შედეგების ცხრილების, დიაგრამების, გრაფიკების საშუალებით წარმოდგენა. გაზომილი ფიზიკური სიდიდეების საშუალო მნიშვნელობის, აბსოლუტური ცდომილების (სტანდარტული გადახრის) და ფარდობითი ცდომილების განსაზღვრა მრავალჯერადი გაზომვისას.

გაზომილი ფიზიკური სიდიდეების აბსოლუტური ცდომილების და ფარდობითი ცდომილების განსაზღვრა ერთჯერადი გაზომვისას, ხელსაწყოთა დანაყოფის ფასის გათვალისწინებით. ჯამის, სხვაობის, ნამრავლისა და განაყოფის ცდომილებების მარტივი შეფასება.

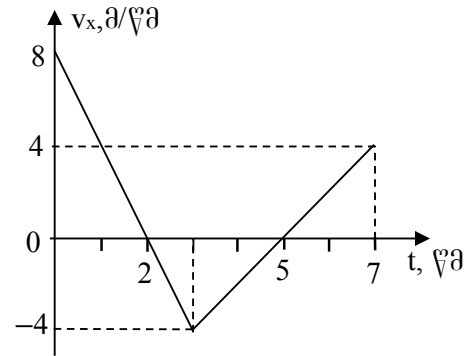
ფიზიკურ სიდიდეთა (მაგ.: მოცულობა, მასა, სიმკვრივე, ენერგია, იმპულსი, ხახუნის კოეფიციენტი, სიხისტე, რხევის პერიოდი და სიხშირე, კუთრი სითბოტევადობა, წინაღობა, კუთრი წინაღობა, დენის სიმძლავრე, კონდესატორის ელექტროტევადობა, დენის წყაროს პარამეტრები, კოჭას ხვიათა რიცხვი, ლინზის პარამეტრები და სხვა) გაზომვების სტანდარტული მეთოდები.

2012 წლის საგამოცდო ვარიანტი

ინსტრუქცია დავალებებისთვის № 1 – 26:

ამ დავალებებში ხუთი სავარაუდო პასუხიდან მხოლოდ ერთია სწორი. თითოეული დავალების სწორი პასუხი ფასდება 1 ქულით. პასუხების ფურცელზე დავალების შესაბამისი ნომრის ქვეშ მონახეთ უჯრა, რომელიც შეესაბამება თქვენ მიერ არჩეულ პასუხს და დასვით ნიშანი X.

ნახაზზე გამოსახულია x ღერძზე მოძრავი სხეულის სიჩქარის გეგმილის დროზე დამოკიდებულების გრაფიკი. გრაფიკიდან გამომდინარე შეასრულეთ 1–5 დავალებები:



1. რისი ტოლია აჩქარების გეგმილი დროის (0, 3წმ) შუალედში

- ა) (-4) მ/წმ² ბ) (-2) მ/წმ²
გ) 2 მ/წმ² დ) 4 მ/წმ² ე) 8 მ/წმ²

2. რისი ტოლია გადაადგილების გეგმილი დროის (0, 7წმ) შუალედში

- ა) (-4) მ ბ) (-3) მ გ) 3 მ დ) 6 მ ე) 18 მ

3. რისი ტოლია გავლილი მანძილი დროის (0, 7წმ) შუალედში

- ა) 3 მ ბ) 6 მ გ) 12 მ დ) 18 მ ე) 36 მ

4. რისი ტოლია გავლილი მანძილი დროის (6წმ, 7წმ) შუალედში

- ა) 1 მ ბ) 2 მ გ) 3 მ დ) 4 მ ე) 6 მ

5. საწყისი მომენტიდან რა დროში გაიარა სხეულმა 10 მ-ის ტოლი მანძილი?

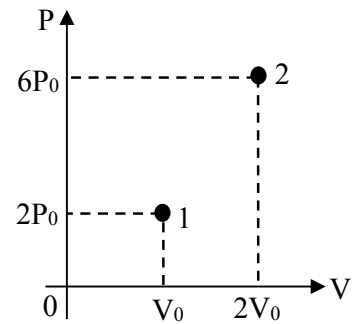
- ა) 1 წმ ბ) 2 წმ გ) 3 წმ დ) 4 წმ ე) 5 წმ

6. v_0 საწყისი სიჩქარით წრფივად და თანაბარჩქარებულად მოძრავი სხეულის სიჩქარე გზის ბოლოს არის v . ქვემოთ მოყვანილი გამოსახულებებიდან რომელი შეესაბამება სხეულის სიჩქარეს იმ მომენტში, როდესაც მან გაიარა გზის მესამედი?

- ა) $\frac{v+2v_0}{3}$ ბ) $\frac{2v+v_0}{3}$ გ) $\frac{\sqrt{2v^2-v_0^2}}{3}$ დ) $\sqrt{\frac{2v^2+v_0^2}{3}}$ ე) $\sqrt{\frac{v^2+2v_0^2}{3}}$

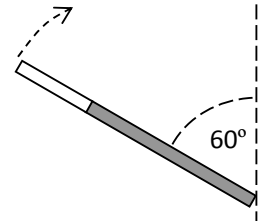
7. ნახაზზე მოყვანილ დიაგრამაზე გამოსახულია მოცემული მასის იდეალური აირის ორი მდგომარეობა. პირველ მდგომარეობაში აირის აბსოლუტური ტემპერატურაა T . რისი ტოლია აირის აბსოლუტური ტემპერატურა მეორე მდგომარეობაში?

- ა) T ბ) $2T$ გ) $3T$ დ) $4T$ ე) $6T$



8. მცირე დიამეტრის მენზურაში, რომელიც ვერტიკალიდან გადახრილია 60° კუთხით, ასხია სითხე. სითხის წონით გამოწვეული წნევა მენზურის ფსკერზე P -ს ტოლია. რისი ტოლი გახდება სითხის წონით გამოწვეული წნევა მენზურის ფსკერზე, თუ ვერტიკალიდან მენზურის გადახრის კუთხე შემცირდება 45° -მდე?

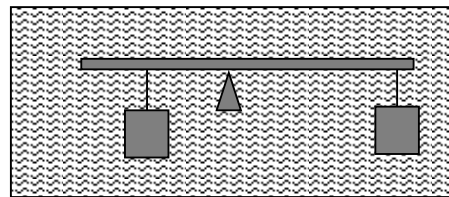
- ა) $\frac{\sqrt{6}}{2}P$ ბ) $\frac{2\sqrt{3}}{3}P$ გ) $\frac{4}{3}P$ დ) $\sqrt{2}P$ ე) $\sqrt{3}P$



9. ერთმანეთს შეურიეს ტოლი მასის ორი სითხე, მდინარის მტკნარი და ზღვის მარილიანი წყალი, რომელთა სიმკვრივეებია ρ_1 და ρ_2 . მიღებული ნარევის სიმკვრივე იქნება:

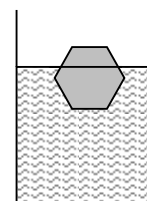
- ა) $\frac{\rho_1+\rho_2}{2}$ ბ) $\frac{\rho_1\rho_2}{2(\rho_1+\rho_2)}$ გ) $\frac{\rho_1\rho_2}{\rho_1+\rho_2}$ დ) $\sqrt{\rho_1\rho_2}$ ე) $\frac{2\rho_1\rho_2}{\rho_1+\rho_2}$

10. ტოლი მოცულობისა და განსხვავებული სიმკვრივის საწონებით ჰაერში გაწონასწორებული სასწორი მოათავსეს სითხეში. როგორ შეიცვლება სასწორის წონასწორობა?



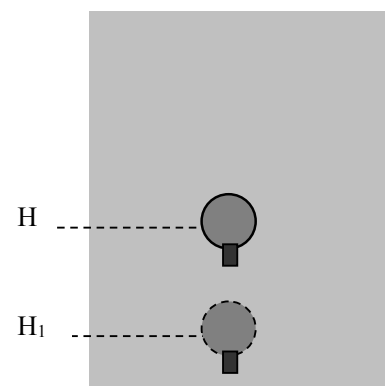
- ა) სასწორი დარჩება წონასწორობაში
- ბ) მარჯვენა საწონი აიწევს მაღლა
- გ) მარჯვენა საწონი დაიწევს დაბლა
- დ) პასუხი დამოკიდებულია საწონების სიმკვრივების შეფარდებაზე
- ე) პასუხი დამოკიდებულია საწონებისა და სითხის სიმკვრივებზე

11. ცილინდრულ ჭურჭელში, რომლის ფსკერის ფართობია S , ასხია ρ სიმკვრივის სითხე. ჭურჭელში ჩააგდეს m მასისა და V მოცულობის სხეული, რომელიც ტივტივებს სითხის ზედაპირზე. რომელი სიდიდეების ცოდნა აუცილებელი და საკმარისი ჭურჭელში სითხის დონის ცვლილების გამოსათვლელად?



- ა) S , ρ , და m
- ბ) S , ρ და V
- გ) S , m და V
- დ) ρ , m და V
- ე) S , ρ , m , და V

12. ჰაერით გაბერილი რეზინის ბუშტი, რომელზეც მიმაგრებულია ტყვიის ტვირთი, წყლის ზედაპირიდან ჩაძირეს H სიღრმეზე, სადაც ის წონასწორულ მდგომარეობაშია. შემდეგ ბუშტი ჩაძირეს H_1 სიღრმეზე. ამის შემდეგ როგორ იმოძრაებს ბუშტი?



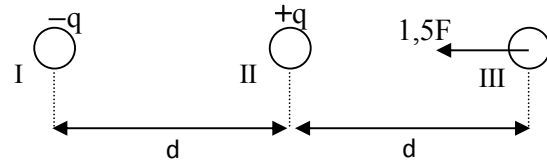
- ა) ბუშტი ჩაიძირება ფსკერამდე
- ბ) ბუშტი ამოტივტივდება წყლის ზედაპირზე
- გ) ბუშტი დაუბრუნდება H დონეს
- დ) ბუშტი დარჩება H_1 დონეზე
- ე) დაიწევს რხევას H დონის მიმართ

13. დაუჭიმავე L სიგრძის ზამბარის $L/4$ -ით გასაჭიმად საჭიროა A მუშაობის შესრულება. რისი ტოლი გახდება იგივე ზამბარის სიგრძე, თუ მის გასაჭიმად შესრულდება $4A$ მუშაობა?

- ა) $1,5L$
- ბ) $1,75L$
- გ) $2L$
- დ) $2,5L$
- ე) $4L$

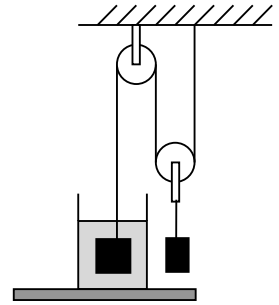
14. I და II მუხტებს შორის მიზიდულობის ძალა F -ის ტოლია. რისი ტოლია III მუხტი, თუ მასზე მოქმედი ძალა ტოლია $1,5F$ (იხ. ნახ.)?

- ა) $-3q$ ბ) $-2q$ გ) $1,2q$
 დ) $2q$ ე) $3q$



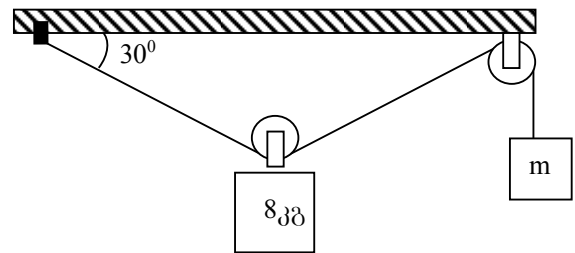
15. ნახაზზე გამოსახული სისტემა წონასწორობაშია. სითხეში მოთავსებული საწონის მოცულობა 2-ჯერ მეტია მეორე საწონის მოცულობაზე. საწონები დამზადებულია ρ სიმკვრივის ნივთიერებისაგან. ჭოჭონაქები უწონოა. ხახუნი უგულებელყავით. რისი ტოლია სითხის სიმკვრივე?

- ა) $\rho/8$ ბ) $\rho/6$ გ) $\rho/4$ დ) $\rho/2$ ე) $3\rho/4$



16. ნახატზე გამოსახული სისტემა წონასწორობაშია. რისი ტოლია m ?

- ა) 4 კგ ბ) $4\sqrt{3}$ კგ გ) 8 კგ
 დ) $8\sqrt{3}$ კგ ე) 16 კგ

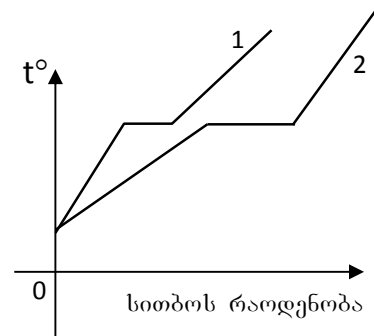


17. დახშულ ჭურჭელში მოთავსებული ორატომიანი აირის წნევა P -ს ტოლია. მოლეკულათა ნახევარი დაიშალა ატომებად. რისი ტოლი გახდება აირის წნევა? (ტემპერატურა უცვლელია)

- ა) P ბ) $1,5 P$ გ) $2 P$ დ) $2,5 P$ ე) $3 P$

18. ნახაზზე მოცემულია ტოლი მასის ორი სხვადასხვა სხეულის დნობის გრაფიკი. როგორ თანაფარდობაშია ამ სხეულების კუთრი სითბოტევადობები მყარ მდგომარეობაში c_1 და c_2 , და დნობის კუთრი სითბოები λ_1 და λ_2 ?

- ა) $c_1 > c_2$, $\lambda_1 > \lambda_2$ ბ) $c_1 > c_2$, $\lambda_1 < \lambda_2$
 გ) $c_1 < c_2$, $\lambda_1 > \lambda_2$ დ) $c_1 < c_2$, $\lambda_1 < \lambda_2$
 ე) $c_1 < c_2$, $\lambda_1 = \lambda_2$



19. ბრტყელი სარკე ირხევა A ამპლიტუდით თავისი ზედაპირის მართობული მიმართულებით. რა მანძილს გაივლის უძრავი საგნის გამოსახულება სარკის რხევის პერიოდის განმავლობაში?

- ა) 0 ბ) $2A$ გ) $4A$ დ) $8A$ ე) $16A$

20. ერთმანეთს შეეჯახა შემხვედრი მიმართულებით ტოლი სიჩქარეებით მოძრავი ბურთულები. ერთ-ერთი ბურთულას მასა ორჯერ მეტია მეორის მასაზე. ბურთულები ერთმანეთს მიეწება. განსაზღვრეთ, საწყისი მექანიკური ენერგიის რა ნაწილი გარდაიქმნა სითბურ ენერგიად.

- ა) $1/3$ ბ) $4/9$ გ) $2/3$ დ) $3/4$ ე) $8/9$

21. იმ მომენტში, როდესაც რხევით კონტურში კონდენსატორის ენერგია 3-ჯერ მეტია კოჭას ენერგიაზე, დენის ძალა კოჭაში არის I . რისი ტოლია მაქსიმალური დენის ძალა კოჭაში?

- ა) $2 \cdot I$ ბ) $3 \cdot I$ გ) $4 \cdot I$ დ) $9 \cdot I$ ე) $16 \cdot I$

22. ლითონიდან ელექტრონის გამოსვლის მუშაობაა A . ლითონი დაასხივეს ორი სხვადასხვა სიხშირის სინათლით. პირველი სინათლით ამოგდებული ელექტრონების მაქსიმალური კინეტიკური ენერგიაა $3A$, ხოლო მეორე სინათლით ამოგდებულის კი – $4A$. რისი ტოლია პირველი სინათლის სიხშირის შეფარდება მეორის სიხშირესთან?

- ა) $1/2$ ბ) $3/4$ გ) $4/5$ დ) $4/3$ ე) $5/4$

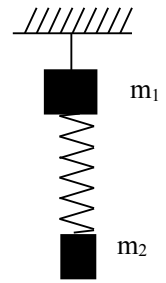
23. რადიაქტიური ნივთიერების ნახევარდაშლის პერიოდია 15 წუთი. ნივთიერების რა ნაწილი დაიშლება 45 წუთში?

- ა) $1/8$ ბ) $2/3$ გ) $3/4$ დ) $7/8$ ე) სულ დაიშლება

24. სინათლის წერტილოვანი წყარო მოთავსებულია წყალში 1 მ სიღრმეზე. რას უდრის წყლის ზედაპირზე იმ წრის ფართობი, რომლის საზღვრებში შესაძლებელია წყაროს გამოსხივებული სინათლის ჰაერში გასვლა? წყლის აბსოლუტური გარდატეხის მაჩვენებელია $4/3$.

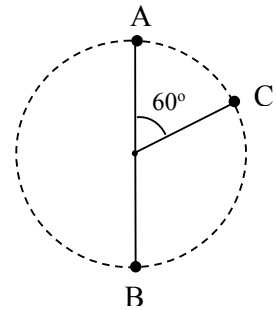
- ა) $3\pi/7 \text{ მ}^2$ ბ) $4\pi/7 \text{ მ}^2$ გ) $9\pi/7 \text{ მ}^2$ დ) $4\pi/3 \text{ მ}^2$ ე) $16\pi/9 \text{ მ}^2$

25. $m_1=2m$ მასის სხეული ძაფითაა დაკიდებული ჭერზე. სხეულზე მიამაგრეს მსუბუქი ზამბარა, რომელზედაც დაკიდებულია $m_2=m$ მასის სხეული. თავდაპირველად სხეულები უძრავია. ძაფი გადაწვეს. რისი ტოლია უშუალოდ გაწყვეტის შემდეგ პირველი და მეორე სხეულების აჩქარებები? თავისუფალი ვარდნის აჩქარებაა g .



- ა) $a_1=g$; $a_2=0$ ბ) $a_1=3g/2$; $a_2=0$ გ) $a_1=3g/2$; $a_2=g/2$
 დ) $a_1=2g$; $a_2=g/2$ ე) $a_1=2g$; $a_2=g$

26. ღეროზე დამაგრებულ სხეულს თანაბრად აბრუნებენ წრეწირზე ვერტიკალურ სიბრტყეში. A წერტილის გავლის მომენტში ღერო შეკუმშულია. ღეროს მხრიდან სხეულზე მოქმედი დრეკადობის ძალა A წერტილში 3-ჯერ განსხვავდება დრეკადობის ძალისაგან B წერტილში. გამოთვალეთ ამ სხეულის აჩქარება C წერტილში.



- ა) $2,5 \text{ მ/წმ}^2$ ბ) 5 მ/წმ^2 გ) 8 მ/წმ^2
 დ) 10 მ/წმ^2 ე) 20 მ/წმ^2

ინსტრუქცია დავალებებისთვის № 27 – 29:

უნდა იპოვოთ შესაბამისობა ორ ჩამონათვალში მოცემულ სიდიდეებს ან ობიექტებს შორის. ცხრილი შეავსეთ შემდეგნაირად: ციფრებით დანომრილ თითოეულ სიდიდეს ან ობიექტს შეუსაბამეთ ანბანით დანომრილი სიდიდე ან ობიექტი და დასვით ნიშანი X ცხრილის სათანადო უჯრაში. გაითვალისწინეთ: ერთი ჩამონათვალის რომელიმე სიდიდეს ან ობიექტს შეიძლება შეესაბამებოდეს ერთი, ერთზე მეტი ან არც ერთი – მეორე ჩამონათვალიდან. არ დაგავიწყდეთ შედეგების პასუხების ფურცელზე გადატანა!!!

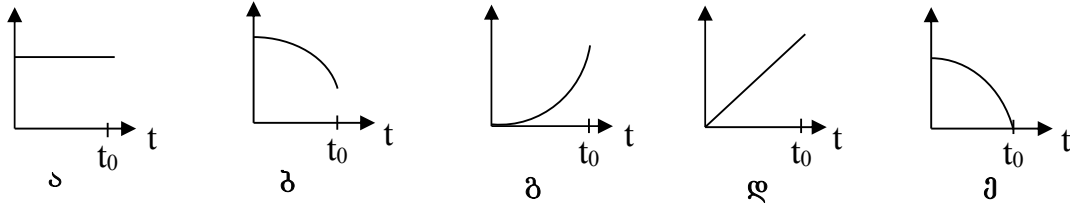
27. დაამყარეთ შესაბამისობა ერთეულებსა და მათ კომბინაციებს შორის.

- | | |
|---------------|---------------------------|
| 1. ამპერი (ა) | ა. ფ·ვტ /ა |
| 2. ვოლტი (ვ) | ბ. კვ |
| 3. კულონი (კ) | გ. კ·ვტ /ჯ |
| 4. ომი | დ. ა ² ·ომი |
| 5. ფარადა (ფ) | ე. $\sqrt{3\text{ტ·ომი}}$ |
| 6. ვატი (ვტ) | ვ. ვ ² /ვტ |
| 7. ჯოული (ჯ) | ზ. კ /(ა·ომი) |

	1	2	3	4	5	6	7
ა							
ბ							
გ							
დ							
ე							
ვ							
ზ							

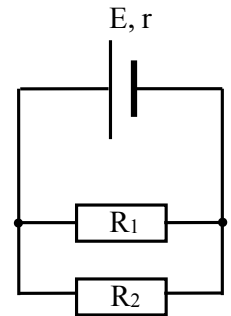
28. არაგლუვ ზედაპირიანი დახრილი სიბრტყის წვეროდან სხეული იწყებს სრიალს უსაწყისო სიჩქარით და t_0 მომენტში აღწევს ფუძეს. დაამყარეთ შესაბამისობა ჩამოთვლილ ფიზიკურ სიდიდეებსა და მათი t დროზე დამოკიდებულების გრაფიკებს შორის.

1. სიჩქარე 2. გაედილი მანძილი 3. აჩქარება 4. კინეტიკური ენერგია
5. პოტენციური ენერგია 6. სრული მექანიკური ენერგია



	1	2	3	4	5	6
ა						
ბ						
ბ						
დ						
ე						

29. პარალელურად შეერთებული R_1 და R_2 წინაღობის რეზისტორი მიერთებულია დენის წყაროსთან, რომლის ემ ძალაა E , ხოლო შიგა წინააღობაა r (იხ. ნახ.). დაამყარეთ შესაბამისობა ქვემოთ ჩამოთვლილ ფიზიკურ სიდიდეებსა და მათ გამომსახველ ფორმულებს შორის.



ა. I_1 (დენის ძალა R_1 წინააღობის რეზისტორში)

ბ. I_2 (დენის ძალა R_2 წინააღობის რეზისტორში)

გ. U (ძაბვა დენის წყაროს მომჭერებს შორის)

- $\frac{E R_1 R_2}{R_1 R_2 + R_1 r + R_2 r}$
- $\frac{E R_1}{R_1 R_2 + R_1 r + R_2 r}$
- $\frac{E r (R_1 + R_2)}{R_1 R_2 + R_1 r + R_2 r}$
- $\frac{E R_2}{R_1 R_2 + R_1 r + R_2 r}$

	1	2	3	4
ა				
ბ				
გ				

ინსტრუქცია დავალებებისათვის 30 – 32:

მოკლედ, მაგრამ ნათლად წარმოადგინეთ პასუხების ფურცელზე დავალებების ამოხსნის გზა. წინააღმდეგ შემთხვევაში თქვენი პასუხი არ შეფასდება.

