

თემა 3. როგორ ვახდენთ ფიზიკის გაკვეთილზე ძირითადი ამოცანის დაზუსტებას, განზოგადებას და გადაწყვეტას. მოლეკულურ კინეტიკური თეორიის ძირითადი განტოლებების სწავლებისას

მოლეკულურ - კინეტიკური თეორია (მკთ), თერმოდინამიკა, სითბური მოვლენები ფიზიკის ის განყოფილებებია, რომელთა ცოდნა აუცილებელია ნებისმიერი პროფესიის ადამიანისათვის.

მკთ - ის ძირითადი დებულებები ფუნდამენტური საფუძველია საბუნებისმეტყველო მეცნიერებაში ცოდნის შემდგომი კონსტრუირებისათვის.

XX-სკ-ის ერთ-ერთი გამოჩენილი ამერიკელი ფიზიკოსი, ნობელის პრემიის ლაურეატი რიჩარდ ჰეინმანი აღნიშნავდა: “დავუშვათ, მსოფლიო კატასტროფის შედეგად განადგურდა კაცობრიობის მიერ დაგროვილი მთელი მეცნიერული ცოდნა. ცოცხალ არსებათა მომავალი თაობისათვის გადასაცემია ერთი განსაკუთრებული მნიშვნელობის ინფორმაცია, ჩემი აზრით, ეს უნდა იყოს შემდეგი მტკიცებულება: „სხული შედგება განუწყვეტლივ მოძრავი ნაწილაკებისაგან, ისინი მცირე მანძილზე ერთმანეთს მიიზიდავენ და განიზიდავენ, თუ მჭიდროდ მივუახლოვებთ ერთმანეთს“.

მკთ-ია ისეთი მოძღვრება, რომლის დასკვნებსაც აქვს კავშირი ფიზიკის ნებისმიერ განყოფილებასთან, რაც უფრო ძლიერადაა გამოხატული კავშირები, მით უფრო დამაჯერებელია განსახილველ საკითხთა არსი და ადვილიხდება მათგან გამომდინარე დასკვნების გაკეთება.

ფიზიკაში ესოდენ მნიშვნელოვანი თემის საკითხების სწავლებისათვის საჭიროა მეტად გააზრებული მეთოდის შემუშავება. (არასწორად მიმაჩნია, რომ ამჟამად, ეს თემა ისწავლება საჯარო სკოლის XI კლასის მეორე სემესტრში, როცა უკვე მთავრდება ფიზიკის სწავლა. ადრეც და უახლესი წლების წინ ეს თემა ისწავლებოდა X-კლასის პირველ სემესტრში მეტი საგაკვეთილო დროით, რის შედეგადაც ადვილი იყო მკთ-ის ძირითადი დებულებების კავშირის დანახვა სხვა განყოფილების თემების საკითხებთან).

თემის შესწავლის ძირითადი ამოცანაა, დავადგინოთ ნივთიერების შინაგანი სტრუქტურა, ამოვიცნოთ მისი თვისებები, საჭიროებისამებრ, შევძლოთ მათი გამოყენება.

როგორ განვახორციელოთ მკთ-ის ძირითადი დებულებების, ძირითადი განტოლებების, მათთან დაკავშირებული მოვლენების სწავლება ისე, რომ მოსწავლემ შემოქმედებითად შეძლოს ცოდნის პრაქტიკული გამოყენება? არ გაუჭირდეს ცოდნის ტრანსფერი?

გამოსავალი ასეთია, საგაკვეთილო პროცესი გაჯერებული უნდა იყოს თვისებრივი და რაოდენობრივი ხასიათის სავარჯიშოებით, ამოცანებით და საშინაო დავალებებით, რომელთა გადაწყვეტა მოსწავლეს შეეძლება საყოფაცხოვრებო გარემოში მიმდინარე მოვლენების ანალოგიის მიხედვით, დაკვირვების საფუძველზე ან მოვლენათა მოდელირების მიხედვით.

გაკვეთილზე მკთ-ის ძირითადი დებულებების, ძირითადი განტოლებების, მათთან დაკავშირებული მოვლენების, მოვლენათა დამაკავშირებელი პარამეტრების შერჩევას, თეორიული დასკვნების განმტკიცებას ნაირგვარი სავარჯიშოებით, ამოცანებით, დავალებებით შემდეგნაირად ვახდენ:

მოლეკულურ-კინეტიკური თეორიის ძირითადი დებულებები:

1. **დებულება I** ნივთიერება შედგება უმცირესი ნაწილაკებისაგან მოლეკულებისა და ატომებისაგან.

აქ მნიშვნელოვანია, შეფასდეს მოლეკულის ზომები შეეძმნას მოსწავლეს მასზე წარმოდგენა, რომ მოლეკულის ზომების სიმცირის გამო, ის მცირე მასის სხეულში - უამრავია.

ა. 46. ცდით დადგენილია, რომ 1 მმ^3 მოცულობის ზეითუნის ზეთი ვერ დაფარავს $0,6 \text{ მ}^2$ -ზე მეტი ფართობის ზედაპირს. შეიძლება ვივარაუდოთ, რომ მაქსიმალურ ფართობზე გაშლისას ზეთის ფენის სისქე იქნება მოლეკულის დიამეტრის ტოლი. (ჩაატარეთ მსგავსი ექსპერიმენტები) იპოვეთ მოლეკულის დიამეტრი.

მითითება: ზეთის სისქე $\approx$ მოლეკულის დიამეტრი $d = \frac{V}{S} = \frac{10^{-9} \text{ მ}^3}{0,6 \text{ მ}^2} \approx 1,7 \cdot 10^{-9} \text{ მ}$.

ა. 47. ცნობილია რომ 1 მმ^3 მოცულობის ნავთის წვეთი წყლის ზედაპირზე დაიდვრება, ისე რომ 3 მ^3 -ზე არანაკლებ ფართობს დაფარავს. იპოვეთ ამ მონაცემებით ნავთის მოლეკულის დიამეტრი? (**პასუხი:** $3,33 \cdot 10^{-10} \text{ მ}$)

რადგანაც მოლეკულების ზომები მცირეა, დიდი იქნება მათი რაოდენობა მცირე მასის სხეულებში.

ა. 48. განსაზღვრეთ 1 მმ^3 ზეითუნის ზეთში მოლეკულების რაოდენობა.

მითითება: ზეითუნის ზეთის მოლეკულის დიამეტრი (ამოცანა 46), ზედაპირის ფართობი $S_1 = \frac{\pi d^2}{4}$. ყველა მოლეკულის ფართობი $S = N S_1 = N \frac{\pi d^2}{4}$. აქედან $N = \frac{4S}{\pi d^2} \approx 2,6 \cdot 10^{28}$ საკმაოდ დიდი რიცხვია.

ა. 49. ცნობილია რომ 1 სმ^3 (1 გ მასის) წყალში დაახლოებით $3,38 \cdot 10^{22}$