30. გლუვ ზედაპირზე მოთავსებული m მასის სხეულზე მიმაგრებულია k სიხისტის ზამბარის ერთი ბოლო, ხოლო ზამბარის მეორე ბოლო მიმაგრებულია კედელზე. სხეული გადახარეს წონასწორობის მდებარეობიდან x_0 -ით და გაათავისუფლეს. სხეულმა დაიწყო რხევა. აღნიშნეთ წონასწორობიდან გადახრის ნებისმიერ მომენტში x -ით.

1. ნიუტონის მეორე კანონის გამოყენებით დაწერეთ სხეულის მოძრაობის განტოლება დიფერენციალური სახით.
2. შეამოწმეთ, რომ მიღებული დიფერენციალური განტოლების ამონახსნია შემდეგი ჰარმონიული ფუნქცია: $x = x_0 \sin \omega t$ განსაზღვრული ω -თვის. გამოსახეთ ω პირობაში მოცემული სიდიდეებით.
3. დაადგინეთ კავშირი ω -სა და რხევის T პერიოდს შორის.

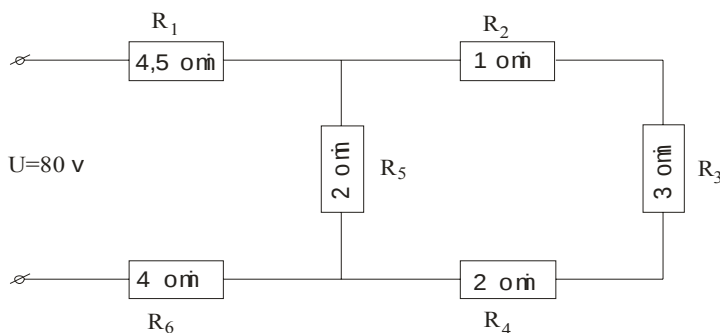
31. სხეულზე მოქმედი ძალა დროის განმავლობაში იცვლება კანონით:

$$F(t) = F_0 + At + Bt^3.$$

ფორმულაში შემავალი კოეფიციენტების რიცხვითი მნიშვნელობები SI სისტემაში არის: $F_0 = 5$, $A = 3$ და $B = 2$.

1. დაადგინეთ ამ კოეფიციენტების განზომილებები
2. იპოვეთ სხეულის იმპულსის ცვლილება $1^{\text{წმ}}$ -დან $2^{\text{წმ}}$ -მდე დროის შუალედში.

32. ნახაზზე მოცემული ინფორმაციის გამოყენებით გამოთვალეთ:



1. წრედის საერთო წინაღობა
2. R_5 წინაღობაში გამავალი დენის ძალა
3. ძაბვის ვარდნა R_4 წინაღობაზე

33. კლასში მოსწავლეებს ამოსახსნელად მიეცით შემდეგი ამოცანა: მოცემული გვაქვს ქანქარა, რომელიც წარმოადგენს L სიგრძის ძაფზე ჩამოკიდებულ მცირე ზომის ბურთულას. რა მინიმალური ჰორიზონტალური v სიჩქარე უნდა მივანიჭოთ ბურთულას, რომ მან სრული ბრუნი შეასრულოს ვერტიკალურ სიბრტყეში?

პირველმა მოსწავლემ ამოცანა ამოხსნა შემდეგი გზით:

$$mv^2/2 = 2mgL \quad v = \sqrt{4gL}$$

მეორემ კი შემდეგნაირად:

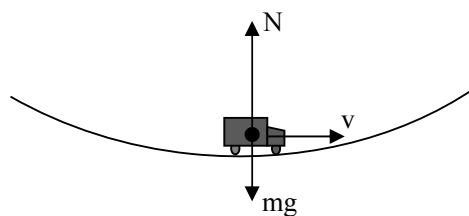
$$mv^2/2 = 2mgL + mu^2/2, \text{ სადაც } u \text{ ბურთულას სიჩქარეა ზედა წერტილში.}$$

ზედა წერტილის გავლის მომენტში ძაფის დაჭიმულობის ძალა T უნდა იყოს mg -ს ტოლი, რათა ბურთულამ არ დაიწყოს ვარდნა და გააგრძელოს წრეწირზე მოძრაობა.

$$T + mg = mu^2/L, \quad 2mg = mu^2/L, \quad u^2 = 2gL, \quad mv^2/2 = 2mgL + m \cdot 2gL/2, \quad v = \sqrt{6gL}$$

1. აუხსენით პირველ მოსწავლეს მის მიერ დაშვებული შეცდომის არსი.
2. როგორი ქანქარა უნდა ყოფილიყო მოცემული ამოცანის პირობაში, რომ პირველი მოსწავლის ამოხსნა სწორი ყოფილიყო?
3. აუხსენით მეორე მოსწავლეს მის მიერ დაშვებული შეცდომის არსი.
4. მოიყვანეთ ამოცანის სწორი ამოხსნა.

34. ფიზიკის ერთ-ერთ სახელმძღვანელოში მოყვანილ ნახაზზე გამოსახულია ჩახნეკილი ხიდის ქვედა წერტილის გავლისას ავტომობილზე მოქმედი ძალები:



მოსწავლემ გაიკვირვა: ავტომობილზე ზევით მოქმედი N ძალა მეტია ქვევით მოქმედ სიმძიმის mg ძალაზე. მაშინ ავტომობილი კი არ დააწვება ხიდს, არამედ აფრინდება ჰაერში.

როგორ განუმარტავთ მოსწავლეს მოვლენის არსს?

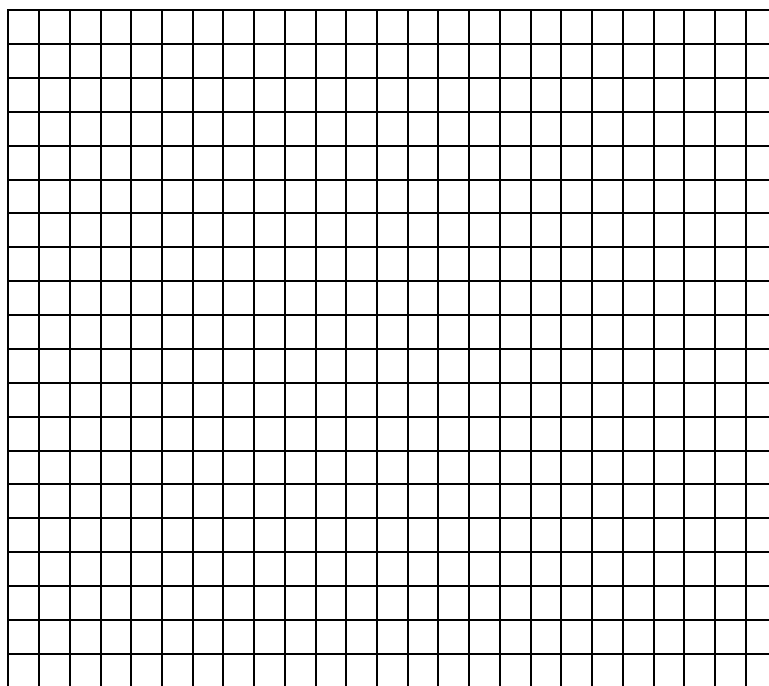
35. თქვენ გადაწყვიტეთ გაზომოთ თავისუფალი ვარდნის აჩქარება მათემატიკური ქანქარის მოდელის საფუძველზე. ამისათვის იკვლევდით ქანქარის რხევის T პერიოდის დამოკიდებულებას ქანქარის L სიგრძეზე. იზომებოდა 10 რხევის $t=10T$ დრო ქანქარის სხვადასხვა სიგრძისათვის. მიღებული შედეგები მოყვანილია ცხრილში:

1	$L, მ$	0.25	0.4	0.6	0.8	1
2	$t, წმ$	10	13	15	18	20

1. მოიყვანეთ ქანქარას რხევის პერიოდის ფორმულა.
2. გამოთვალეთ მეათედის სიზუსტით T^2 -ის მნიშვნელობები და შეიტანეთ ქვემოთ მოყვანილ ცხრილში (პასუხების ფურცელზე გადაიტანეთ მხოლოდ მე-3 სტრიქონის თქვენ მიერ შევსებული ნაწილი):

1	$L, მ$	0.25	0.4	0.6	0.8	1
2	$t, წმ$	10	13	15	18	20
3	$T^2, წმ^2$					

ააგეთ T^2 -ის L -ზე დამოკიდებულების გრაფიკი. მიუთითეთ ღერძებზე გადაზომილი სიდიდეები და მათი ერთეულები. შეარჩიეთ მასშტაბი ორივე ღერძისთვის. დასვით გაზომვების შესაბამისი წერტილები (ექსპერიმენტული წერტილები). გაატარეთ ექსპერიმენტული მრუდი.



3. თქვენ მიერ 1. პუნქტში მოყვანილი თეორიული ფორმულისა და ექსპერიმენტული მრუდის გამოყენებით განსაზღვრეთ თავისუფალი ვარდნის g აჩქარება.

სწორი პასუხები:

დავალებები №1–26

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
ა	x										x	x	x								x					
ბ										x				x			x								x	x
გ				x	x											x						x		x		
დ		x	x					x										x	x				x			
ქ						x	x		x						x					x						

ყოველი დავალების სწორი პასუხი ფასდება 1 ქულით, ხოლო მცდარი პასუხი – 0 ქულით.

27. (მაქსიმალური–6 ქულა)

სწორი პასუხი:

	1	2	3	4	5	6	7
ა			x				
ბ							x
გ	x						
დ						x	
ქ		x					
ჟ				x			
ზ					x		

მიღებული ქულა უდრის სწორად შევსებული სვეტების რიცხვს მინუს ერთი.

28. (მაქსიმალური–6 ქულა)

სწორი პასუხი:

	1	2	3	4	5	6
ა			x			
ბ						x
გ		x		x		
დ	x					
ქ					x	

:

მიღებული ქულა უდრის სწორად შევსებული სვეტების რიცხვს

29. (მაქსიმალური–3 ქულა)

სწორი პასუხი:

	1	2	3	4
ა				x
ბ		x		
გ	x			

მიღებული ქულა უდრის სწორად შევსებული სტრიქონების რიცხვს

30. (მაქსიმალური-5 ქულა)**ამოხსნა:**

1. $F_x = \max, F_x = -kx, a_x = \ddot{x}$, საიდანაც მიიღება: $\ddot{x} = -\frac{k}{m}x \quad \ddot{x} = -\frac{k}{m}x$

(2 ქულა)

2. $\dot{x} = (x_0 \sin \omega t) = \omega x_0 \cos \omega t, \ddot{x} = (\omega x_0 \dot{\cos \omega t}) = -\omega^2 x_0 \sin \omega t = -\omega^2 x$

გხედავთ, რომ $x = x_0 \sin \omega t$ ჰარმონიული ფუნქცია იქნება მიღებული

დიფერენციალური განტოლების ამონახსენი, თუ $\omega^2 = \frac{k}{m}$ ანუ $\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$.

(2 ქულა)

3. რადგანაც პერიოდი არის უმცირესი დრო, რომლის შემდეგაც მოძრაობა მეორდება, ამიტომ თუ t -ს შევცვლით $(t+T)$ -თი, მაშინ სინუსის არგუმენტი უნდა შეიცვალოს 2π -ით. ე.ი. $\omega T = 2\pi$, საიდანაც $T = \frac{2\pi}{\omega}$.

(1 ქულა)**31. (მაქსიმალური-5 ქულა)****ამოხსნა:**

1. $[F_0] = 6, [A] = 6/\text{წმ}, [B] = 6/\text{წმ}^3$.

(2 ქულა)

2. $\Delta p = \int_{t_1}^{t_2} F(t) dt = \int_1^2 (5 + 3t + 2t^3) dt$

$$\Delta p = \left(5t + 3 \frac{t^2}{2} + 2 \frac{t^4}{4} \right) \Big|_1^2 = \left(5 \cdot 2 + 3 \cdot \frac{2^2}{2} + 2 \cdot \frac{2^4}{4} \right) - \left(5 \cdot 1 + 3 \cdot \frac{1^2}{2} + 2 \cdot \frac{1^4}{4} \right) = 176 \text{ წმ}$$

(3 ქულა)**32 (მაქსიმალური-5 ქულა)****ამოხსნა:**

1. R_2, R_3 და R_4 წინაღობები ერთმანეთთან შეერთებულია მიმდევრობით. მათი საერთო წინაღობაა $R' = R_2 + R_3 + R_4 = 6$ ომი.

R' წინაღობა შეერთებულია R_5 წინაღობასთან პარალელურად. მათი საერთო წინაღობაა $R'' = R' R_5 / (R' + R_5) = 1,5$ ომი.

R'', R_1 და R_6 წინაღობები მიმდევრობითაა შეერთებული. მათი საერთო წინაღობაა მოცემული წრედის სრული წინაღობა $R = R_1 + R'' + R_6 = 10$ ომი.

(2 ქულა)

2. წრედში სრული დენის ძალაა $I = U/R = 8$ ა. ძაბვა R'' წინაღობაზე, რომელიც ემთხვევა ძაბვას R_5 წინაღობაზე არის $U'' = I R'' = 12$ ვ. საძებნი დენის ძალა R_5 წინაღობაში არის $I_5 = U''/R_5 = 6$ ა.

(2 ქულა)

3. U'' ძაბვა არის ძაბვა R' წინაღობაზე, ამიტომ დენის ძალა R' -ში და შესაბამისად R_4 წინაღობაშიც არის $I_4 = U''/R' = 2$ ა, ხოლო ძაბვა ამ წინაღობაზე $U_4 = I_4 R_4 = 4$ ვ.

(1 ქულა)

33. (მაქსიმალური–6 ქულა)

ამოხსნა:

1. პირველმა მოსწავლემ ჩათვალა, რომ ტრაექტორიის ზედა წერტილში ბურთულას სიჩქარე ნულის ტოლია. ეს შეცდომაა. თუ ბურთულას მივანიჭებდით გამოთვლილ სიჩქარეს, მაშინ ძაფი გზაში მოეშვებოდა და ბურთულა მოძრაობას პარაბოლაზე გააგრძელებდა, როგორც ჰორიზონტისადმი კუთხით გასროლილი სხეული.

(2 ქულა)

2. ქანქარა უნდა ყოფილიყო უმასო ღეროზე მიმაგრებული ბურთულა.

(1 ქულა)

3. მეორე მოსწავლის შეცდომა ისაა, რომ მინიმალური სიჩქარის დროს ძაფის დაჭიმულობის ძალა ტრაექტორიის ზედა წერტილში ნულის ტოლი უნდა იყოს. ანუ მოსწავლის მიერ ნაპოვნი სიჩქარე არაა მინიმალური.

(1 ქულა)

4. გამოვიყენოთ ნიუტონის II კანონი ზედა წერტილის გავლის მომენტში: $T + mg = mu^2/L$, სადაც u ბურთულას სიჩქარეა ზედა წერტილში. მინიმალური სიჩქარის შემთხვევაში $T=0 \Rightarrow u^2 = gL$. მექანიკური ენერგიის მუდმივობის კანონის თანახმად, $mv^2/2 = 2mgL + mu^2/2$. შევიტანოთ ამ ტოლობაში u^2 -ის მნიშვნელობა. მიიღება, რომ $v = \sqrt{5gL}$.

(2 ქულა)

34. (მაქსიმალური–3 ქულა)

პასუხის ერთ-ერთი შესაძლო ვარიანტი:

მოსწავლეს აქვს მცდარი წარმოდგენა, რომ ძალის მიმართულება და მოძრაობის მიმართულება აუცილებლად ერთი და იგივეა, რაც მცდარია. ერთი და იგივე მიმართულება აქვს ძალას და აჩქარებას. თუ სხეულზე მოქმედი ძალების ტოლქმედს აქვს ვერტიკალის გასწვრივ ზევით მიმართული გეგმილი, მაშინ სხეული შეიძლება ქვევით ეშვებოდეს შენელებულად ან ზევით ადიოდეს აჩქარებულად. ჩვენს შემთხვევაში, მოძრაობს რა ჩაზნექილი ხიდის გასწვრივ, სხეული ნახაზზე გამოსახულ მომენტამდე ეშვება ქვევით შენელებულად – “დაფრინდება”, ხოლო ამის შემდეგ ადის ზევით აჩქარებულად – “აფრინდება” ეს კი სწორედ იმის წყალობით ხდება, რომ ხიდიდან მოქმედი N დრეკადობის ძალის და mg სიმძიმის ძალის ტოლქმედს ჩაზნექილ ხიდზე მოძრაობისას აქვს ვერტიკალურად ზევით მიმართული მდგენელი.

35. (მაქსიმალური-5 ქულა)

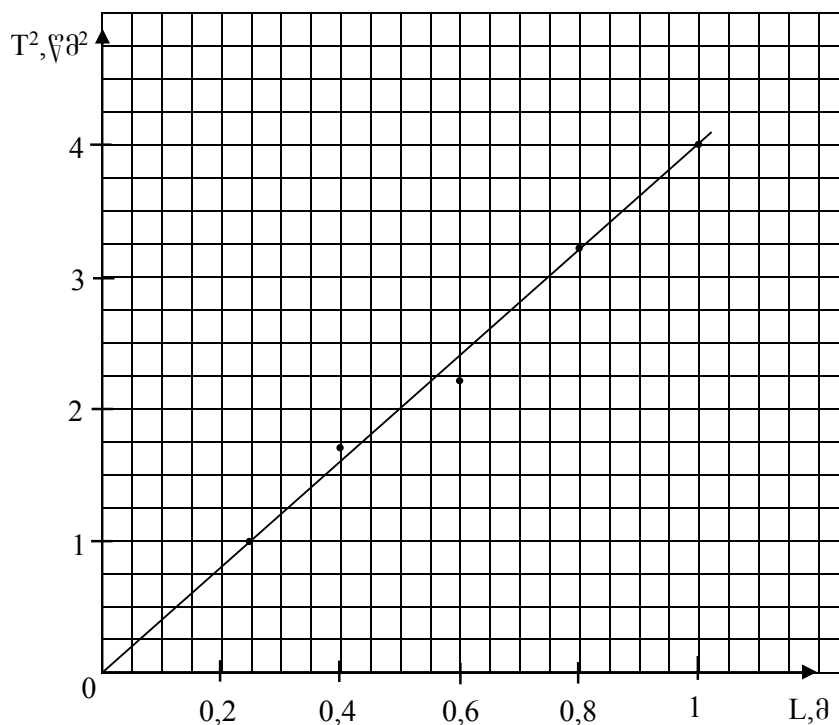
ამოხსნა:

1.
$$T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}}$$

(1 ქულა)

2.

1	L, მ	0.25	0.4	0.6	0.8	1
2	t, წმ	10	13	15	18	20
3	T ² , წმ ²	1	1,7	2,2	3,2	4



(2 ქულა)

3. $T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}}$ ფორმულიდან გამომდინარეობს, რომ $T^2 = \frac{4\pi^2}{g} L$. ამრიგად, T^2 არის L -ის წრფივი ფუნქცია. L ღერძთან გრაფიკის დახრის კუთხის ტანგენსია $\frac{4\pi^2}{g}$. დახაზული გრაფიკის გამოყენებით მიიღება, რომ $\frac{4\pi^2}{g} = 4$, საიდანაც $g=9,9$ მ/წმ².

(2 ქულა)

2011 წლის საგამოცდო ვარიანტი, სწორი პასუხები და შეფასების სქემები.

ინსტრუქცია დაავალდებულებისთვის № 1 – 30:

ამ დაავალდებულებებში ხუთი სავარაუდო პასუხიდან მხოლოდ ერთია სწორი. თითოეული დაავალდების სწორი პასუხი ფასდება 1 ქულით.

1. წერტილი მოძრაობს სიბრტყეზე შემდეგი კანონის მიხედვით:

$$x = 3t - 2; \quad y = t^2 - 2t - 3,$$

სადაც კოორდინატები იზომება მეტრებში, დრო კი – წამებში. იპოვეთ წერტილის სიჩქარის მოდული $t = 3$ წმ მომენტში.

- ა) 1 მ/წმ ბ) $\sqrt{10}$ მ/წმ გ) 4 მ/წმ დ) 5 მ/წმ ე) 7 მ/წმ

ამოხსნა:

$$v_x = dx/dt = 3, \quad v_y = dy/dt = 2t - 2 = 4$$

$$v = (v_x^2 + v_y^2)^{1/2} = (9 + 16)^{1/2} = 5$$

2. ჩოგბურთის ბურთი მართობულად ეჯახება კედელს და აირეკლება მისგან. ამ დროს იგი კარგავს თავისი კინეტიკური ენერგიის 64 %-ს. რამდენი პროცენტით შემცირდა მისი სიჩქარე?

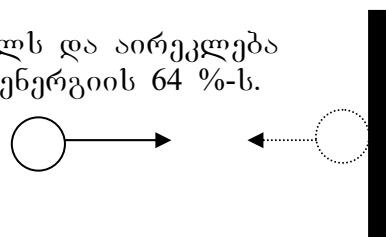
- ა) 36 ბ) 40 გ) 64 დ) 80 ე) 94

ამოხსნა:

$$\text{დაჯახებამდე } E_k = mV^2/2,$$

$$\text{დაჯახების შემდეგ } e_k = mv^2/2 = (1 - 0,64) E_k = 0,36 E_k = 0,36 mV^2/2$$

$$v^2 = 0,36 V^2, \quad v = 0,6V, \quad \text{ე.ი. სიჩქარე შემცირდა } 40\% \text{ -ით}$$



3. დაუჭიმავი ზამბარის X-ით გასაჭიმად A მუშაობა შესრულდა. რა მუშაობა უნდა შევასრულოთ ამის შემდეგ, რომ ზამბარა კიდევ 2X-ით გაგჭიმოთ?

- ა) 2 A ბ) 3 A გ) 5 A დ) 6 A ე) 8 A

ამოხსნა:

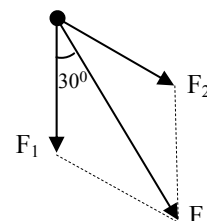
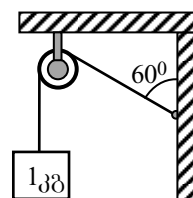
გაუჭიმავი ზამბარის x-ით გასაჭიმად საჭირო მუშაობაა $A = kx^2/2$, ხოლო 3x-ით გასაჭიმად – $A_1 = k(3x)^2/2 = 9A$. მაშასადამე საძებნი მუშაობაა $A_2 = A_1 - A = 8A$

4. ჭოჭონაქზე ჩამოკიდებულია 1კგ მასის ტვირთი (იხ. ნახ.). კუთხე კედელზე მიმაგრებულ ძაფსა და კედელს შორის შეადგენს 60° -ს. რისი ტოლია ჭოჭონაქის ღერძზე მოქმედი ძალა?

- ა) $\frac{10\sqrt{3}}{3}$ ნ ბ) $\frac{10\sqrt{3}}{2}$ ნ გ) 10 ნ დ) $10\sqrt{36}$ ე) 20 ნ

ამოხსნა:

თოკის დაჭიმულობის ძალა ტოლია $F_1 = F_2 = mg = 10$ ნ. კუთხე ჭოჭონაქზე გადაჭიმულ თოკის მონაკვეთებს შორის, და ე.ი მასზე



მოქმედ F_1 და F_2 ძალებს შორის 60° -ის ტოლია. კუთხე F_1 და F ძალებს შორის 30° -ის ტოლია.

$$F = 2 F_1 \cos 30^\circ = 2 F_1 \frac{\sqrt{3}}{2} = 10\sqrt{3}6$$

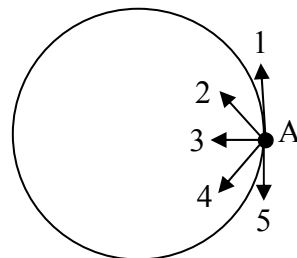
5. ორი უძრავი, m და $M=4m$ მასის სხეული, მათზე ტოლი მუდმივი ძალების მოქმედების შედეგად, ერთდროულად იწყებს თანაბრად აჩქარებულ მოძრაობას. t დროის შემდეგ მათი კინეტიკური ენერგიების შეფარდება E_m/E_M იქნება:

- ა) $1/4$ ბ) $1/2$ გ) 1 დ) 2 ე) 4

ამოხსნა:

თითოეული სხეულის შეძენილი იმპულსი ტოლია მათზე მოქმედი ძალისა და ძალის მოქმედების დროის ნამრავლის. ტოლი ძალების მოქმედებით ერთი და იგივე დროში ისინი შეიძენენ ტოლ იმპულსებს: $p_m=p_M=Ft$. აღვნიშნოთ ეს იმპულსი p ასოთი. მაშინ, $E_m=p^2/2m$, $E_M=p^2/2M$ და $E_m/E_M=M/m=4$.

6. ჰორიზონტალურ ზედაპირზე საათის ისრის მიმართულებით წრეწირზე მბრუნავი სხეული თანდათან მუხრუჭდება ხახუნის ძალების მოქმედებით. ნახაზზე რომელი ვექტორი გამოსახავს სხეულის აჩქარებას A წერტილში?



- ა) 1 ბ) 2 გ) 3 დ) 4 ე) 5

ამოხსნა:

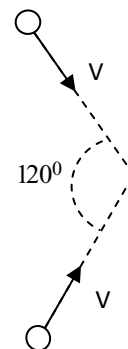
წრეწირზე არათანაბრად მბრუნავი სხეულის აჩქარებას აქვს ორი მდგენელი: ცენტრისკენული – სიჩქარის მიმართულების ცვლილების გამო და მხები – სიჩქარის მოდულის ცვლილების გამო. ამასთან, დამუხრუჭებისას, მხები მდგენელი მიმართულია მოძრაობის საწინააღმდეგოდ. ამ პირობებს აკმაყოფილებს მხოლოდ სრული აჩქარების გამომსახველი მეორე (2) ვექტორი.

ტოლი მასის პლასტიკის ორი ბურთულა, ეჯახება ერთმანეთს 120° კუთხით (იხ. ნახ.), რის შემდეგაც შეწყებებული ბურთულები ერთად აგრძელებენ მოძრაობას.

ამ პირობის გამოყენებით შეასრულეთ დავალებები 7–8.

7. რისი ტოლია მათი სიჩქარის მოდული შეჯახების შემდეგ, თუ შეჯახებამდე თითოეული მათგანი V სიჩქარით მოძრაობდა?

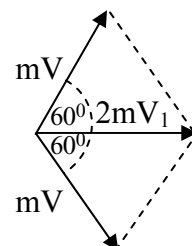
- ა) $0,5 V$ ბ) $\sqrt{3} V/3$ გ) $\sqrt{3} V/2$ დ) V ე) $\sqrt{3} V$



ამოხსნა:

იმპულსის მუდმივობის კანონს გამოსახავს ქვემოთ მოყვანილი ნახაზი, სადაც V_1 შეწყებებული ბურთულების საერთო სიჩქარეა.

ადვილად დავინახავთ, რომ მიღებული სამკუთხედი ტოლგვერდია, ამიტომ $2mV_1=mV$, საიდანაც $V_1=0,5V$.



8. საწყისი სრული კინეტიკური ენერგიის რა ნაწილი გარდაიქმნა სითბოში?

- ა) 1/4 ბ) 1/3 გ) 1/2 დ) 2/3 ე) 3/4

ამოხსნა:

საწყისი სრული კინეტიკური ენერგიაა $E_1 = 2 \cdot \frac{mV^2}{2} = mV^2$.

საბოლოო კინეტიკური ენერგიაა $E_2 = \frac{2mV_1^2}{2} = \frac{mV^2}{4}$, აქ გამოვიყენეთ წინა ამოცანის პასუხი.

ენერგიის მუდმივობისა და გარდაქმნის კანონის თანახმად, გამოყოფილი სითბოა

$$Q = E_1 - E_2 = mV^2 - \frac{mV^2}{4} = \frac{3mV^2}{4}$$

საძებნი ნაწილია $\frac{Q}{E_1} = \frac{3}{4}$.

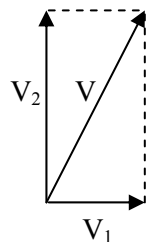
9. გლუვ პორიზონტალურ ზედაპირზე 5 მ/წმ სიჩქარით მოძრავ 1 კგ მასის სხეულზე 4 წმ-ის განმავლობაში იმოქმედა საწყისი სიჩქარის მართობულად, პორიზონტალურად მიმართულმა 3 ნ სიდიდის ძალამ. რისი ტოლი გახდა ამის შემდეგ სხეულის სიჩქარე?

- ა) 8 მ/წმ ბ) 9 მ/წმ გ) 10 მ/წმ დ) 12 მ/წმ ე) 13 მ/წმ

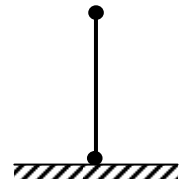
ამოხსნა:

საწყისი მიმართულებით სხეულს დარჩა იგივე $V_1 = 5$ მ/წმ სიჩქარე, მაგრამ ამასთანავე შეიძინა V_2 სიჩქარე მართობულად. ვიპოვოთ ეს უკანასკნელი: $mV_2 = Ft$, საიდანაც $V_2 = Ft/m = 12$ მ/წმ. სხეულის საბოლოო სიჩქარეს ვიპოვოთ პითაგორას თეორემის გამოყენებით (იხ. ნახ.):

$$V = \sqrt{V_1^2 + V_2^2} = 13 \text{ მ/წმ.}$$



10. ჰანტელი, რომელიც წარმოადგენს L სიგრძის უმასო ღეროთი ერთმანეთთან დაკავშირებულ ორ ბურთულას, დააყენეს გლუვ პორიზონტალურ ზედაპირზე ვერტიკალურ მდებარეობაში და გაუშვეს ხელი. იპოვეთ ზედა ბურთულას სიჩქარე ზედაპირთან დაჯახების მომენტში. ქვედა ბურთულას მასა ორჯერ მეტია ზედა ბურთულას მასაზე. ბურთულები ნივთიერ წერტილებად მიიჩნეთ. (გაითვალისწინეთ, რომ ქვედა ბურთულა არ წყდება პორიზონტალურ ზედაპირს)



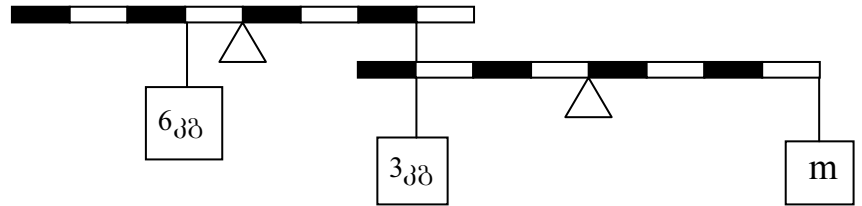
- ა) $\frac{1}{2} \sqrt{\frac{gL}{2}}$ ბ) $\sqrt{\frac{gL}{2}}$ გ) $\sqrt{gL}$ დ) $\sqrt{2gL}$ ე) $2\sqrt{gL}$

ამოხსნა:

რადგან პორიზონტალური მიმართულებით სისტემაზე ძალები არ მოქმედებს, ამ მიმართულებით სისტემის სრული იმპულსი ინახება და ნულის ტოლი რჩება, ანუ სისტემის სიმძიმის ცენტრი მოძრაობს წრფივად ვერტიკალის გასწვრივ. ზედაპირთან ზედა ბურთულას დაჯახების მომენტში, როცა ღერო პორიზონტალურია, თითოეული ბურთულას სიჩქარის პორიზონტალური მდგენელი ნულის ტოლია, რადგანაც მათი დაშორება სიმძიმის ცენტრამდე ფიქსირებულია. ამრიგად, ამ მომენტში სიჩქარე ექნება მხოლოდ ზედა ბურთულას და ის მიმართული იქნება ზედაპირის მართობულად. ენერგიის მუდმივობის კანონის თანახმად გვაქვს:

$$\frac{mV^2}{2} = mgL, \quad \text{საიდანაც,} \quad V = \sqrt{2gL}.$$

11. ნახატზე გამოსახული ორივე ერთგვაროვანი ბერკეტი წონასწორობაშია. რისი ტოლია m მასა?



- ა) 0,5 კგ ბ) 0,75 კგ გ) 1 კგ დ) 1,5 კგ ე) 6 კგ

ამოხსნა:

რადგანაც ორივე ბერკეტის სიმძიმის ცენტრი საყრდენების თავზეა, ბერკეტების სიმძიმე მათ წონასწორობაზე გავლენას არ ახდენს.

ბერკეტებზე თითოეული დანაყოფის სიგრძე ერთეულად მივიჩნიოთ.

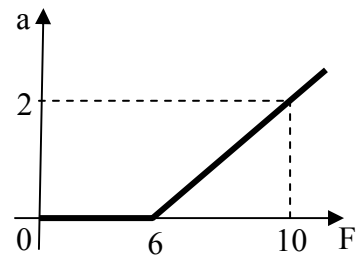
ზედა ბერკეტის წონასწორობის პირობის გამოყენებით ვიპოვიოთ ბერკეტების შემაერთებელი ძაფის T დაჭიმულობის ძალას.

$$606 \cdot 1 = T \cdot 3, \text{ საიდანაც } T = 206.$$

ჩავწეროთ ქვედა ბერკეტის წონასწორობის პირობა:

$$(306 - 206) \cdot 3 = mg \cdot 4, \text{ საიდანაც } m = 0,75 \text{ კგ.}$$

12. სხეულზე დაიწყო მოქმედება ზრდადმა ძალამ. ნახაზზე მოცემულია სხეულის აჩქარების ამ ძალის სიდიდეზე დამოკიდებულების გრაფიკი. სიდიდეები გაზომილია SI სისტემის ერთეულებში. რისი ტოლია ამ სხეულის მასა?



- ა) 1/3 კგ ბ) 1/2 კგ გ) 2 კგ დ) 3 კგ ე) 5 კგ

ამოხსნა:

გრაფიკიდან ჩანს, რომ მაქსიმალური უძრაობის ხახუნის ძალა (მასთან ერთად სრიალის ხახუნის ძალაც) $F_{\text{ხახ}} = 6\text{ნ}$. ჩავწეროთ ნიუტონის II კანონი იმ მომენტისათვის, როდესაც $F = 10\text{ნ}$ (ამ დროს აჩქარება $a = 2\text{მ/წმ}^2$):

$$F - F_{\text{ხახ}} = ma, \text{ საიდანაც } m = 2 \text{ კგ.}$$

13. ოთხი ტოლი მასის ნივთიერი წერტილი მოათავსეს კვადრატის წვეროებში. მეზობელ სხეულებს შორის გრავიტაციული მიზიდვის ძალა ტოლია F -ის. რისი ტოლია თითოეულ სხეულზე მოქმედი გრავიტაციული ძალის მოდული?

- ა) $F(1+\sqrt{2})/2$ ბ) $F\sqrt{2}$ გ) $F(2+\sqrt{2})/2$ დ) $F(1+2\sqrt{2})/2$ ე) $F2\sqrt{2}$

ამოხსნა:

თითოეული სხეულის მასა იყოს m , ხოლო კვადრატის გვერდის სიგრძე იყოს r .

მაშინ $F = \frac{Gm^2}{r^2}$. თითოეულ სხეულზე მოქმედებს გრავიტაციული

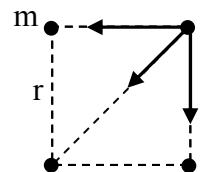
მიზიდვის ძალა სამი სხეულისაგან. ამათგან ორი ძალა F -ის

ტოლია, ხოლო მესამე ძალაა $\frac{Gm^2}{2r^2} = \frac{F}{2}$ (იხ. ნახ.). კიდურა ორი

ძალის ტოლქმედი მიმართულია შუა ძალის გასწვრივ და

მოდულით ტოლია $F\sqrt{2}$ -ის. სამივე ძალის ტოლქმედი კი არის

$$F\sqrt{2} + \frac{F}{2} = F(1 + 2\sqrt{2})/2$$



14. ნახაზზე გამოსახულია ჰორიზონტალურ ზედაპირზე მოთავსებული ტოლი მასის ძეგაკების სისტემა. ხახუნის კოეფიციენტი 1 ძეგაკსა და ზედაპირს შორის არის μ , ხოლო



2 ძეგაკსა და ზედაპირს შორის – 2μ . ჰორიზონტალურად მიმართული ძალა, რომელიც სისტემას თანაბრად ამოძრავებს, F -ის ტოლია. ჰორიზონტალურად მიმართული რა ძალა იქნება საჭირო სისტემის თანაბრად მოძრაობისათვის, თუ 3 ძეგაკს გადავიტანთ 2-დან 1 ძეგაკზე?

- ა) $F/2$ ბ) $2F/3$ გ) $3F/4$ **დ) $4F/5$** ე) $3F/2$

ამოხსნა:

თითოეული ძეგაკის მასა იყოს m .

თავდაპირველად, სრიალისას 1 ძეგაკზე მოქმედი ხახუნის ძალაა μmg , ხოლო 2 ძეგაკზე – $2\mu \cdot 2mg = 4\mu mg$. ამიტომ $F = \mu mg + 4\mu mg = 5\mu mg$.

ძეგაკის გადატანის შემდეგ, 1 ძეგაკზე მოქმედი ხახუნის ძალაა $\mu \cdot 2mg = 2\mu mg$, ხოლო 2 ძეგაკზე – $2\mu \cdot mg = 2\mu mg$. ამიტომ $F_x = 2\mu mg + 2\mu mg = 4\mu mg = 4F/5$.

15. ჰორიზონტალური ზამბარიანი ქანქარა, რომლის რხევის პერიოდია T , გამოიყვანეს წონასწორობის მდებარეობიდან და გაუშვეს ხელი. ამ მომენტიდან რა დროის შემდეგ გაუთანაბრდება ერთმანეთს პირველად კინეტიკური და პოტენციური ენერგიები?

- ა) $T/16$ ბ) $T/12$ გ) $T/8$ **დ) $T/6$** ე) $T/4$

ამოხსნა:

ვიპოვოთ ზამბარის x აბსოლუტური წაგრძელება კინეტიკური და პოტენციური ენერგიების გათანაბრების მომენტში.

მექანიკური ენერგიის მუდმივობის კანონის თანახმად გვაქვს: $\frac{kA^2}{2} = \frac{kx^2}{2} + \frac{mv^2}{2}$,

პირობის თანახმად $\frac{kx^2}{2} = \frac{mv^2}{2}$, ამიტომ $\frac{kA^2}{2} = 2 \cdot \frac{kx^2}{2}$, საიდანაც $x = \pm \frac{A}{2}$.

რადგან საწყის მომენტში ზამბარის წაგრძელება იყო A ამპლიტუდის ტოლი, ამიტომ ზამბარის წაგრძელების დროზე დამოკიდებულება მოიცემა ფორმულით:

$$x = A \cos \frac{2\pi t}{T}.$$

დროის საძებნი განტოლება მიიღებს შემდეგ სახეს: $A \cos \frac{2\pi t}{T} = \pm \frac{A}{2}$ ანუ

$$\cos \frac{2\pi t}{T} = \pm \frac{1}{2}$$

ჩვენ გვაინტერესებს ამ განტოლების უმცირესი დადებითი ამონახსნი.

$$\frac{2\pi t}{T} = \frac{\pi}{3}, \quad t = \frac{T}{6}.$$

16. იკვლევდნენ ძაფზე დაკიდებული პატარა ბურთულას რხევის პერიოდის დამოკიდებულებას ძაფის სიგრძეზე. ნახაზზე მოყვანილი A წერტილი შეესაბამება ერთ-ერთი გაზომვის შედეგს. წერტილთა რომელი წყვილი ასახავს ორი სხვა გაზომვის შედეგს?

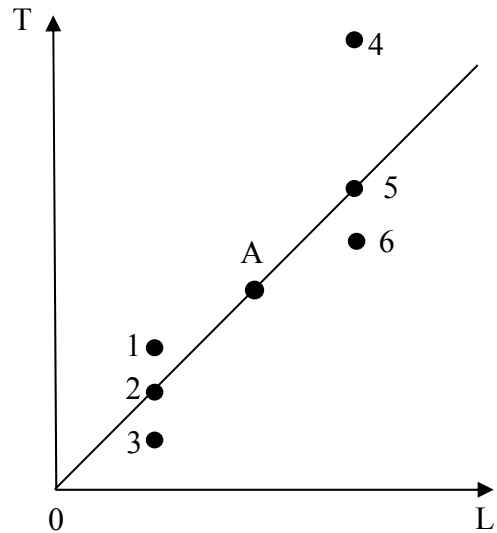
- ა) 1 და 4 **ბ) 1 და 6** გ) 2 და 5
 დ) 3 და 4 ე) 3 და 6

ამოხსნა:

ვიცით, რომ $T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}}$, საიდანაც

$$L = \frac{g}{4\pi^2} T^2.$$

გაზომვის შედეგების გამომსახველი წერტილები $L(T)$ ფუნქციის გრაფიკზე უნდა მდებარეობდნენ. ეს გრაფიკი სათავეზე გამავალი პარაბოლაა. ამასთან, პირობის თანახმად, ამ პარაბოლამ A წერტილზეც უნდა გაიაროს. ადვილი დასანახია, რომ ასეთი პარაბოლა გაივლის 1 და 6 წერტილებზე. მაშასადამე, ორი სხვა გაზომვის შედეგის ამსახველი წერტილებია 1 და 6.



17. ბურთულა ჩაძირულია სითხიანი ჭურჭლის ფსკერზე. ბურთულას სიმკვრივე 4-ჯერ მეტია სითხის სიმკვრივეზე. ჭურჭელი ამოძრავებს ვერტიკალურად ზევით $g/8$ აჩქარებით (g თავისუფალი ვარდნის აჩქარებაა). რამდენჯერ გაიზრდება ჭურჭლის ფსკერზე ბურთულას დაწოლის ძალა?

- ა) $3/2$ -ჯერ ბ) $5/4$ -ჯერ გ) $7/6$ -ჯერ **დ) $9/8$ -ჯერ** ე) $11/10$ -ჯერ

ამოხსნა:

თავდაპირველად ბურთულას ფსკერზე დაწოლის ძალაა $P_1 = mg - \rho Vg = (m - \rho V)g$, სადაც m სხეულის მასაა, V – სხეულის მოცულობა, ρ – სითხის სიმკვრივე. ვერტიკალურად ზევით $g/8$ აჩქარებით ამოძრავების შემდეგ ყველაფერი ისე ხდება, თითქოს თავისუფალი ვარდნის აჩქარება g -ს ნაცვლად გახდა $g + g/8 = 9g/8$. ამიტომ ფსკერზე ახალი დაწოლის ძალა იქნება $P_2 = (m - \rho V) \cdot 9g/8$. $P_2/P_1 = 9/8$.

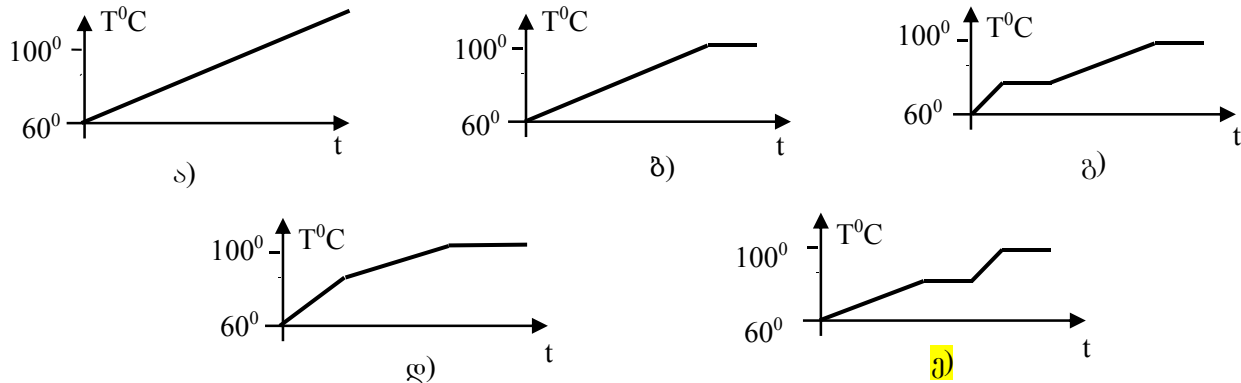
18. თავლია ცილინდრულ ჭურჭელში 1°C ტემპერატურის წყალი ასხია. როგორ იცვლება წნევა ჭურჭლის ფსკერზე, წყლის 90°C -მდე გათბობის პროცესში?

- ა) მცირდება **ბ) არ იცვლება** გ) იზრდება
 დ) 4°C -მდე მცირდება, შემდეგ იზრდება
 ე) 4°C -მდე იზრდება, შემდეგ მცირდება

ამოხსნა:

ცილინდრული ჭურჭლის ფსკერზე წნევა განისაზღვრება ფორმულით $p = p_0 + \frac{mg}{S}$, სადაც p_0 ატმოსფერული წნევაა, m წყლის მასაა, ხოლო S – ჭურჭლის ფსკერის ფართობია. წყლის გათბობისას, მიუხედავად იმისა მოცულობა იზრდება თუ მცირდება, ფორმულაში შემავალი არც ერთი სიდიდე არ იცვლება (ცხადია ჩვენ უგულებელვყოფთ ჭურჭლის მცირე გაფართოებას) და არ იცვლება წნევა.

19. ჭურჭელში ასხია წყალში გახსნილი სპირტი, რომლის ტემპერატურაა 60°C . სპირტის დუდილის ტემპერატურა ნაკლებია წყლის დუდილის ტემპერატურაზე. ჭურჭელი დადგეს ქურაზე. რომელი გრაფიკი გამოხატავს სითხის ტემპერატურის დამოკიდებულებას დროზე?



ამოხსნა: ცხადია, რომ გრაფიკზე უნდა იყოს ორი პორიზონტალური უბანი, რომლებიც შეესაბამება სპირტის დუდილს (დუდილის ტემპერატურა ნაკლებია 100°C –ზე) და წყლის დუდილს (100°C). ასეთი გრაფიკი ორია გ და ე. მათ შორის არჩევანის გასაკეთებლად უნდა გავითვალისწინოთ, რომ სპირტის ადუღებამდე ცხელდება წყალიც და სპირტიც, ხოლო სპირტის ამოდუღების შემდეგ მხოლოდ წყალი. ამიტომ სპირტის ადუღებამდე გათბობა უნდა ხდებოდეს უფრო ნელა, ვიდრე სპირტის ამოდუღების შემდეგ ანუ გრაფიკის დახრა დროთა ღერძისადმი სპირტის ამოდუღების შემდეგ უნდა გაიზარდოს. ასეთი გრაფიკია ე.

20. დახშულ ჭურჭელში მოთავსებულია წყალბადისა და ჰელიუმის ნარევი. წყალბადის მოლეკულური მასაა 2, ჰელიუმისა კი 4. როგორია ამ აირების მოლეკულათა სიჩქარეთა კვადრატული საშუალოების შეფარდება $V_{\text{წყ}} / V_{\text{ჰე}}$?

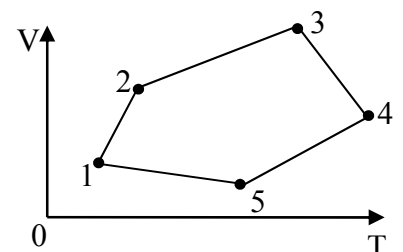
- ა) $1/2$ ბ) $1/\sqrt{2}$ გ) 1 **დ) $\sqrt{2}$** ე) 2

ამოხსნა: კვადრატული საშუალო სიჩქარე ტოლია $V = \sqrt{\frac{3kT}{m}}$, სადაც k - ბოლცმანის მუდმივაა, T – აბსოლუტური ტემპერატურა, ხოლო m – მოლეკულის მასა. ნარევის თითოეული კომპონენტის ტემპერატურა ერთნაირია, ამიტომ წყალბადისა და ჰელიუმის აირების მოლეკულათა სიჩქარეების კვადრატული საშუალოებისათვის შესაბამისად

გვაქვს: $V_{\text{წყ}} = \sqrt{\frac{3kT}{m_{\text{წყ}}}}$ და $V_{\text{ჰე}} = \sqrt{\frac{3kT}{m_{\text{ჰე}}}}$. აქედან მიიღება, რომ $V_{\text{წყ}} / V_{\text{ჰე}} = \sqrt{2}$.

21. მუდმივი მასის იდეალურმა აირმა შეასრულა ნახაზზე გამოხატული ციკლური პროცესი. ამ პროცესში მაქსიმალური წნევა მიიღწევა:

- ა) 1 წერტილში ბ) 2 წერტილში
გ) 3 წერტილში დ) 4 წერტილში **ე) 5 წერტილში**



ამოხსნა:

ამ პროცესში $\frac{PV}{T} = \text{const} = c$ საიდანაც $V = (c/p)T$ ამიტომ, მაქსიმალური წნევა მიიღწევა წერტილში, სადაც სათავესა და ამ წერტილზე გამავალი წრფის T ღერძთან დახრის კუთხის ტანგენსი $-(c/p)$ არის მინიმალური. ასეთია წერტილი 5.

22. ოთახს ათბობენ გათხევადებულ აირზე მომუშავე ღუმელით. ბალონი ოთახშია მოთავსებული. მას შემდეგ, რაც ბალონში თხევადი ფაზის რაოდენობა 4-ჯერ შემცირდა, ოთახში საგრძნობლად დათბა. როგორ შეიცვალა აირადი ფაზის წნევა ბალონში?

ა) შემცირდა 4-ჯერ ბ) გახდა საწყისი წნევის $3/4$

გ) უმნიშვნელოდ შემცირდა დ) არ შეცვლილა

ე) გაიზარდა

ამოხსნა:

საწვავის აირადი ფაზა ნაჯერი ორთქლის მდგომარეობაშია, ამიტომ მისი წნევა არაა დამოკიდებული მოცულობაზე და განისაზღვრება მხოლოდ ტემპერატურით. კერძოდ ის იზრდება ტემპერატურის გაზრდით.

23. რა სიდიდის ძალა მოქმედებს III მუხტზე, თუ I და II მუხტებს შორის მიზიდულობის ძალა F -ის ტოლია?

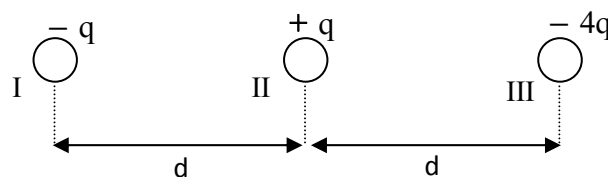
ა) $1,5F$

ბ) $2F$

გ) $2,5F$

დ) $3F$

ე) $5F$



ამოხსნა:

მესამე მუხტზე მოქმედი ძალა ტოლია $F_3 = F_{23} - F_{13}$, სადაც $F_{13} = \frac{4kq^2}{(2d)^2} = \frac{kq^2}{d^2}$, ხოლო $F_{23} = \frac{4kq^2}{d^2}$. ამიტომ $F_3 = \frac{3kq^2}{d^2}$. ვინაიდან პირობის თანახმად $F = \frac{kq^2}{d^2}$, ამიტომ $F_3 = 3F$.

24. რამდენჯერ მეტი უნდა იყოს ერთი გამტარის წინაღობა მეორის წინააღობაზე, რომ მათი მიმდევრობითი შეერთების შემდეგ სრული წინააღობა 4,5-ჯერ მეტი იყოს, ვიდრე პარალელური შეერთებისას?

ა) 1,25-ჯერ

ბ) 1,5-ჯერ

გ) 1,75-ჯერ

დ) 2-ჯერ

ე) 2,5-ჯერ

ამოხსნა:

ამოცანის პირობის თანახმად $R_0 = R_1 + R_2 = (n+1)R_2$, $R_3 = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} = \frac{nR_2}{(n+1)}$,

$R_0 = 4,5R_3$. აქედან n -ის მიმართ მიიღება კვადრატული განტოლება, რომლის ფესვებია 2 და $1/2$ (სიმეტრიული). რადგან ჩვენ ვეძებთ დიდი წინააღობის შეფარდებას პატარასთან, ამიტომ პასუხია 2.

25. ერთგვაროვან მაგნიტურ ველში ძალწირების მართობულად v სიჩქარით შევარდა პროტონი, რომელმაც დაიწყო ბრუნვა წრეწირზე T პერიოდით. რისი ტოლი იქნება იგივე მაგნიტურ ველში $2v$ სიჩქარით შევარდნილი პროტონის ბრუნვის პერიოდი?

- ა) $T/4$ ბ) $T/2$ გ) T დ) $2T$ ე) $4T$

ამოხსნა:

მაგნიტურ ველში პროტონზე მოქმედებს ლორენცის ძალა $F_L = q_p v B$, სადაც q_p პროტონის მუხტია, B ველის მაგნიტური ინდუქცია. ამ ძალის მოქმედებით პროტონი იმოძრაავს თანაბრად წრეწირზე. ნიუტონის მეორე კანონის თანახმად $F_L = m_p a$, ხოლო აჩქარებაა $a = \omega v = \frac{2\pi}{T} \cdot v$. ამ სამი ფორმულიდან მიიღება, რომ პერიოდია $T = \frac{2\pi m_p}{q_p B}$. ვხედავთ, რომ პერიოდი არაა დამოკიდებული სიჩქარეზე.

26. რხევითი კონტურის კოჭაში მაქსიმალური დენის ძალაა I . რისი ტოლია დენის ძალა კოჭაში მაშინ, როდესაც კონდენსატორის ენერგია კოჭას ენერგიის ტოლია?

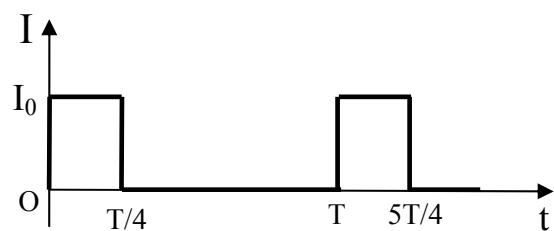
- ა) $\frac{I}{8}$ ბ) $\frac{I}{4}$ გ) $\frac{I}{2\sqrt{2}}$ დ) $\frac{I}{2}$ ე) $\frac{I}{\sqrt{2}}$

ამოხსნა:

ერთის მხრივ, რხევითი კონტურის სრული ენერგია ტოლია მაქსიმალური დენის დროს კოჭას ენერგიის: $E = \frac{L \cdot I^2}{2}$. მეორეს მხრივ, როცა კონდენსატორის ენერგია კოჭას ენერგიის ტოლია, მაშინ სრული ენერგია 2-ჯერ მეტია კოჭას ენერგიაზე, ანუ $E = L \cdot i^2$. ამრიგად, $i = \frac{I}{\sqrt{2}}$

27. დენის ძალა დროის მიხედვით პერიოდულად იცვლება ისე, როგორც ნაჩვენებია ნახაზზე. რისი ტოლია დენის ძალის ეფექტური მნიშვნელობა?

- ა) $\frac{I_0}{8}$ ბ) $\frac{I_0}{4}$ გ) $\frac{I_0}{\sqrt{8}}$
დ) $\frac{I_0}{2}$ ე) $\frac{I_0}{\sqrt{2}}$



ამოხსნა:

დენის ძალის ეფექტური მნიშვნელობის განსაზღვრების თანახმად $Q = I_{\text{eff}}^2 \cdot R \cdot T$. მეორეს მხრივ, ნახაზიდან ჩანს, რომ პერიოდის განმავლობაში სითბო გამოიყოფა მხოლოდ პირველ მეოთხედში I_0 მუდმივი დენით, ამიტომ

$$Q = I_0^2 \cdot R \cdot T/4 \quad \text{ამრიგად,} \quad I_{\text{eff}} = \frac{I_0}{\sqrt{2}}$$

28. საგანი მოთავსებულია F ფოკუსური მანძილის მქონე შეშვებული ლინზის მთავარ ოპტიკურ ღერძზე. მისი ერთი ბოლო ლინზიდან დაშორებულია $4F/3$ მანძილით, ხოლო მეორე ბოლო – $2F$ მანძილით. რისი ტოლია გადიდება?

- ა) 0,75 ბ) 1,5 **გ) 3** დ) 4,5 ე) 6

ამოხსნა:

რადგან საგანი მოთავსებულია მთავარ ოპტიკურ ღერძზე, ამიტომ გამოსახულებაც მთლიანად მთავარ ოპტიკურ ღერძზე იქნება მოთავსებული. თუ სხეულის კიდურა წერტილებს აღვნიშნავთ A და B-თი, მაშინ საგნის ზომა იქნება $h = d_B - d_A = \frac{2F}{3}$. გამოვიყენოთ ლინზის ფორმულა $\frac{1}{f} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f}$ და ვიპოვოთ საგნის კიდურა წერტილების გამოსახულებების დაშორება ლინზიდან: $f_A = 4F$ და $f_B = 2F$. გამოსახულების ზომა იქნება $H = f_A - f_B = 2F$, ხოლო გადიდება

$$\Gamma = \frac{H}{h} = 3$$

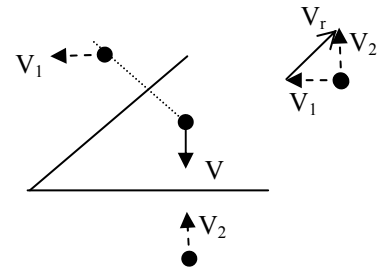
29. ორ ბრტყელ სარკეს შორის კუთხე 45° -ია. სარკეებს შორის ერთ-ერთი სარკის მართობულად v სიჩქარით მოძრაობს მნათი წერტილი. რისი ტოლია სარკეებში პირველი წარმოსახვითი გამოსახულებების ფარდობითი სიჩქარე?

- ა) $v/2$ ბ) $v/\sqrt{2}$ გ) v **დ) $v\sqrt{2}$** ე) $2v$

ამოხსნა:

განმარტების თანახმად $\vec{v}_r = \vec{v}_2 - \vec{v}_1$
ნახაზიდან ჩანს, რომ $\vec{v}_1$ და $\vec{v}_2$ ვექტორები ურთიერთმართობულებია და რადგანაც

$$v_1 = v_2 = v, \text{ ამიტომ } v_r = v\sqrt{2}$$



30. რადიოაქტიური ნივთიერების ნახევარდაშლის პერიოდია 45 წმ. რა დროის შემდეგ დაიშლება ამ ნივთიერების 15/16 ნაწილი?

- ა) 75 წმ ბ) 90 წმ **გ) 180 წმ** დ) 270 წმ ე) 360 წმ

ამოხსნა:

განსაზღვრების თანახმად $N = N_0 2^{-t/T}$. საძიებელ დროის მომენტში

$$N = N_0 \left(1 - \frac{15}{16}\right) = \frac{N_0}{16} = 2^{-4} N_0. \text{ აქედან, } t = 4T = 180 \text{ წმ.}$$

სწორი პასუხები

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
ა							X								
ბ		X				X					X				
გ												X			X
დ	X			X						X			X	X	
ე			X		X			X	X						

	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
ა															
ბ	X		X												
გ										X			X		X
დ		X			X			X	X			X		X	
ე				X		X	X				X				

ინსტრუქცია დაგალებებისთვის № 31 – 32:

უნდა იპოვოთ შესაბამისობა ორ ჩამონათვალში მოცემულ სიდიდეებს ან ობიექტებს შორის. ცხრილი შეავსეთ შემდეგნაირად: **ციფრებით** დანომრილ თითოეულ სიდიდეს ან ობიექტს შეუსაბამეთ **ანბანით** დანომრილი სიდიდე ან ობიექტი და დასვით ნიშანი **X** ცხრილის სათანადო უჯრაში. **გაითვალისწინეთ:** ერთი ჩამონათვალის რომელიმე სიდიდეს ან ობიექტს შეიძლება შეესაბამებოდეს ერთი, ერთზე მეტი ან არც ერთი – მეორე ჩამონათვალიდან. **არ დაგავიწყდეთ შედეგების პასუხების ფურცელზე გადატანა!!!**

31. (3 ქულა) ბრტყელი კონდენსატორი გამორთეს დენის წყაროდან და შემდეგ ფირფიტებს შორის მანძილი გაზარდეს. დაამყარეთ შესაბამისობა ქვემოთ ჩამოთვლილ ფიზიკურ სიდიდეებსა და მათ ცვლილებებს შორის.

ფიზიკური სიდიდეები:

1. კონდენსატორის მუხტი
2. კონდენსატორში ველის დაძაბულობა
3. ძაბვა ფირფიტებს შორის
4. კონდენსატორის ენერგია
5. კონდენსატორის ტევადობა

სიდიდის ცვლილება:

- ა. შემცირდება
- ბ. გაიზრდება
- გ. არ შეიცვლება

	1	2	3	4	5
ა					
ბ					
გ					

ამოხსნა:

როდესაც ფირფიტებს შორის მანძილს ვცვლით მას შემდეგ, რაც კონდენსატორი გამორთულია დენის წყაროდან, კონდენსატორის მუხტი არ შეიცვლება. ამრიგად, 1-ს შეესაბამება გ.

რადგან ველის დაძაბულობა განისაზღვრება მხოლოდ კონდენსატორის მუხტით ($E = \sigma / \epsilon_0$), ამიტომ არ შეიცვლება დაძაბულობა. ამრიგად, 2-ს შეესაბამება გ.

ბრტყელი კონდენსატორის ტევადობა განისაზღვრება ფორმულით: $C = \frac{\epsilon_0 S}{d}$. ამ ფორმულის თანახმად, d მანძილის გაზრდით ტევადობა მცირდება. ამრიგად, 5-ს შეესაბამება ა.

ძაბვა განისაზღვრება ფორმულით: $U = \frac{q}{C}$. რადგან q არ იცვლება, ხოლო C მცირდება, ამიტომ ძაბვა გაიზრდება. ამრიგად, 3-ს შეესაბამება ბ.

კონდენსატორის ენერგია განისაზღვრება ფორმულით: $W = \frac{q^2}{2C}$. რადგანაც q არ იცვლება, ხოლო C მცირდება, ამიტომ ენერგია გაიზრდება. ამრიგად, 4-ს შეესაბამება ბ.

შეესებულები ცხრილი ასე გამოიყურება:

	1	2	3	4	5
ა					X
ბ			X	X	
გ	X	X			

შეფასება: $(n-2)$ ქულა, სადაც n – სწორად შეესებულები სვეტების რაოდენობაა.

32. (6 ქულა) m მასის უძრავი სხეული მუდმივი F ძალის მოქმედებით იწეებს თანაბარჩქარებულ მოძრაობას. t დროში ის გადის S მანძილს, იძენს V სიჩქარეს, P იმპულსს და E_k კინეტიკურ ენერგიას.

დაადგინეთ შესაბამისობა ფიზიკურ სიდიდეებსა და მათ გამომსახველ ფორმულებს შორის; შესაბამის უჯრაში დასვით ნიშანი X.

ფიზიკური სიდიდეები:

1. F 2. V 3. S 4. E_k 5. P 6. m

ფორმულები:

ა. $\frac{P^2}{2FS}$ ბ. $\sqrt{\frac{2E_k}{m}}$ გ. $\frac{P^2}{2m}$ დ. $\frac{Pt}{2m}$ ე. $\sqrt{2mE_k}$ ვ. $\frac{E_k}{F}$ ზ. $\frac{mV^2}{2S}$

	ა	ბ	გ	დ	ე	ვ	ზ
1							
2							
3							
4							
5							
6							

ამოხსნა:

ავიღოთ გამოსახულება ა. $\frac{P^2}{2FS}$.

FS სხეულზე მოქმედი ძალის მუშაობაა და სხეულის მიერ შეძენილი

$E_k = \frac{mV^2}{2}$ კინეტიკური ენერგიის ტოლია: $FS = \frac{mV^2}{2}$, ხოლო იმპულსი $P=mV$. გამოსახულებაში ჩასმით და მარტივი გარდაქმნებით მიიღება, რომ $\frac{P^2}{2FS} = m$. ე.ი. გამოსახულება ა შეესაბამება სიდიდეს 6.

ავიღოთ გამოსახულება ბ. $\sqrt{\frac{2E_k}{m}}$

ჩავსვათ მასში $E_k = \frac{mV^2}{2}$. მივიღებთ, რომ $\sqrt{\frac{2E_k}{m}} = V$. ე.ი. გამოსახულება ბ შეესაბამება სიდიდეს 2.

ავიღოთ გამოსახულება გ. $\frac{P^2}{2m}$

ჩავსვათ მასში $P=mV$. მივიღებთ, რომ $\frac{P^2}{2m} = \frac{mV^2}{2} = E_k$. ე.ი. გამოსახულება გ შეესაბამება სიდიდეს 4.

ავიღოთ გამოსახულება დ. $\frac{Pt}{2m}$

ჩავსვათ მასში $P=mV$. მივიღებთ, რომ $\frac{Pt}{2m} = \frac{Vt}{2} = S$. ე.ი. გამოსახულება დ შეესაბამება სიდიდეს 3.

ავიღოთ გამოსახულება ე. $\sqrt{2mE_k}$

ჩავსვათ მასში $E_k = \frac{mV^2}{2}$. მივიღებთ, რომ $\sqrt{2mE_k} = mV = P$. ე.ი. გამოსახულება ე შეესაბამება სიდიდეს 5.

ავიღოთ გამოსახულება ვ. $\frac{E_k}{F}$

გავიხსენოთ, რომ სხეულის შეძენილი კინეტიკური ენერგია მასზე მოქმედი

ძალის მუშაობის ტოლია: $E_k = FS$. ჩავსვათ ეს გამოსაკვლევ გამოსახულებაში:

$\frac{E_k}{F} = \frac{FS}{F} = S$. ე.ი. გამოსახულება ვ შეესაბამება სიდიდეს 3.

ავიღოთ გამოსახულება ზ. $\frac{mV^2}{2S}$

სხეულის მიერ შეძენილი კინეტიკური ენერგია მასზე მოქმედი ძალის მუშაობის

ტოლია: $\frac{mV^2}{2} = FS$. ჩავსვათ ეს გამოსაკვლევ გამოსახულებაში:

$\frac{mV^2}{2S} = \frac{FS}{S} = F$. ე.ი. გამოსახულება ზ შეესაბამება სიდიდეს 1.

შევსებული ცხრილი ასე გამოიყურება:

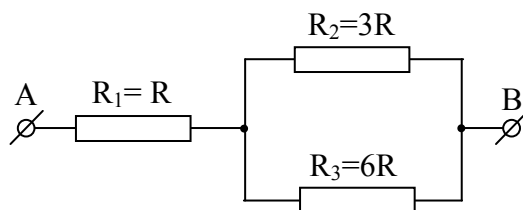
	ა	ბ	გ	დ	ე	ვ	ზ
1							X
2		X					
3				X		X	
4			X				
5					X		
6	X						

შეფასება: $(n-1)$ ქულა, სადაც n – სწორად შევსებული სვეტების რაოდენობაა.

ინსტრუქცია დავალებებისათვის 33 – 37:

მოკლედ, მაგრამ ნათლად წარმოადგინეთ პასუხების ფურცელზე დავალებების ამოხსნის გზა. წინააღმდეგ შემთხვევაში თქვენი პასუხი არ შეფასდება.

33. (4 ქულა) ნახაზზე გამოსახულ წრედის AB უბანზე თითოეულ გამტარში დასაშვები მაქსიმალური სიმძლავრეა P . თითოეულზე უფრო მეტი სიმძლავრის გამოყოფისას გამტარები გადაიწვება. ამ, და ნახაზზე მოცემული ინფორმაციის გამოყენებით შეასრულეთ შემდეგი დავალებები:



- რა მაქსიმალური ძაბვა შეიძლება მოვდოთ AB უბანზე? გამოსახეთ ეს ძაბვა P და R სიდიდეებით.
- რა მაქსიმალური სიმძლავრე შეიძლება გამოიყოს წრედის მოცემულ უბანზე ისე, რომ არცერთი გამტარი არ გადაიწვას? გამოსახეთ ეს სიმძლავრე P სიდიდით.

ამოხსნა:

- უპირველესად გასარკვევია, თუ რომელ გამტარში გამოიყოფა მაქსიმალური სიმძლავრე (1 ქულა).

აღვნიშნოთ დენის ძალა R_3 წინააღობის გამტარში I -თი. მაშინ დენის ძალა R_2 -ში იქნება $2I$, ხოლო R_1 -ში კი $3I$. მათში გამოყოფილი სიმძლავრეებია $P_3 = 6I^2R$, $P_2 = 12I^2R$, $P_1 = 9I^2R$. როგორც ვხედავთ მაქსიმალური სიმძლავრე გამოიყოფა R_2 -ში.

მაშასადამე, $P_2 = 12I^2R = P$ (1 ქულა). აქედან $I = \sqrt{\frac{P}{12R}}$. წრედის AB უბნის წინააღობაა

$$R_{AB} = R + \frac{3R \cdot 6R}{3R + 6R} = 3R$$

ომის კანონის თანახმად

$$U = I \cdot R_{AB} = \sqrt{\frac{3PR}{4}} \quad (1 \text{ ქულა})$$

$$2. P_{AB} = P_1 + P_2 + P_3 = 27 I^2 R = \frac{9}{4} P \quad (1 \text{ ქულა})$$

34. (3 ქულა) ჭურჭელში მოთავსებული T აბსოლუტური ტემპერატურის მქონე ნახშირბადის დიოქსიდის (CO_2) წნევაა p . როდესაც აირი გააცხელებს $3T$ ტემპერატურამდე, მოლეკულების 30% დისოცირდა შემდეგნაირად: $2\text{CO}_2 \rightarrow 2\text{CO} + \text{O}_2$. რისი ტოლი გახდა აირის წნევა?

ამოხსნა:

გთავაზობთ ამოცანის ამოხსნის ერთ-ერთ შესაძლო ვარიანტს.
საწყის მდგომარეობაში

$$p = \frac{N_1 k T}{V}$$

ხოლო საბოლოოში

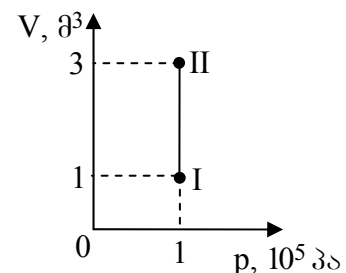
$$p' = \frac{N_2 k \cdot 3T}{V}$$

სადაც N_1 და N_2 ჭურჭელში ნაწილაკთა რიცხვია შესაბამისად დისოციაციამდე და დისოციაციის შემდეგ. (1 ქულა)

$$N_2 = 0,7N_1 + 0,3 \cdot 1,5N_1 = 1,15N_1 \quad (1 \text{ ქულა})$$

$$p' = \frac{N_2 k \cdot 3T}{V} = \frac{1,15N_1 k \cdot 3T}{V} = 3,45p \quad (1 \text{ ქულა})$$

35. (4 ქულა) ერთატომიანი იდეალური აირი გადავიდა I მდგომარეობიდან II-ში ნახაზზე გამოსახული პროცესით. იპოვეთ აირის მიღებული სითბოს რაოდენობა ამ პროცესში.



ამოხსნა:

თერმოდინამიკის პირველი კანონის თანახმად $Q = \Delta U + A$, სადაც აირის მიერ შესრულებული მუშაობაა (1 ქულა).

$$A = p \Delta V \quad (1 \text{ ქულა}), \text{ ხოლო } \Delta U = \frac{3}{2} \nu R \Delta T = \frac{3}{2} p \Delta V \quad (1 \text{ ქულა}). \text{ საბოლოოდ,}$$

$$Q = \frac{5}{2} p \Delta V = 5 \cdot 10^5 \text{ ჯ} \quad (1 \text{ ქულა}).$$

36. (3 ქულა) ორი ერთნაირი წერტილოვანი მუხტი ერთმანეთს დაშორებულია d მანძილით. მუხტების შემაერთებელი მონაკვეთის შუა მართობის რომელ წერტილშია დაძაბულობა მაქსიმალური?

ამოხსნა:

$$E = 2E_1 \sin \alpha = 2(kq/r^2) \sin \alpha$$

რადგანაც $r = d/2 \cos \alpha$, ამიტომ

$$E = 8(kq/d^2) \sin \alpha \cos^2 \alpha \quad (1 \text{ ქულა}).$$

ექსტრემუმის პირობაა $dE/d\alpha = 0$

$$\text{ან } d(\sin \alpha \cos^2 \alpha)/d\alpha = 0 \quad (1 \text{ ქულა}).$$

საიდანაც

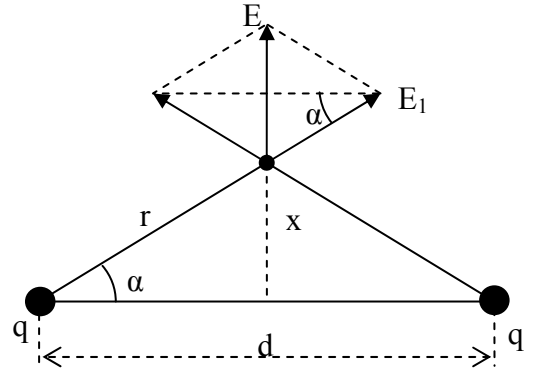
$$\cos \alpha (\cos^2 \alpha - 2 \sin^2 \alpha) = 0$$

გვაქვს ორი ამონახსნი:

1. $\cos \alpha = 0$ შეესაბამება უსასრულოდ დაშორებულ წერტილს, სადაც დაძაბულობა ნულის ტოლია და მინიმალურია.

$$2. \quad \cos^2 \alpha - 2 \sin^2 \alpha = 0; \quad \operatorname{tg} \alpha = \frac{1}{\sqrt{2}}$$

$$x = (d \operatorname{tg} \alpha)/2 = d \frac{\sqrt{2}}{4} \quad (1 \text{ ქულა}).$$



37. (3 ქულა) 100 ომი წინაღობის რეზისტორში გამავალი დენის ძალა იცვლება შემდეგი კანონით: $I = \sqrt{t}/5$ (სიდიდეები იზომება SI სისტემის ერთეულებში). იპოვეთ რეზისტორში (50 წმ, 100 წმ) დროის შუალედში გამოყოფილი სითბოს რაოდენობა.

ამოხსნა:

გთავაზობთ ამოცანის ამოხსნის ერთ-ერთ შესაძლო გზას.

რადგან დენის ძალა ცვლადია, ამიტომ

$$Q = \int_{t_1}^{t_2} I^2 R dt \quad (1 \text{ ქულა})$$

$$Q = \int_{t_1}^{t_2} \frac{t}{25} 100 dt = 4 \cdot \frac{1}{2} \cdot (t_2^2 - t_1^2) = 15 \text{ (კჯ)} \quad (2 \text{ ქულა})$$

ინსტრუქცია დავალებებისათვის 38 – 40:

პასუხების ფურცელზე მოკლედ, მაგრამ მოსწავლეთათვის ადვილად გასაგებად წარმოადგინეთ ამ დავალებებში მოცემული ამოცანების ამოხსნები.

38. (3 ქულა) რა სიჩქარით უნდა ვისროლოთ ბურთი 1 მ სიმაღლიდან ვერტიკალურად ქვევით, რომ ზედაპირთან ღრეკადი დაჯახების შემდეგ იგი 1,45 მ-ზე ახტეს?

ამოხსენით ამოცანა ორი გზით.

ამოხსნა:

1. მექანიკური ენერგიის მუდმივობის კანონის თანახმად,

$$\frac{mv^2}{2} + mgh_1 = mgh_2, \text{ საიდანაც } v = \sqrt{2g(h_2 - h_1)} = 3 \frac{\text{მ}}{\text{წმ}} \quad (1 \text{ ქულა})$$

2. სხეულის საწყისი სიჩქარე ტოლი იქნება იმ სიჩქარის, რომელიც ექნება h_2 სიმაღლიდან უსაწყისო სიჩქარით ვარდნილ სხეულს h_1 სიმაღლეზე (1 ქულა), ამიტომ

$$v = \sqrt{2g(h_2 - h_1)} = 3 \frac{\text{მ}}{\text{წმ}} \quad (1 \text{ ქულა})$$

39. (5 ქულა) თქვენ კლასში დასვით ამოცანა: გვაქვს ორი ნათურა, რომლებიდანაც ერთს აწერია 220 ვ და 100 ვტ, ხოლო მეორეს 220 ვ და 150 ვტ. ნათურები ჩართეს 220 ვ ძაბვის ქსელში მიმდევრობით. რომელ მათგანში გამოიყოფა მეტი სიმძლავრე და რამდენჯერ? რა სიმძლავრე გამოიყოფა ორივე ნათურაში ერთად?

ერთ-ერთმა მოსწავლემ გიპასუხათ, რომ რა თქმა უნდა 2-ჯერ მეტი სიმძლავრე გამოიყოფა მეორე ნათურაში. მეორე მოსწავლემ გიპასუხათ, რომ ერთად გამოიყოფა 250 ვტ სიმძლავრე.

1. რა მასალას გაამეორებინებდით კლასს ამ საკითხებში გასარკვევად?

2. როგორ განუმარტავთ კლასს პასუხს პირველ კითხვაზე?

3. როგორ განუმარტავთ კლასს პასუხს მეორე კითხვაზე?

ამოხსნა:

1. გამტართა მიმდევრობითი შეერთება; ძაბვების განაწილება გამტართა მიმდევრობითი შეერთებისას; დენის სიმძლავრის ფორმულები. (1 ქულა)

2. მოსწავლეს უნდა განუმარტოთ, რომ მითითებული ნომინალური სიმძლავრეები ნათურებზე გამოიყოფა მხოლოდ მითითებული ძაბვის დროს, ამოცანის პირობებში კი ეს არ სრულდება (220 ვ არის ძაბვა ორივე ნათურაზე და არა თითოეულ მათგანზე).

ვიყენებთ იმას, რომ ნათურებში დენის ძალები ერთნაირია.

$$P'_1 = I^2 R_1 = I^2 \frac{U^2}{P_1} \qquad P'_2 = I^2 R_2 = I^2 \frac{U^2}{P_2}$$

საიდანაც

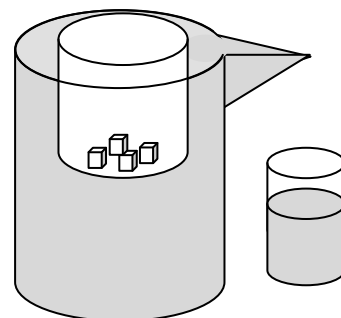
$$\frac{P'_1}{P'_2} = \frac{P_2}{P_1} = 1,5$$

მაშასადამე, პირველ ნათურაში (რომლის ნომინალური სიმძლავრე ნაკლებია) გამოიყიფა 1,5-ჯერ მეტი სიმძლავრე. (2 ქულა)

$$3. P = \frac{U^2}{R_1 + R_2} = \frac{U^2}{\frac{U^2}{P_1} + \frac{U^2}{P_2}} = \frac{P_1 P_2}{P_1 + P_2} = 60 \text{ ვტ}$$

მოსწავლეების ყურადღება უნდა გამახვილდეს იმ შედეგზე, რომ მიმდევრობით ჩართულ ნათურებში გამოყოფილი ჯამური სიმძლავრე თითოეული ნათურის ნომინალურ სიმძლავრეზე ნაკლებია. (2 ქულა)

40. (6 ქულა) სკოლის ფიზიკის ლაბორატორიაში ზეთის სიმკვრივის გასაზომად ჩაატარეთ შემდეგი ცდა: სასხმელიანი ჭურჭელი პირამდე აავსეთ ზეთით. მას გვერდით მიუღდეს მენზურა, რომელშიც იღვრებოდა ჭურჭლიდან გადმოღვრილი ზეთი. ზეთში ფრთხილად ჩადეთ პლასტმასის ფინჯანი, რომელშიც იდო 20 გ მასის საწონი. საწონიანი ფინჯანი ტივტივებდა. ამის შემდეგ ფინჯანში ერთმანეთის მიყოლებით დაუმატეთ 10 გ მასის საწონები. ყოველი ეტაპის შემდეგ ცხრილში შეიტანეთ ფინჯანში მოთავსებული საწონების ჯამური მასისა და მენზურაში ჩაღვრილი ზეთის მოცულობის მნიშვნელობები.

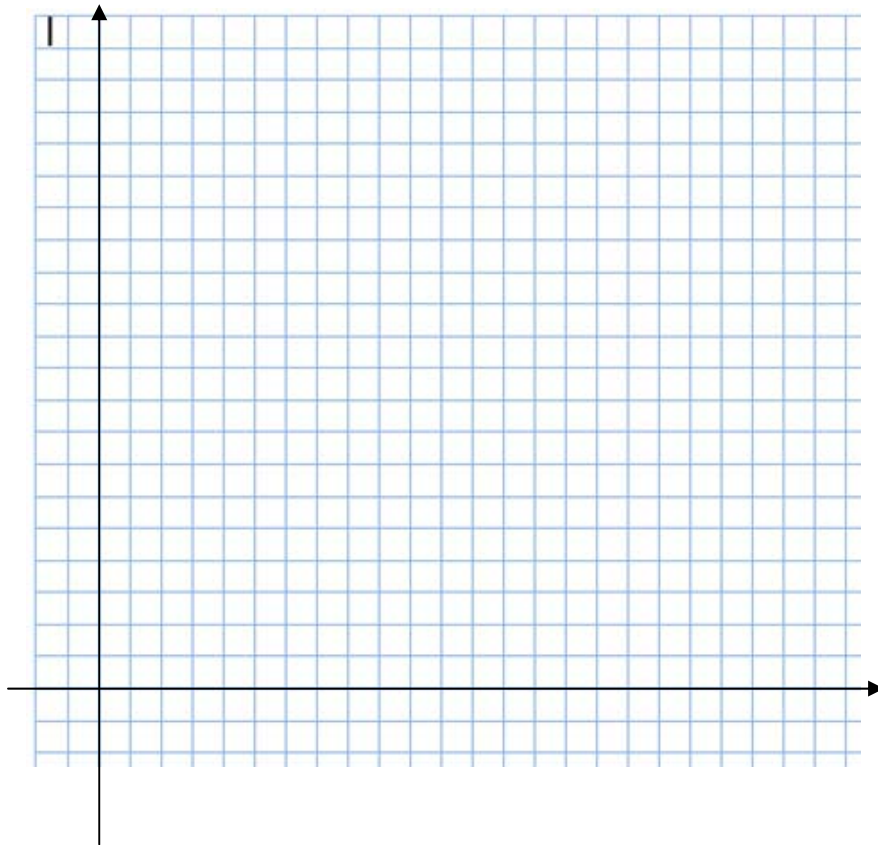


შემოიღეთ აღნიშვნები: ზეთის სიმკვრივე – ρ , ფინჯნის მასა – m , საწონების ჯამური მასა ფინჯანში – M , მენზურაში ზეთის მოცულობა – V , სიმძიმის ძალის აჩქარება – g .

ცხრილში მოყვანილია თქვენი გაზომვების შედეგები:

M (გ)	20	30	40	50	60	70	80
V (სმ³)	33	45	55	67	78	90	100

ქვემოთ მოყვანილ გრაფიკის ფურცელზე აბსცისათა ღერძზე გადაზომეთ V , ხოლო ორდინატათა ღერძზე M . დასვით გაზომვების შესაბამისი წერტილები (ექსპერიმენტული წერტილები). გაატარეთ ექსპერიმენტულ წერტილებზე ექსპერიმენტული გრაფიკი.



1. ქვემოთ დახატული შავი წრე გამოსახავს საწონებიან ფინჯანს. დახაზეთ მასზე მოქმედი ძალები ზეთში ტივტივისას. თვალსაჩინოებისათვის, ძალის თითოეულ ვექტორს მიუწერეთ მათი სიდიდის მნიშვნელობა (გამოიყენეთ შემოდებული აღნიშვნები).



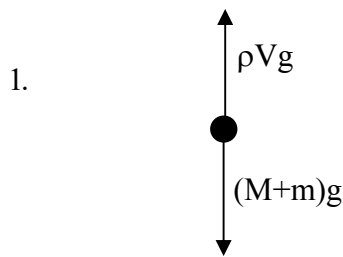
მიიღეთ სამუშაო ფორმულა, რისთვისაც M მასა გამოსახეთ ρ , V და m სიდიდეებით.

2. რა სახის წირია თქვენ მიერ მიღებული ექსპერიმენტული გრაფიკი?

3. აუხსენით მოსწავლეებს მიღებული გრაფიკის გამოყენებით როგორ განისაზღვრება ზეთის სიმკვრივე და იპოვეთ მისი მნიშვნელობა.

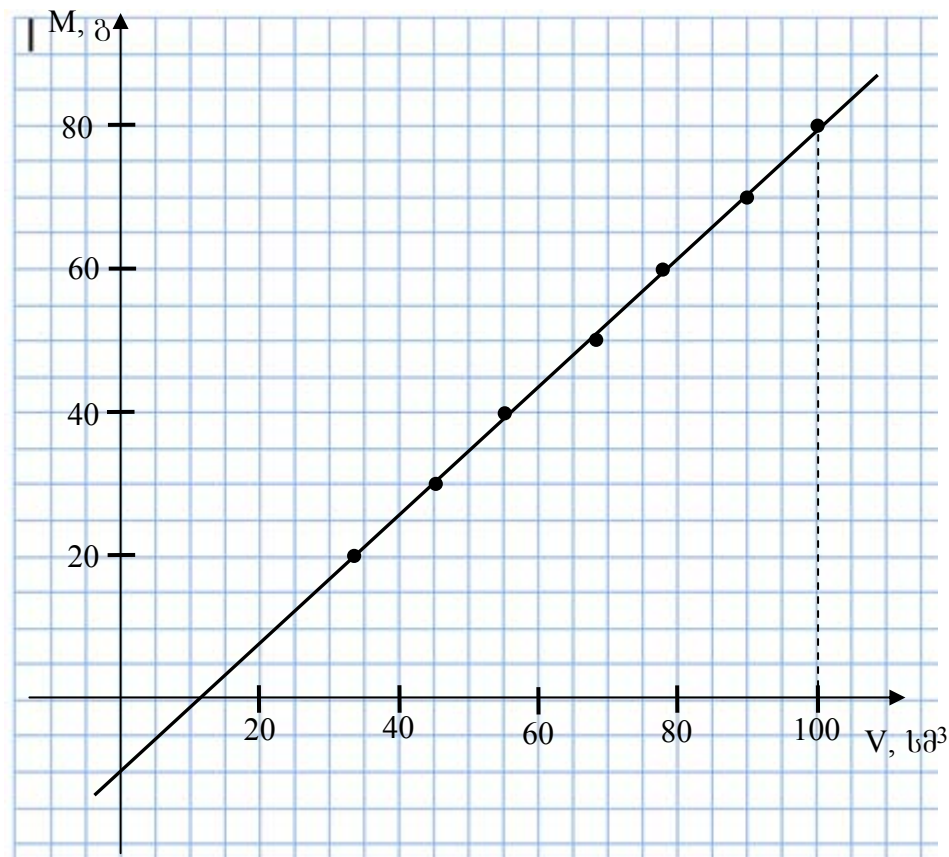
4. აუხსენით მოსწავლეებს მიღებული გრაფიკის გამოყენებით როგორ განისაზღვრება ცარიელი ფინჯნის მასა და იპოვეთ მისი მნიშვნელობა.

ამოხსნა:



ტივტივის პირობაა $(M+m)g = \rho Vg$, საიდანაც $M = \rho V - m$. ვხედავთ, რომ საწონების M მასა V მოცულობის წრფივი ფუნქციაა. (3 ქულა)

2. აგაგოთ $M(V)$ დამოკიდებულების გრაფიკი გაზომვის შედეგების მიხედვით:



ვხედავთ, რომ ექსპერიმენტული გრაფიკი წარმოადგენს წრფეს. (1 ქულა)

3. წრფივი დამოკიდებულებისას არგუმენტთან მდებარე კოეფიციენტი (ზეთის სიმკვრივე ρ) აბსცისათა ღერძთან წრფის მიერ შედგენილი კუთხის ტანგენსია. გრაფიკზე გამოსახული სამკუთხედიდან მიიღება, რომ $\rho \approx 80\text{გ} / 90\text{სმ}^3 \approx 0,9\text{ გ/სმ}^3$. (1 ქულა)

4. წრფივი დამოკიდებულებისას თავისუფალი წევრი (ფინჯნის მასა აღებული მინუს ნიშნით) არის ორდინატთა ღერძთან გადაკვეთის წერტილის კოორდინატი. როგორც გრაფიკიდან ვხედავთ ეს კოორდინატია (-10) ე.ი. ფინჯნის მასა ყოფილა 10გ .

(1 ქულა)

ექსპერიმენტულ დავალებათა ნიმუშები

დავალება 1

ცნობილი მასის საწონის გამოყენებით განსაზღვრეთ არაუმეტეს 4% ფარდობითი ცდომილებით უცნობი მასის სხეულის მასა.



მოცემული ხელსაწყოები და მასალა:

1. შტატივი
2. ზამბარა
3. 180გ მასის საწონი
4. უცნობი მასის სხეული
5. საათი

ცდის თეორიული ნაწილი და გეგმა

ამოცანის მიზნის მისაღწევად გამოვიყენოთ ზამბარაზე დაკიდებული ტვირთის ვერტიკალური რხევის პერიოდის ტვირთის მასაზე დამოკიდებულების ფორმულა:

$$T = \frac{t}{N} = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}} \quad (1)$$

ამ ფორმულიდან გამომდინარე, განსაზღვრულ დროში ზამბარაზე დაკიდებული ტვირთის რხევათა რიცხვის კვადრატი მასის უკუპროპორციულია:

$$N^2 \propto \frac{1}{m} \quad (2)$$

მოცემულ ცდაში $m=180$ გ მასის საწონი ვერ ჭიმავს ზამბარას, ამიტომ მოგვიწევს გავზომოთ ერთი და იგივე დროში ზამბარაზე დაკიდებული უცნობი M მასის სხეულის N_1 რხევების რიცხვი და ერთად დაკიდებული $(M+m)$ მასის ორივე ტვირთის N_2 რხევათა რიცხვი. გამომდინარე ფორმულიდან (2) გვექნება:

$$\frac{N_1^2}{N_2^2} = \frac{M+m}{M}$$

საიდანაც მიიღება სამუშაო ფორმულა:

$$M = m \left(\frac{N_1^2}{N_2^2} - 1 \right) \quad (3)$$

M -ის ფარდობითი ცდომილება მოიცემა ფორმულით:

$$\frac{\Delta M}{M} = 2 \left(\frac{\Delta N_1}{N_1} + \frac{\Delta N_2}{N_2} \right) \quad (4)$$

რადგანაც $\Delta N_1 = \Delta N_2 = 1$, ამიტომ თუ რხევათა რიცხვები არ იქნება 100-ზე ნაკლები, მაშინ ფარდობითი ცდომილება არ იქნება 4%-ზე მეტი.

ცდის მიმდინარეობა და შედეგები

ცდის პროცესში ირკვევა, რომ ზემოთ ხსენებული პირობა საკმაოდ მარაგით დაკმაყოფილდება, თუ გაეზომავთ 5 წთ-ში რხევების რიცხვს.

გაზომვის შედეგად მივიღეთ, რომ პირველ შემთხვევაში 5 წთ-ში შესრულდა $N_1 = 324 \pm 1$ რხევა, ხოლო მეორე შემთხვევაში – $N_2 = 169 \pm 1$ რხევა.

ფორმულა (3)-დან გამოთვლილი მასაა $M = 482$ გ.

ფორმულა (4)-დან გამოთვლილი ფარდობითი ცდომილებაა $\frac{\Delta M}{M} = 0,018 = 1,8\%$.

მასის აბსოლუტური ცდომილება გამოდის $\Delta M = 9$ გ.

მიღებული საბოლოო შედეგი ჩაიწერება ამ სახით: $M = (482 \pm 9)$ გ

შეფასების სავარაუდო სქემა

მაქსიმალური ქულაა 10

1. თეორიული ნაწილი და ცდის გეგმა – 3 ქულა
2. მოყვანილია ცდის სქემა, ნახაზი, ნახატი – 1 ქულა
3. სწორადაა შერჩეული გაზომვისათვის საჭირო დრო, ცდომილებების ანალიზის საფუძველზე – 2 ქულა
4. მოყვანილია ცდის სანდო მონაცემები – 1 ქულა
5. მიღებულია საძებნი მასის მნიშვნელობა (460–500) გ შუალედში – 1 ქულა
6. გამოთვლილია აბსოლუტური ცდომილება – 1 ქულა
7. მიღებული შედეგი ჩაწერილია სტანდარტული სახით (ცდომილების და ერთეულის მითითებით) – 1 ქულა

დავალება 2

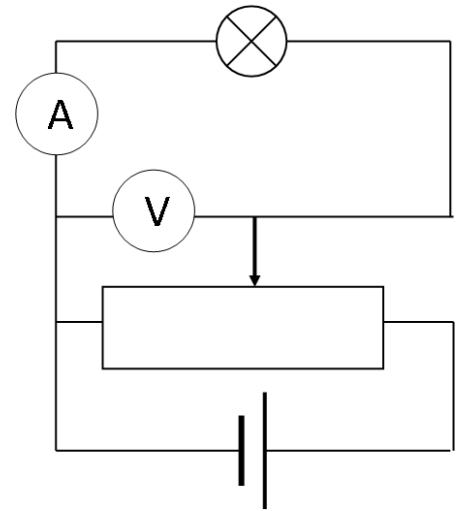
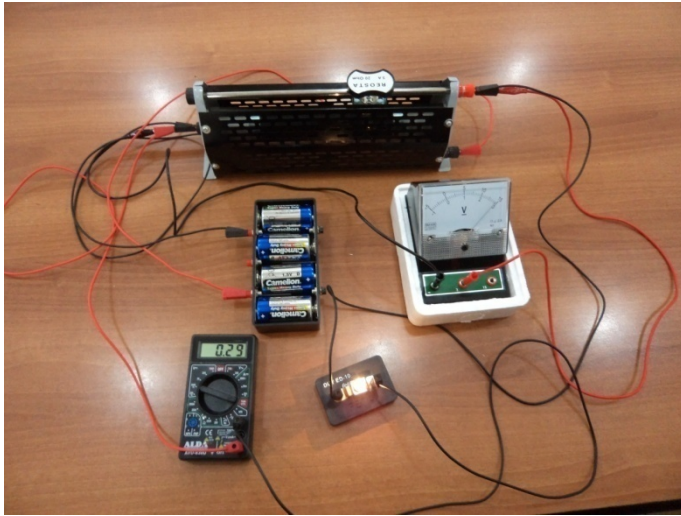
მოცემული გაქვთ ვარვარების ნათურა. ააგეთ მასში დენის ძალის მოდებულ ძაბვაზე დამოკიდებულების და ნათურის წინააღობის მის სიმძლავრეზე დამოკიდებულების გრაფიკები. ახსენით მიღებული შედეგი.

მოცემული ხელსაწყოები და მასალა:

- | | |
|-----------------------------------|---------------------------|
| 1. ვარვარების ნათურა თავისი ბუდით | 4. ამპერმეტრი |
| 2. დენის წყარო | 5. ვოლტმეტრი |
| 3. რეოსტატი | 6. შემაერთებელი მავთულები |

ცდის გეგმა

ცდის მიზნის მისაღწევად შევადგენთ შემდეგ ელექტრულ სქემას:



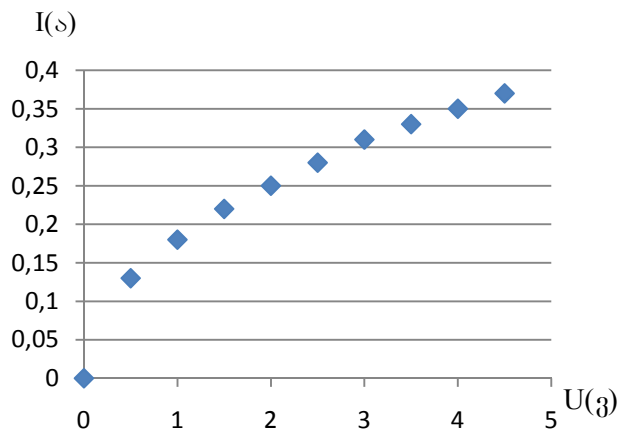
რეოსტატის ცოცოის გადაადგილებით ვცვლით და ვზომავთ ძაბვას ნათურაზე, ასევე ვზომავთ შესაბამის დენის ძალას მასში. შედეგებს შევიტანთ ცხრილში. ამის შემდეგ ძაბვის თითოეული მნიშვნელობისათვის გამოვითვლით ნათურის წინააღობისა და სიმძლავრის მნიშვნელობებს. შედეგებს შევიტანთ ცხრილში. ცხრილების გამოყენებით ავაგებთ მოთხოვნილ გრაფიკებს.

ცდის მიმდინარეობა და შედეგები

გაზომვის შედეგები მოყვანილია შემდეგ ცხრილში:

U (ვ)	0	0.5	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4	4.5
I (ა)	0	0.13	0.18	0.22	0.25	0.28	0.31	0.33	0.35	0.37

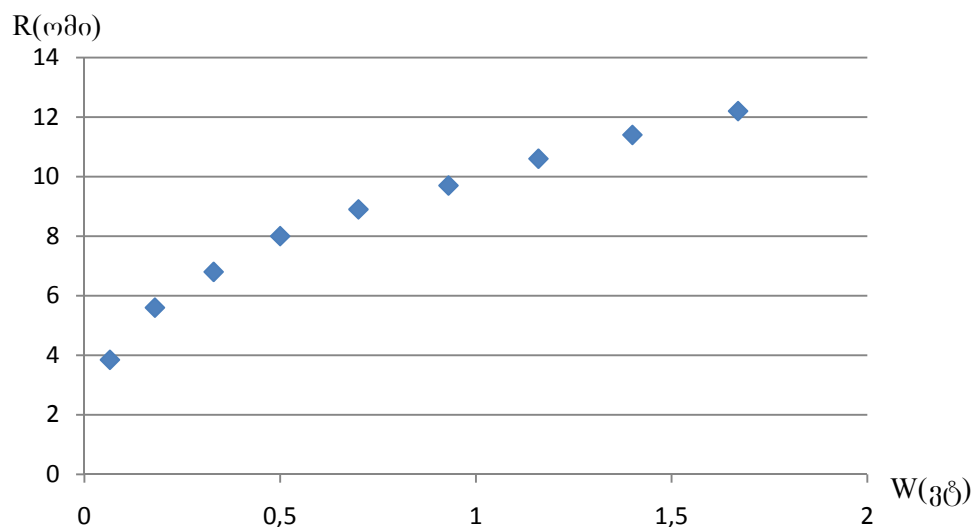
ამ ცხრილის გამოყენებით ავაგებთ პირველ მოთხოვნილ გრაფიკს.



ფორმულით $W=IU$ ვიანგარიშებთ ნათურაზე გამოყოფილ სიმძლავრეს, ხოლო ფორმულით $R=U/I$ შესაბამის წინააღობას. შედეგები მოყვანილია შემდეგ ცხრილში

W(ვტ)	0	0.065	0.18	0.33	0.50	0.70	0.93	1.16	1.40	1.67
R(ომი)		3.85	5.6	6.8	8.0	8.9	9.7	10.6	11.4	12.2

ამ ცხრილის გამოყენებით ავაგებთ მეორე მოთხოვნილ გრაფიკს.



ცდის შედეგის ინტერპრეტაცია

1. ვოლტ-ამპერული მახასიათებელი არ წარმოადგენს სათავეზე გამავალ წრფეს, ის გამრუდებულია. ამის მიზეზი ისაა, რომ ძაბვის გაზრდასთან ერთად, ნათურა უფრო და უფრო ცხელდება და მისი წინააღობა იზრდება.
2. სიმძლავრის ზრდა ნიშნავს ვარვარების ძაფის ტემპერატურის ზრდას. შესაბამისად გრაფიკი წარმოადგენს წინააღობის ტემპერატურაზე დამოკიდებულების თვისებრივ ილუსტრაციას.

დავალბა 3

განსაზრეთ ლამინირებულ ფიცრისა და ხის ძელაკის ზედაპირებს შორის ხახუნის კოეფიციენტის მნიშვნელობა, სტანდარტული გადახრა და ფარდობითი გადახრა.



მოცემული ხელსაწყოები და მასალა:

1. შტატივი
2. ლამინირებული ფიცარი
3. ხის ძელაკი
4. სიგრძის საზომი ლენტი ან მეტრიანი სახაზავი

ცდის თეორიული ნაწილი

ხახუნის კოეფიციენტი განისაზღვრება ფორმულით $\mu = F/P$,

F ის მინიმალური ძალაა, რომელიც ძელაკს გააცურებს ფიცრის ზედაპირზე.

P – ძელაკზე მოქმედი ზედაპირების მართობული ძალა.

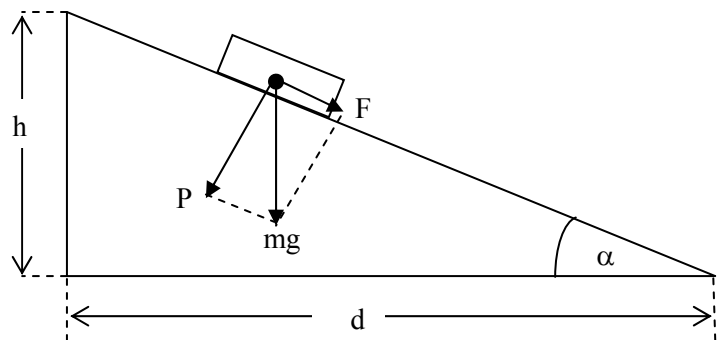
ნახაზიდან ჩანს, რომ

$$F = mg \sin \alpha, \quad P = mg \cos \alpha$$

$$\mu = mg \sin \alpha / mg \cos \alpha = \tan \alpha = h/d$$

სამუშაო ფორმულა:

$$\mu = h/d$$



ცდის გეგმა

ლამინირებულ ფიცარს ერთი ბოლოთი ვდებთ შტატივის ჰორიზონტალურ ღერძზე, მეორე ბოლოს კი მაგიდის ზედაპირზე. მიღებულ დახრილ სიბრტყეზე ვდებთ ხის ძელაკს და ფიცარს ისეთნაირად ვათავსებთ, რომ ძელაკი არ სრიალებდეს მასზე. ფიქსირებული h სიმაღლის დროს (ამ მანძილს ვზომავთ) ნელ-ნელა ვზრდით α კუთხეს d მანძილის შემცირებით, სანამ ძელაკი არ დაიწყებს ჩამოცურებას. ფიცრის ამ მდებარეობისათვის ვზომავთ d -ს. ცდას ვიმეორებთ რამოდენიმეჯერ.

μ -ს საშუალო მნიშვნელობას გამოვითვლით ფორმულით:

$$\bar{\mu} = \frac{\sum_{i=1}^n \mu_i}{n} = \frac{\mu_1 + \mu_2 + \dots + \mu_n}{n}$$

სადაც n გაზომვათა რიცხვია.

სტანდარტულ გადახრას გამოვითვლით ფორმულით:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\mu_i - \bar{\mu})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{(\mu_1 - \bar{\mu})^2 + (\mu_2 - \bar{\mu})^2 + \dots + (\mu_n - \bar{\mu})^2}{n-1}}$$

სოლო ფარდობით გადახრას კი ფორმულით:

$$\varepsilon\% = \frac{\sigma}{\bar{\mu}} 100\%$$

ცდის შედეგები

გაზომვათა შედეგები და გამოთვლილი სიდიდეები მოყვანილია ცხრილში:

h (სმ)	42				
d (სმ)	91	93	87	83	96
μ	0.462	0.452	0.483	0.506	0.438
$\bar{\mu}$	0.468				
$\mu - \bar{\mu}$	-0.0060	-0.0160	0.0150	0.0380	-0.0300
$(\mu - \bar{\mu})^2$	0.000036	0.000256	0.000225	0.001444	0.000900
$\Sigma(\mu - \bar{\mu})^2$	0.002861				
σ	0.0267				
$\varepsilon\%$	5.7				

ცდის საბოლოო შედეგი ჩაიწერება შემდეგი ფორმით (დამრგვალებულად)

$$\mu=0.47\pm0.03$$

2010 წელს გამოცემული კრებულის:
„როგორ მოვემზადოთ პედაგოგთა სასერტიფიკაციო
გამოცდისათვის”
ფიზიკის ნაწილი

ტესტურ დაგალებათა ნიმუშები:

1. მანქანამ 2 სთ იმოძრავა 65 კმ/სთ სიჩქარით, შემდეგ 1 სთ საცობში იდგა, ხოლო ამის შემდეგ 1 სთ 50 კმ/სთ სიჩქარით მოძრაობდა. განსაზღვრეთ საშუალო სიჩქარე მთელ გზაზე.

- ა) 40 კმ/სთ ბ) 45 კმ/სთ გ) 50 კმ/სთ დ) 60 კმ/სთ ე) 65 კმ/სთ

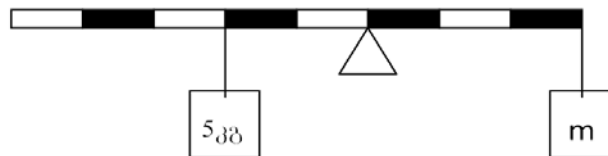
2. სხეულმა მოძრაობის დაწყებიდან 2 წამში გაიარა 20 სმ. რა მანძილს გაივლის ის მომდევნო 3 წამში, თუ აჩქარება მუდმივია?

- ა) 30 სმ ბ) 45 სმ გ) 50 სმ დ) 105 სმ ე) 125 სმ

3. საათის წუთების მაჩვენებელი ისარი საათების მაჩვენებელ ისარზე 1,5-ჯერ გრძელია. იპოვეთ წუთების მაჩვენებელი ისრისა და საათების მაჩვენებელი ისრის ბოლოების წირითი სიჩქარეების შეფარდება.

- ა) 1,5 ბ) 12 გ) 18 დ) 24 ე) 36

4. ნახაზზე გამოსახული ერთგვაროვანი ბერკეტი წონასწორობაშია. ბერკეტის მასაა 2 კგ. რისი ტოლია საყრდენზე ბერკეტის დაწოლის ძალა?

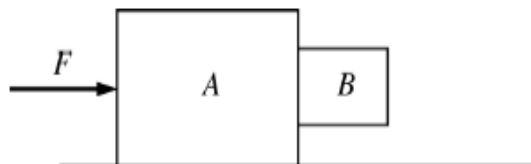


- ა) 9 ნ ბ) 11 ნ გ) 20 ნ დ) 90 ნ ე) 110 ნ

5. უძრავ ჭოჭონაქზე გადადებული ძაფის ბოლოებში ჩამოკიდებულია m და $2m$ მასის ტვირთები. მძიმე ტვირთი h -ით მაღლაა. რისი ტოლი იქნება სხეულების სიჩქარე მაშინ, როდესაც ისინი ერთ სიმაღლეზე იქნებიან?

- ა) $\sqrt{\frac{gh}{6}}$ ბ) $\sqrt{\frac{gh}{3}}$ გ) $\sqrt{\frac{gh}{2}}$ დ) $\sqrt{\frac{2gh}{3}}$ ე) $\sqrt{gh}$

6. F ძალის მოქმედებით ნახაზზე წარმოდგენილი ორი კუბი მოძრაობს ისე, რომ B კუბი არ ვარდება ვერტიკალურად ქვევით სიმძიმის ძალის ზემოქმედებით. კუბების მასებია $m_A = 16$ კგ და $m_B = 4$ კგ. ხახუნის კოეფიციენტი კუბის ზედაპირებს შორის 0,5-ია, ხოლო ჰორიზონტალური ზედაპირი იდეალურად გლუვია. რისი ტოლი უნდა იყოს F ძალის მინიმალური სიდიდე, რომ ასეთი მოძრაობა შესაძლებელი იყოს?



- ა) 20 ნ ბ) 40 ნ გ) 100 ნ დ) 200 ნ ე) 400 ნ

7. R მანძილით დაშორებული ორი ვარსკვლავი, რომელთა მასებია M_1 და M_2 , ბრუნავს ერთმანეთის გარშემო. იპოვეთ ბრუნვის პერიოდი.

- ა) $T = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{R^3(M_1+M_2)}{G M_1 M_2}}$ ბ) $T = 2\pi \sqrt{\frac{R^3}{G M_1}}$ გ) $T = 2\pi \sqrt{\frac{R^3(M_1+M_2)}{G M_1 M_2}}$
 დ) $T = 2\pi \sqrt{\frac{R^3}{G M_2}}$ ე) $T = 2\pi \sqrt{\frac{R^3}{G (M_1+M_2)}}$

8. ფოლადის საყრდენზე დევს ერთმანეთზე დაწყობილი ფოლადის შვიდი ერთნაირი ფირფიტა. თითოეულის მასა 2 კგ-ია. ფოლადის ფოლადზე ხახუნის კოეფიციენტი 0,2. რა მინიმალური ჰორიზონტალურად მიმართული ძალა უნდა მოვდოთ ზევიდან მესამე ფირფიტას, რომ მან დაიწყოს სრიალი, თუ ზევიდან მეორე ფირფიტას შევაკავებთ?

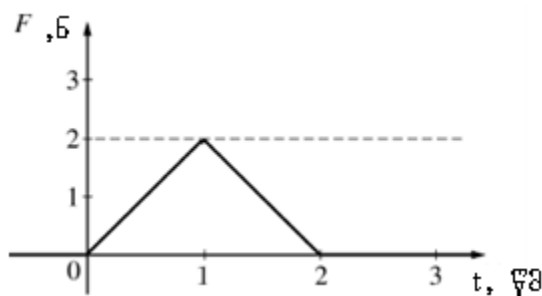
- ა) 8 ნ ბ) 12 ნ გ) 20 ნ დ) 24 ნ ე) 32 ნ

9. ორი ბურთულა, რომელთა მასებია 2 კგ და 4 კგ, ურთიერთმართობულად მოძრაობს შესაბამისად 15 მ/წმ და 10 მ/წმ სიჩქარით. რისი ტოლია ბურთულების სიჩქარე მათი აბსოლუტურად არადრეკადი დაჯახების შემდეგ?

- ა) 25/6 მ/წმ ბ) 25/3 მ/წმ გ) 6/5 მ/წმ დ) 70/6 მ/წმ ე) 5 მ/წმ

10. ნახაზზე მოცემულია სხეულზე ერთი მიმართულებით მოქმედი ცვლადი ძალის დროზე დამოკიდებულების გრაფიკი. რისი ტოლია სხეულზე გადაცემული იმპულსი?

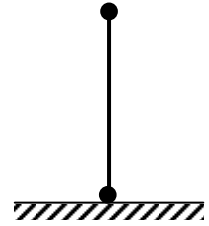
- ა) 0 ბ) 1 კგ·მ/წმ გ) 2 კგ·მ/წმ
 დ) 3 კგ·მ/წმ ე) 4 კგ·მ/წმ



11. $L = 0,9$ მ სიგრძის ერთგვაროვანი თოკი დევს მაგიდის გლუვ ზედაპირზე ისე, რომ მისი მცირე ნაწილი გადმოკიდებულია მაგიდიდან. ამ უკანასკნელზე სიმძიმის ძალის მოქმედების შედეგად თოკი იწყებს მაგიდიდან ჩამოცურებას. რა სიჩქარე აქვს თოკს იმ მომენტში, როცა გადმოკიდებული ნაწილის სიგრძეა $L/2$?

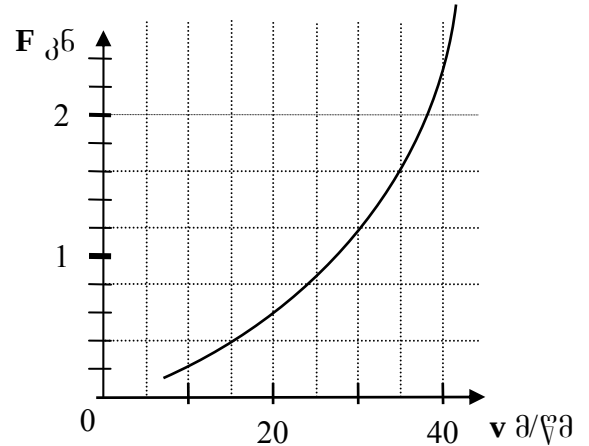
- ა) 3/4 მ/წმ ბ) 1 მ/წმ გ) 4/3 მ/წმ დ) 3/2 მ/წმ ე) 3 მ/წმ

12. ჰანტელი, რომელიც წარმოადგენს L სიგრძის უმასო ღეროთი ერთმანეთთან დაკავშირებულ ორ ბურთულას, დააყენეს გლუვ ჰორიზონტალურ ზედაპირზე ვერტიკალურ მდებარეობაში და გაუშვეს ხელი. იპოვეთ ზედა ბურთულას სიჩქარე ზედაპირთან დაჯახების მომენტში. ბურთულების მასები ერთმანეთის ტოლია. ბურთულები ნივთიერ წერტილებად მიიჩნიეთ.



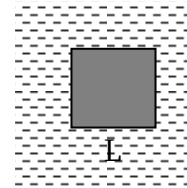
- ა) $\frac{1}{2}\sqrt{\frac{gL}{2}}$ ბ) $\sqrt{\frac{gL}{2}}$ გ) $\sqrt{gL}$ დ) $\sqrt{2gL}$ ე) $2\sqrt{gL}$

13. ნახაზზე მოცემულია ჰაერის წინააღმდეგობის ძალის ავტომობილის მოძრაობის სიჩქარეზე დამოკიდებულების გრაფიკი. რა თანაბარი სიჩქარით მოძრაობისას იქნება ძრავას სიმძლავრე 36 კვტ? (ხახუნის ძალები, ჰაერის წინააღმდეგობის ძალის გარდა, უგულებელყავით).



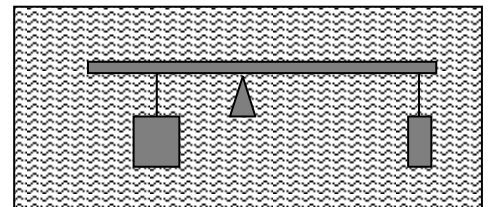
- ა) 15 მ/წმ ბ) 20 მ/წმ გ) 30 მ/წმ
დ) 35 მ/წმ ე) 40 მ/წმ

14. კუბი ჩაძირულია სითხეში. სითხის წონით გამოწვეული წნევა კუბის ზედა წახნაგზეა P , ქვედაზე კი – $1,2P$. სითხის ზედაპირიდან რა სიღრმეზეა ჩაძირული კუბის ზედა წახნაგი, თუ კუბის წიბოს სიგრძეა L ?



- ა) $3L$ ბ) $4L$ გ) $5L$ დ) $6L$ ე) $8L$

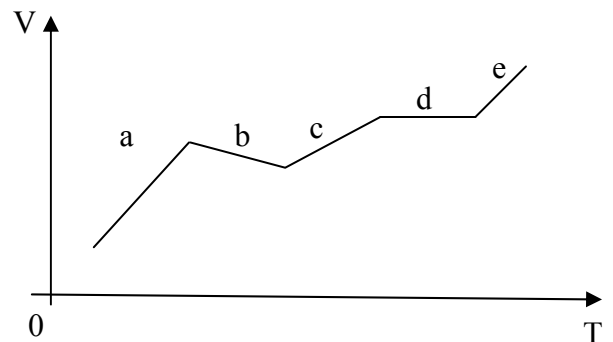
15. განსხვავებული მასალისა და მასის საწონეებით ჰაერში გაწონასწორებული ბერკეტი მოათავსეს სითხეში.



როგორ შეიცვლება ბერკეტის წონასწორობა?

- ა) გადაიხრება მცირე მასის მქონე საწონისკენ;
ბ) გადაიხრება დიდი მასის მქონე საწონისკენ;
გ) გადაიხრება ნაკლები სიმკვრივის მქონე საწონისკენ;
დ) გადაიხრება მეტი სიმკვრივის მქონე საწონისკენ;
ე) წონასწორობა არ დაირღვევა.

16. მოცემულია გარკვეული მასის იდეალური აირის მოცულობის აბსოლუტურ ტემპერატურაზე დამოკიდებულების გრაფიკი. გრაფიკის რომელი მონაკვეთი აღწერს იზობარულ პროცესს?



- ა) მხოლოდ a ბ) მხოლოდ c
გ) მხოლოდ d დ) a და c
ე) a და e

17. 20 მ სიღრმის წყალსატევის ფსკერიდან ამოტივტივდა ჰაერის ბუშტულა. რამდენჯერ გაიზარდა მისი მოცულობა წყლის ზედაპირთან მიღწევისას? წყლის მოთელ მოცულობაში ტემპერატურა ერთნაირია. ატმოსფერული წნევა ნორმალურია.

- ა) 1,2-ჯერ ბ) 2-ჯერ გ) 3-ჯერ დ) 4-ჯერ ე) 5-ჯერ

18. 2 ლ ტევადობის ბალონში 1 ატმ წნევის ჟანგბადია, ხოლო 3 ლ ტევადობის ბალონში 2 ატმ წნევის ჰელიუმი. რა წნევის ნარევის მივიღებთ, თუ ბალონების შემადგენელ ონკანს გავხსნით?

- ა) 1,2 ატმ ბ) 1,5 ატმ გ) 1,6 ატმ დ) 1,8 ატმ ე) 3 ატმ

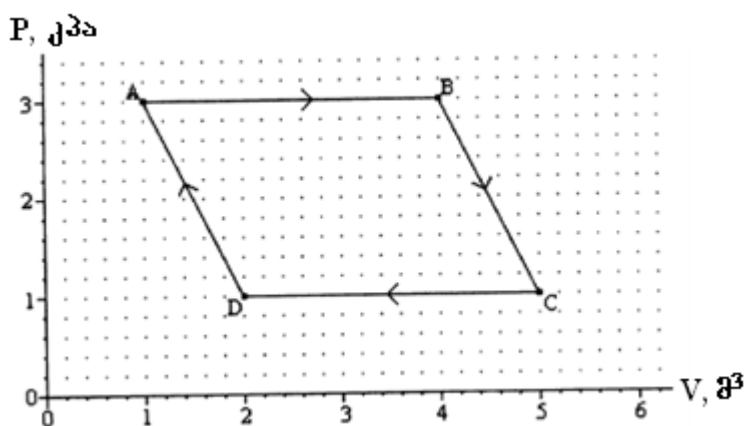
19. ლაბორატორიაში ცდის ჩატარებისას მოსწავლეთა 5 ჯგუფი ზომავდა დახშულ ჭურჭელში მოთავსებული ჰაერის წნევას სხვადასხვა ტემპერატურის პირობებში. ცხრილში წარმოდგენილია ამ ჯგუფების მიერ მიღებული 5 შედეგი. რომელმა ჯგუფმა დაუშვა შეცდომა გაზომვებში?

ჯგუფის №	1	2	3	4	5
წნევა (10^5 პა)	1	1,3	1,5	1,8	2
ტემპერატურა ($^{\circ}\text{C}$)	27	117	177	237	327

- ა) 1 ბ) 2 გ) 3 დ) 4 ე) 5

20. იდეალური აირი ასრულებს სრულ ციკლს, რომლის PV დიაგრამა მოცემულია ნახაზზე. რისი ტოლია აირის მიერ შესრულებული მუშაობა?

- ა) 2 000 ჯ ბ) 4 000 ჯ
გ) 6 000 ჯ დ) 8 000 ჯ
ე) 12 000 ჯ



21. როგორია მუხტის განაწილება დადებითად დამუხტულ ლითონის ბურთულაში?

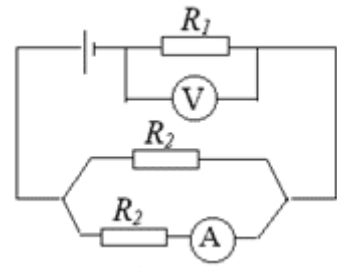
- ა) მუხტი ერთგვაროვნადაა განაწილებული ბურთულას მოცულობაში;
ბ) მუხტის განაწილების სიმკვრივე მაქსიმალურია ბურთულას ზედაპირთან და თანდათან მცირდება ცენტრთან მიახლოებისას;
გ) განაწილების სიმკვრივე მაქსიმალურია ბურთულას ცენტრში და თანდათან მცირდება ბურთულას ზედაპირთან მიახლოებისას;
დ) მუხტი მთლიანად კონცენტრირებულია ბურთულას ცენტრში;
ე) მუხტი ერთგვაროვანი სიმკვრივითაა განაწილებული ბურთულას ზედაპირზე.

22. მუდმივი დენის წყაროსთან მიერთებული ბრტყელი ჰაერიანი კონდენსატორის ფირფიტებს შორის სივრცეში ელექტრული ველის დაძაბულობაა E. რისი ტოლი გახდება დაძაბულობა, თუ კონდენსატორს გამოვრთავთ დენის წყაროდან და შემდეგ კონდენსატორის ფირფიტებს შორის მანძილს გავზრდით 3-ჯერ?

- ა) $1/3 E$ ბ) $1/\sqrt{3} E$ გ) E დ) $\sqrt{3} E$ ე) 3 E

23. ნახატზე გამოსახულ წრედში ამპერმეტრის ჩვენებაა 1 ა, ხოლო ვოლტმეტრის – 8 ვ. განსაზღვრეთ ძაბვის ვარდნა წყაროს შიგა წინააღობაზე, თუ წყაროს ემ ძალაა 20 ვ, ხოლო $R_2=5$ ომს.

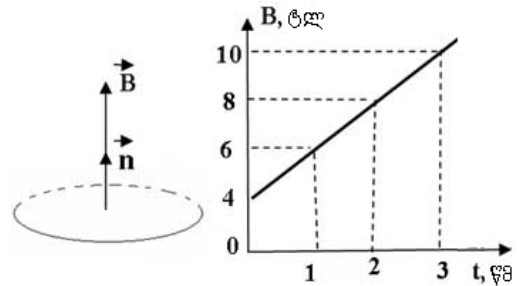
- ა) 2 ვ ბ) 5 ვ გ) 7 ვ
დ) 10 ვ ე) 12 ვ



24. 2 ომი წინააღობის რგოლი მოთავსებულია ერთგვაროვან მაგნიტურ ველში (იხ. ნახ.), რომლის ინდუქცია დროის მიხედვით იცვლება ისე, როგორც ნაჩვენებია ნახაზზე.

რგოლით შემოსაზღვრული ფართობია $0,01\text{მ}^2$.

რისი ტოლია რგოლში ინდუცირებული დენის ძალა და რა მიმართულებისაა ინდუქციური დენი?



- ა) 10 მა, საათის ისრის მოძრაობის მიმართულებით;
ბ) 10 მა, საათის ისრის მოძრაობის საწინააღმდეგო მიმართულებით;
გ) 20 მა, საათის ისრის მოძრაობის მიმართულებით;
დ) 20 მა, საათის ისრის მოძრაობის საწინააღმდეგო მიმართულებით;
ე) 1 ა, საათის ისრის მოძრაობის მიმართულებით.

25. ლითონის რგოლი მოთავსებულია მისი სიბრტყის მართობულ ერთგვაროვან მაგნიტურ ველში. როდესაც რგოლი 60° კუთხით მოაბრუნეს მისი დიამეტრის გასწვრივი ღერძის გარშემო, რგოლის განიკვეთში გაიარა q მუხტმა. რა მუხტი გაივლიდა რგოლის განიკვეთში, თუ მას იმავე ღერძის გარშემო 180° კუთხით მოვაბრუნებდით?

- ა) q ბ) $1,5 q$ გ) $2 q$ დ) $3q$ ე) $4q$

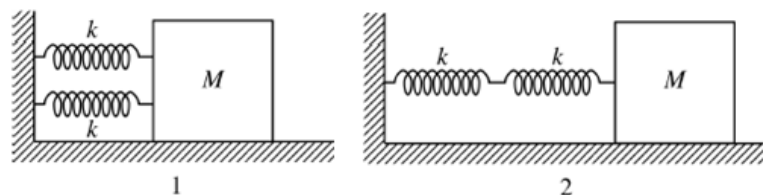
26. ერთსა და იმავე დროში ერთი მათემატიკური ქანქარა ასრულებს 40, მეორე კი – 30 რხევას. ქანქარების სიგრძეთა სხვაობა 7 სმ-ია. რისი ტოლია გრძელი ქანქარის სიგრძე?

- ა) 9 სმ ბ) 14 სმ გ) 16 სმ დ) 21 სმ ე) 28 სმ

27. მათემატიკური ქანქარის რხევის პერიოდია T . რისი ტოლია წონასწორობის მდებარეობიდან ამპლიტუდის ნახევრით გადახრის დრო?

- ა) $T/12$ ბ) $T/10$ გ) $T/8$ დ) $T/6$ ე) $T/4$

28. ორი ერთნაირი ზამბარა, რომელთა სიხისტეა k , შეერთებულია M მასის ტვირთთან ორი გზით, როგორც ეს ნაჩვენებია ნახაზზე. იპოვეთ ტვირთის რხევის პერიოდების შეფარდება T_1/T_2 .

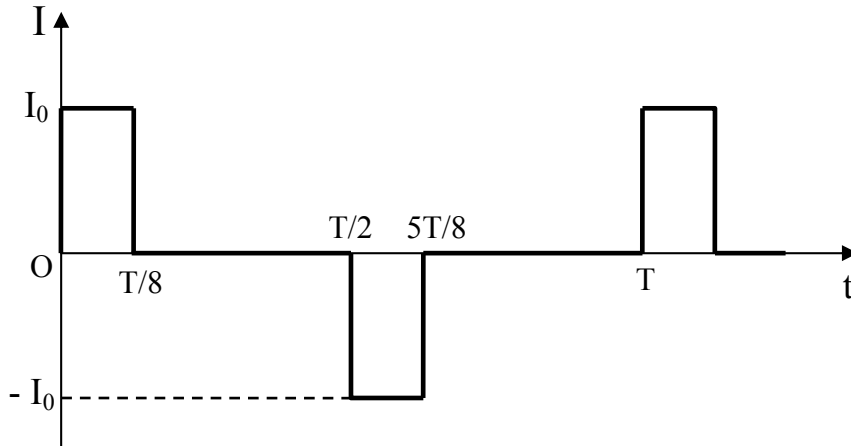


- ა) $1/4$ ბ) $1/2$ გ) 1 დ) $3/2$ ე) 2

29. რხევითი კონტურის კოჭაში მაქსიმალური დენის ძალაა I . რისი ტოლია დენის ძალა კოჭაში მაშინ, როდესაც კონდენსატორის ენერგია ორჯერ მეტია კოჭას ენერგიაზე?

- ა) $\frac{I}{3}$ ბ) $\frac{I}{\sqrt{3}}$ გ) $\frac{I}{2}$ დ) $\frac{2I}{3}$ ე) $\frac{2I}{\sqrt{3}}$

30. დენის ძალა დროის მიხედვით პერიოდულად იცვლება ისე, როგორც ნაჩვენებია ნახაზზე. რისი ტოლია დენის ძალის ეფექტური მნიშვნელობა?



- ა) $\frac{I_0}{8}$ ბ) $\frac{I_0}{4}$ გ) $\frac{I_0}{\sqrt{8}}$ დ) $\frac{I_0}{2}$ ე) $\frac{I_0}{\sqrt{2}}$

31. სინათლის რომელი ქვემოთ მოყვანილი თვისება ვერ იქნება დემონსტრირებული ბგერითი ტალღის მეშვეობით?

- ა) გარდატეხა ბ) არეკვლა გ) დიფრაქცია
დ) ინტერფერენცია ე) პოლარიზაცია

32. აუზში ასხია წყალი, რომლის სიღრმეა H , ხოლო გარდატეხის მაჩვენებელი $-4/3$. თუ აუზს ვერტიკალური მიმართულებით ზევიდან ვუცქერთ, მაშინ წყლის მოჩვენებითი სიღრმეა:

- ა) $1/4 H$ ბ) $1/3 H$ გ) $3/4 H$ დ) H ე) $4/3 H$

33. ლინზის მეშვეობით ვიღებთ საგნის ნამდვილ, ორჯერ შემცირებულ გამოსახულებას. თუ საგანს 6 სმ-ით დაუახლოვებთ ლინზას, მივიღებთ საგნის ნამდვილ, ორჯერ გადიდებულ გამოსახულებას. ლინზის ფოკუსური მანძილი არის:

- ა) 3 სმ ბ) 4 სმ გ) 6 სმ დ) 18 სმ ე) 24 სმ

34. სინათლის ზემოქმედებით ლითონიდან ამოტყორცნილი ელექტრონების მაქსიმალური კინეტიკური ენერგია 3-ჯერ მეტია ლითონიდან ელექტრონის გამოსვლის მუშაობაზე. რისი ტოლია ლითონზე დაცემული სინათლის ტალღის სიგრძის შეფარდება წითელი საზღვრის ტალღის სიგრძესთან?

- ა) $1/4$ ბ) $1/3$ გ) $1/2$ დ) 3 ე) 4

35. რადიოაქტიური ბირთვების ალფა დაშლისას:

- ა) პროტონების რიცხვი იზრდება 1-ით, ნეიტრონების რიცხვი მცირდება 1-ით;
- ბ) პროტონების რიცხვი მცირდება 1-ით, ნეიტრონების რიცხვი იზრდება 1-ით;
- გ) პროტონებისა და ნეიტრონების რიცხვი რჩება უცვლელი;
- დ) პროტონების რიცხვი იზრდება 2-ით, ნეიტრონების რიცხვი იზრდება 2-ით;
- ე) პროტონების რიცხვი მცირდება 2-ით, ნეიტრონების რიცხვი მცირდება 2-ით.

36. რადიოაქტიური ნივთიერების ნახევარდაშლის პერიოდია 16 წუთი. რა დროში დაიშლება ნივთიერების $3/4$ ნაწილი?

- ა) 24 წთ ბ) 28 წთ გ) 32 წთ დ) 36 წთ ე) 48 წთ

37. მოძებნეთ ანალოგები ზამბარაზე მიმაგრებული სხეულის მექანიკური რხევებისა და რხევით კონტურში ელექტრული რხევების მახასიათებელ სიდიდეებს შორის და შეავსეთ ცხრილი:

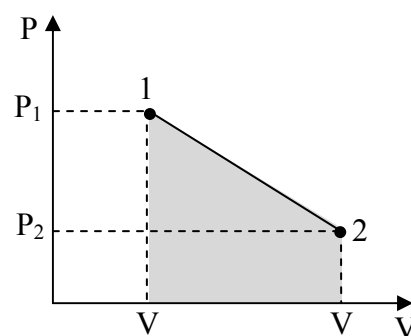
ა. კოორდინატი x	1. კოჭას ინდუქციურობა L
ბ. სიხარე ν	2. კოჭას მაგნიტური ველის ენერგია
გ. მასა m	3. დენის ძალა I
დ. ზამბარის სიხისტე k	4. ტევადობის შებრუნებული სიდიდე $1/C$
ე. სხეულის კინეტიკური ენერგია	5. კონდენსატორის ელექტრული ველის ენერგია
ვ. ზამბარის პოტენციური ენერგია	6. კონდენსატორის მუხტი q

	1	2	3	4	5	6
ა						
ბ						
გ						
დ						
ე						
ვ						

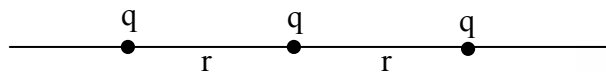
38. m მასის ბურთულას, რომელიც იძირება სითხეში, დაუმყარდა მუდმივი სიხარე. რა სიდიდის ძალამ უნდა იმოქმედოს ბურთულაზე, რომ სითხეში ის ვერტიკალურად ზევით ადიოდეს 2-ჯერ მეტი დამყარებული სიხარით? სითხის სიმკვრივეა ρ , ბურთულას მოცულობაა V . სითხის წინააღმდეგობის ძალა ბურთულის სიხარის პროპორციულია.

39. მოცემული მასის აირი ნახაზზე გამოსახული პროცესით გადაიყვანეს

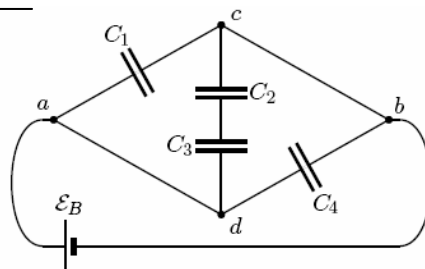
1 მდგომარეობიდან 2 მდგომარეობაში, სადაც $P_2 = P_1/n$, ხოლო $V_2 = nV_1$. განსაზღვრეთ აირის მიერ მიღებული სითბოს რაოდენობა ამ პროცესის დროს.



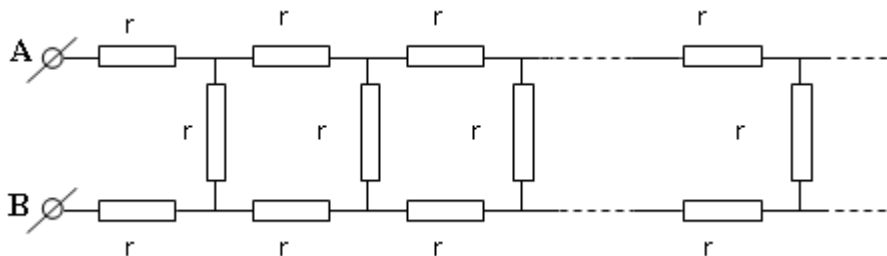
40. სამი წერტილოვანი მუხტი მოთავსებულია ერთ წრფეზე ერთმანეთის მიყოლებით ისე, როგორც გამოსახულია ნახაზზე. რა მუშაობა უნდა შევასრულოთ, რომ მუხტები განვაღაგოთ წესიერი სამკუთხედის წვეროებში, რომლის გვერდის სიგრძეა r ?



41. ოთხი კონდენსატორი შეერთებულია ისე, როგორც ეს ნაჩვენებია ნახაზზე. იპოვეთ ტევადობა a და b წერტილებს შორის.



42. წრედის AB უბანი შედგენილია უსასრულო რაოდენობის ტოლი სიდიდის წინააღობების შეერთებით ისე, როგორც ეს წარმოდგენილია ნახაზზე. რისი ტოლია ამ უბნის წინააღობა? (გამოიყენეთ ეკვივალენტური წინააღობის მეთოდი)



43. ხშირად ფიზიკის სასკოლო სახელმძღვანელოებში არქიმედეს კანონის თეორიული გამოყენა ეფუძნება წესიერი ფორმის (ცილინდრი, კუბი, მართკუთხა პარალელებიპედი) სხეულების განხილვას. მოსწავლემ ყურადღება მიაქცია ამას და ეჭვი გამოთქვა, რომ ამ შეზღუდვის გამო არქიმედეს კანონი არ არის ზოგადი კანონი.

როგორ აუხსნით მოსწავლეებს, რომ სითხეში ჩაძირულ ნებისმიერი ფორმის სხეულზე მოქმედი ამოძვლები ძალა ამ სხეულის მიერ გამოძევებული სითხის წონის ტოლია?

44. V მოცულობის ჭურჭელში, რომელშიც ატმოსფერული წნევის მქონე ჰაერია, დგუშიანი ტუმბოს საშუალებით ატმოსფეროდან ტუმბავენ ჰაერს. ტუმბოს ცილინდრის მუშა მოცულობაა $v=0,01$ V. ჩატუმბვის რამდენი ციკლის შემდეგ გაიზრდება წნევა ჭურჭელში 2-ჯერ?

ა) ჩამოაყალიბეთ დაშვებები, რომლებზეც უნდა გაამახვილოთ მოსწავლეების ყურადღება, რათა მოცემულობიდან გამომდინარე ამოცანა ამოხსნადი იყოს.

ბ) ამოხსენით ამოცანა.

განიხილეთ შებრუნებული სახის ამოცანა:

როგორი იქნება ჭურჭელში ჰაერის წნევა ატმოსფერულ წნევასთან შედარებით იმავე რაოდენობის ამოტუმბვათა შემდეგ?

გ) ახსენით განსხვავება ჩატუმბვისა და ამოტუმბვის პროცესებს შორის და ამოცანის პასუხი თვისებრივად დაასაბუთეთ.

45. სხეული ასრულებს მიღევად რხევებს, ისე რომ მისი კოორდინატის დროზე დამოკიდებულება გამოისახება ფორმულით

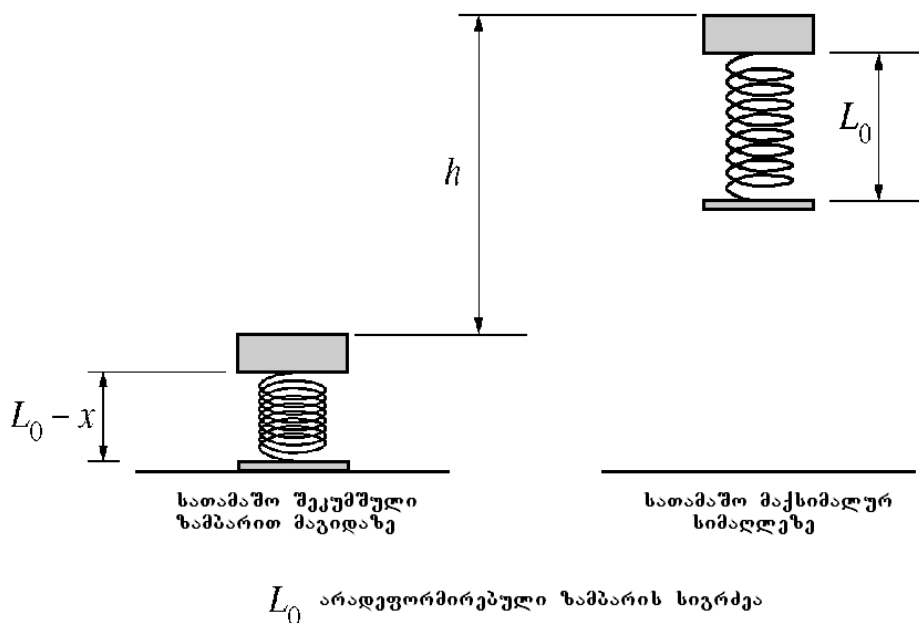
$$x(t) = Ae^{-\alpha t} \sin \omega t$$

სადაც A , α და ω მუდმივებია. იპოვეთ სხეულის სიჩქარისა და აჩქარების დროზე დამოკიდებულება.

46. დასურულ ჭურჭელში მოთავსებულია ν მოლი აირი T_0 ტემპერატურაზე. გამოთვალეთ აირის მიერ შესრულებული მუშაობა იზოთერმული პროცესის პირობებში მოცულობის ცვლილებისას V_1 -დან V_2 -მდე.

47. მოსწავლე გიმტკიცებთ, რომ ჯაჭვიან კარუსელზე ბრუნვისას მასზე მოქმედი ძალა მიმართულია ცენტრიდან გარეთ, რადგან სწორედ ამ მიმართულებით გადაიხარა ჯაჭვები ვერტიკალიდან. თქვენ კი მხოლოდ ცენტრისკენულ ძალაზე საუბრობთ. როგორ აუხსნით მოსწავლეს მოვლენის არსს?

48. ექსპერიმენტულად უნდა განსაზღვროთ მოხტუნავე სათამაშოს ზამბარის სიხისტე. მოხტუნავე სათამაშო წარმოადგენს ზამბარას, რომლის ერთ ბოლოზე მიმაგრებულია მცირე მასის საყრდენი, ხოლო მეორე ბოლოზე – მასიური ძელაკი. ზამბარისა და საყრდენის მასა შეგიძლიათ უგულებელყოთ ძელაკის მასასთან შედარებით. სათამაშოს ათავსებთ მაგიდის ზედაპირზე და კუმშავთ ზამბარას ისე, რომ ხელის გაშვების შემდეგ ახტეს. ზამბარის შეკუმშვა იყოს x , სათამაშოს მასა – m , ახტომის სიმაღლე – h , ზამბარის სიხისტე – k (იხ. ნახ.). სიმძიმის ძალის აჩქარება მიიჩნიეთ $g=9,8$ მ/წმ²-ის ტოლად.



ექსპერიმენტის პროცესში ცვლით სათამაშოს მასას ძელაკზე სხვადასხვა მასის ტვირთის დამატებით და ზომავთ ახტომის სიმაღლეს. ზამბარის შეკუმშვა ყველა შემთხვევაში იყოს $x=0,020$ მ.

ა) გამოსახეთ h სიმაღლე m , x , k და g სიდიდეებით.

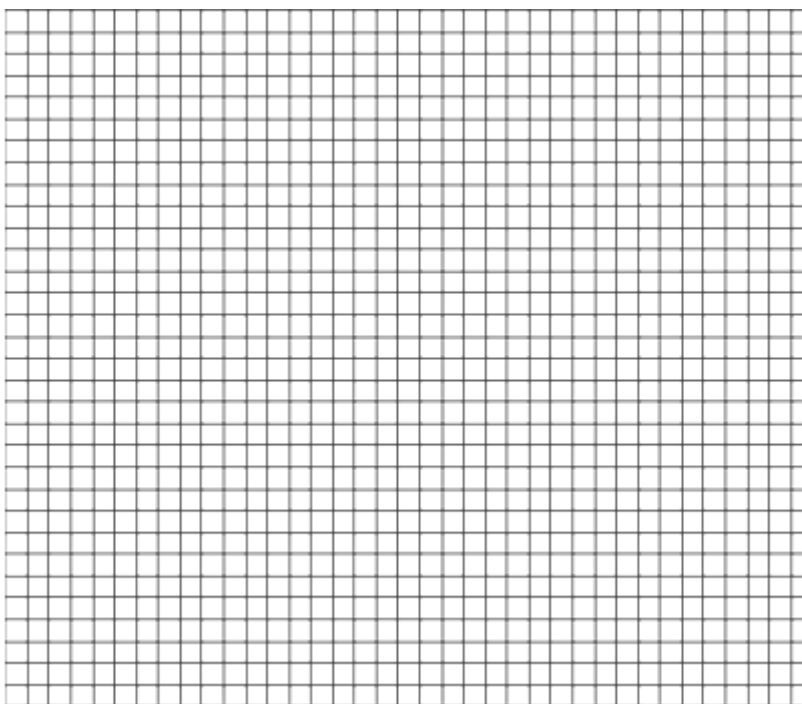
დავუშვათ, რომ გაზომვათა შედეგები ისეთია, როგორიც მოცემულია ცხრილში:

	m (კგ)	h (მ)	
	0,020	0,49	
	0,030	0,34	
	0,040	0,28	
	0,050	0,19	
	0,060	0,18	

ბ) შეარჩიეთ გაზომილ სიდიდეებთან დაკავშირებული ისეთი სიდიდეები, რომ მათ შორის თეორიულად წრფივი დამოკიდებულება იყოს.

გ) თუ შერჩეული სიდიდე ან სიდიდეები განსხვავდება ცხრილში წარმოდგენილისაგან, მაშინ ცარიელ სვეტში (სვეტებში) შეიტანეთ მისი (მათი) მნიშვნელობები.

დ) გრაფიკის ფურცელზე დასვით ექსპერიმენტული წერტილები და გაავლეთ წრფე, რომელიც ყველაზე უკეთესად შეესაბამება ექსპერიმენტულ წერტილებს. არ დაგავიწყდეთ ღერძებზე გადაზომილი სიდიდეების, მათი ერთეულებისა და დანაყოფების მითითება.



ე) გამოიყენეთ მიღებული ექსპერიმენტული გრაფიკი და გამოთვალეთ ზამბარის სიხისტე.

ვ) აღწერეთ მაქსიმალური სიმაღლის გაზომვის პროცედურა იმის გათვალისწინებით, რომ მაქსიმალურ სიმაღლეზე სათამაშო იმყოფება მყისიერად.

სწორი პასუხები
არჩევითპასუხიანი დავალებების პასუხები:

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
ა																		
ბ	X				X				X									
გ			X					X		X			X	X			X	X
დ		X									X	X			X	X		
ე				X		X	X											

	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
ა						X			X							X		
ბ										X	X				X			
გ		X		X	X			X						X				X
დ	X											X						
ე			X				X						X				X	

37-ე დავალების პასუხი:

	1	2	3	4	5	6
ა						X
ბ			X			
გ	X					
დ				X		
ე		X				
ვ					X	

ამოცანების ამოხსნები:

38. სითხეში ბურთულას დამყარებული სიჩქარით მოძრაობისას მასზე მოდებული ძალების ტოლქმედი ნულის ტოლია:

ქვევით მოძრაობისას

$$\rho Vg + \alpha v - mg = 0$$

ზევით მოძრაობისას

$$F + \rho Vg - mg - \alpha \cdot 2v = 0$$

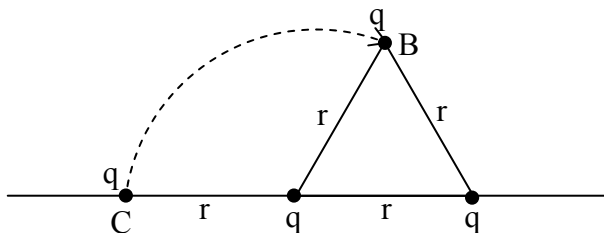
(სადაც α წინააღმდეგობის ძალასა და სიჩქარეს შორის პროპორციულობის კოეფიციენტი),
საიდანაც

$$F = 3(m - \rho V)g$$

39. ამოცანის მონაცემებიდან გამომდინარე $P_1V_1=P_2V_2$, ამიტომ $T_1=T_2$, ე. ი. 1 და 2 მდგომარეობებში აირის შინაგანი ენერგიები ტოლია: $\Delta U=0$. თერმოდინამიკის I კანონიდან გამომდინარეობს, რომ აირის მიერ მიღებული სითბოს რაოდენობა ტოლია მის მიერ შესრულებული მუშაობისა, $Q=A$. აირის მუშაობა განისაზღვრება $P(V)$ დიაგრამიდან გამუქებული ტრაპეციის ფართობით. მაშასადამე,

$$Q = A = \frac{1}{2}(P_1 + P_2)(V_2 - V_1) = \frac{n^2 - 1}{2n} P_1 V_1$$

40. მუხტები რომ დავაღაგოთ ტოლგვერდა სამკუთხედის წვეროებში, საკმარისია ერთ-ერთი კიდურა მუხტი, მაგალითად, მარცხენა გადავიტანოთ ისე, როგორც ნახაზზეა ნაჩვენები.



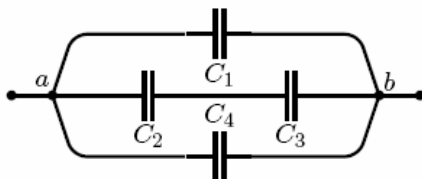
ამ დროს ველის მიერ შესრულებული მუშაობაა $A=q(\varphi_C-\varphi_B)$, სადაც φ_C არის დანარჩენი ორი მუხტის მიერ შექმნილი ველის პოტენციალი C წერტილში, φ_B კი – B წერტილში, ხოლო ჩვენ მიერ შესრულებული მუშაობაა $A'=-A=q(\varphi_B-\varphi_C)$.

$$\varphi_C = \frac{kq}{r} + \frac{kq}{2r} = \frac{3kq}{2r} \quad \varphi_B = \frac{2kq}{r}$$

ამრიგად,

$$A' = \frac{kq^2}{2r}$$

41. ერთი და იმავე პოტენციალის მქონე წერტილების გაერთიანებით მივიღებთ გამარტივებულ ეკვივალენტურ სქემას:



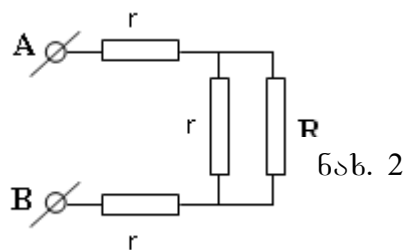
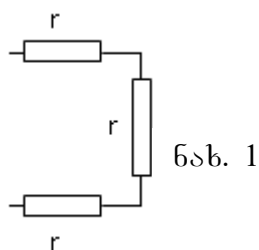
მიმდევრობით შეერთებული C_2 და C_3 კონდენსატორებს შეესაბამება ეკვივალენტური ტევადობა:

$$C_{23} = 1/(1/C_2 + 1/C_3) = C_2 C_3 / (C_2 + C_3)$$

სრული Cab ტევადობა a და b წერტილებს შორის შეიძლება ვიპოვოთ C_1, C_4 , და C_{23} კონდენსატორების პარალელური შეერთების ფორმულის საფუძველზე:

$$C_{ab} = C_1 + C_4 + C_{23} = C_1 + C_4 + C_2 C_3 / (C_2 + C_3)$$

42. მოცემულ წრედში ერთი უჯრედის (ნახ. 1) მოკლე ან მიმატება წრედის წინააღობას არ შეცვლის. ამიტომ, თუკი საწყისი წრედის წინააღობაა R, მაშინ ეკვივალენტური წრედი მიიღებს ნახ. 2-ზე ნაჩვენებ სახეს:



ეკვივალენტური წრედის განხილვით, მივიღებთ განტოლებას:

$$R = 2r + \frac{r \cdot R}{r + R}$$

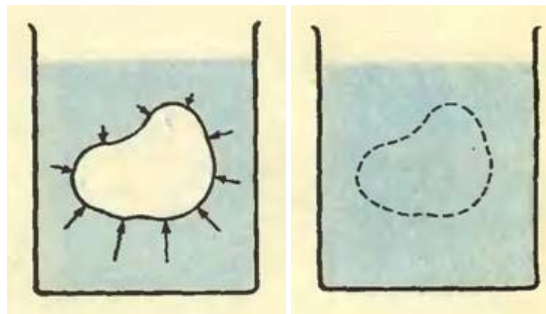
აქედან მიიღება კვადრატული განტოლება:

$$R^2 - 2rR - 2r^2 = 0$$

რომლის ორი ამონახსნიდან მხოლოდ ერთია ფიზიკურად გამართლებული:

$$R = r(1 + \sqrt{3})$$

43. სითხეში მთლიანად მოთავსებულ ნებისმიერი ფორმის სხეულზე მოქმედი ამომგდები ძალა განისაზღვრება მის ზედაპირზე განაწილებული წნევის ძალების ტოლქმედით. თუ მოცემულ სხეულს ჩაენაცვლებთ (აზრობრივი ექსპერიმენტი) იმავე ფორმის სითხით, მის ზედაპირზე წნევის ძალების განაწილება, და შესაბამისად, ტოლქმედიც არ შეიცვლება. რადგანაც ჩამანაცვლებელი სითხე (გამოძევებული სითხე) იმავე სითხეში წონასწორობაშია, ე. ი. ამომგდები ძალა გამოძევებული სითხის წონის ტოლია.



44. ა) ძირითადი დაშვებები:

1. პროცესი იზოთერმულია.
2. ჰაერი აკმაყოფილებს იდეალური აირის განტოლებას.

ბ) ჭურჭელში წნევის გასაორმაგებლად მასში უნდა ჩაიტუმბოს იმავე მასის ჰაერი, რაც მასში უკვეა მოთავსებული. ეს ჰაერი ატმოსფერული წნევის პირობებში V მოცულობას იკავებს. რადგან ყოველი ჩატუმბვისას ჭურჭელში ემატება ჰაერი, რომელიც ატმოსფერული წნევის პირობებში იკავებს ტუმბოს ცილინდრის მოცულობას, ამიტომ საჭირო იქნება $n=V/v=100$ ჩატუმბვა.

შესაძლებელია ამოცანის მეორე ხერხით ამოხსნაც:

$$m = m_0 + nm_1, \quad (1)$$

სადაც m ჭურჭელში ჰაერის საბოლოო მასაა, m_0 – საწყისი, ხოლო m_1 – ჩატუმბვის ერთი ციკლისას დამატებული მასა. მენდელეევი-კლაპეირონის განტოლების თანახმად,

$$m = \frac{2p_0VM}{RT}, \quad m_0 = \frac{p_0VM}{RT}, \quad m_1 = \frac{p_0 \cdot 0,01VM}{RT} \quad (2)$$

სადაც M ჰაერის მოლური მასაა, R – აირის უნივერსალური მუდმივა, ხოლო T – ჰაერის აბსოლუტური ტემპერატურა.

(1) და (2) ფორმულების გამოყენებით მიიღება იგივე შედეგი $n=100$.

გ) ამოტუმბვის ყოველი მომდევნო ციკლი იწყება ჭურჭელში ჰაერის შემცირებული წნევით, მაშასადამე, ამოტუმბვისას, ჩატუმბვისაგან განსხვავებით, ყოველი მომდევნო ციკლისას ამოიტუმბება სულ უფრო ნაკლები მასის ჰაერი, თუმცა, თავიდან იმაზე მეტი, ვიდრე ჩატუმბვის თითოეული ციკლის დროს. ამიტომ ატმოსფერული წნევა ჭურჭელში დამყარდება 100-ზე ნაკლები ამოტუმბვის შემდეგ. შესაბამისად, 100 ამოტუმბვის შემდეგ დამყარდება ატმოსფერულზე ნაკლები წნევა.

45. სხეულის სიჩქარე არის კოორდინატის წარმოებული დროით:

$$v(t) = (x(t))' = -\alpha A e^{-\alpha t} \sin \omega t + \omega A e^{-\alpha t} \cos \omega t = \\ = A e^{-\alpha t} (\omega \cos \omega t - \alpha \sin \omega t)$$

სხეულის აჩქარება არის სიჩქარის წარმოებული დროით:

$$a(t) = (v(t))' = -\alpha A e^{-\alpha t} (\omega \cos \omega t - \alpha \sin \omega t) + A e^{-\alpha t} (-\omega^2 \sin \omega t - \\ - \omega \alpha \cos \omega t) = A e^{-\alpha t} ((\alpha^2 - \omega^2) \sin \omega t - 2\alpha \omega \cos \omega t)$$

46. იზოთერმული პროცესის დროს შესრულებული მუშაობა გამოითვლება, როგორც

$$A = \int_{V_1}^{V_2} p(V) dV$$

სადაც $p(V) = \frac{\nu R T_0}{V}$

ამრიგად, $A = \nu R T_0 \int_{V_1}^{V_2} \frac{dV}{V} = \nu R T_0 \ln \frac{V_2}{V_1}$

47. ინერციის გამო, ნიუტონის I კანონის თანახმად, სხეული ცდილობს, შეინარჩუნოს მოძრაობის მიმართულება, რომელიც წრეწირზე ბრუნვისას ნებისმიერ წერტილში წრეწირის მხეების გასწვრივია მიმართული. მხეების გასწვრივ მოძრაობა კი დააშორებდა სხეულს ცენტრისაგან. ძალა, რომელიც არ აძლევს სხეულს საშუალებას იმოძრაოს სწორხაზოვნად და დაშორდეს ცენტრს, ცენტრისკენაა მიმართული და მას ცენტრისკენული ძალა ეწოდება.

48. ა) ენერგიის მუდმივობის კანონის გამოყენებით მიიღება

$$mgh = \frac{kx^2}{2}$$

საიდანაც

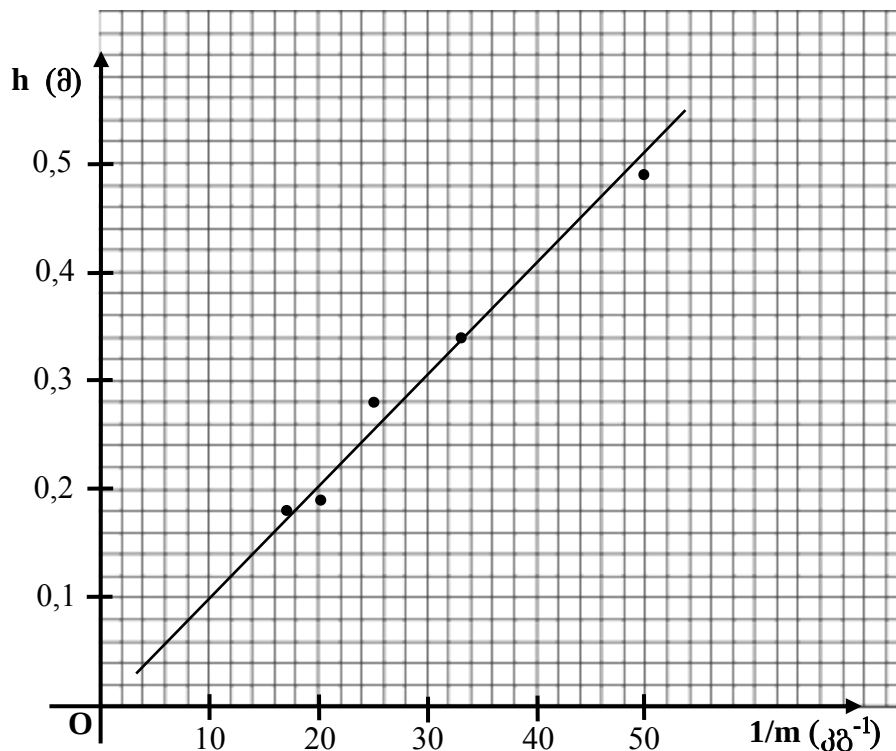
$$h = \frac{kx^2}{2mg}$$

ბ) როგორც ვხედავთ, წრფივი დამოკიდებულებაა h და $\frac{1}{m}$ სიდიდეებს შორის ან m და $\frac{1}{h}$ სიდიდეებს შორის. ავირჩიოთ პირველი ვარიანტი.

გ) შევიტანოთ ცხრილში $\frac{1}{m}$ სიდიდის მნიშვნელობები:

$1/m$ (კგ ⁻¹)	m (კგ)	h (მ)
50	0,020	0,49
33	0,030	0,34
25	0,040	0,28
20	0,050	0,19
17	0,060	0,18

დ) წრფეს ვატარებთ ისე, რომ მის ორივე მხარეს დაახლოებით თანაბრად დაშორებული წერტილები დარჩეს.



ე) $h = \frac{kx^2}{2mg}$ ფორმულის თანახმად, h და $\frac{1}{m}$ სიდიდეებს შორის პირდაპირპროპორციულობის კოეფიციენტია $\frac{kx^2}{2g}$. ის გრაფიკსა და აბსცისათა ღერძს შორის კუთხის ტანგენსის ($\text{tg}\alpha$) ტოლია.

გრაფიკი გადის წერტილებზე (10; 0,1) და (33; 0,34), ამიტომ

$$\text{tg}\alpha = \frac{0,34-0,1}{33-10} = 1,04 \times 10^{-2}$$

$$\text{tg}\alpha = \frac{kx^2}{2g}, \text{ საიდანაც } k = \frac{2g\text{tg}\alpha}{x^2} = \frac{2 \cdot 9,8 \cdot 1,04 \cdot 10^{-2}}{(0,02)^2} = 510 \text{ (ნ/მ)}$$

ექსპერიმენტული ცდომილებების გამო მისაღებია პასუხი შუალედში (460–560) ნ/მ.

ვ) მაქსიმალური ასვლის სიმაღლის გასაზომად სათამაშოს უკან ვერტიკალურად დავაყენებთ მეტრიან სახაზავს და სიმაღლეს დავაფიქსირებთ თვალთახედვით, ფოტოაპარატით ან ვიდეოს გადაღებით და შემდეგ შენელებულად გაშვებისას სიმაღლის დაფიქსირებით.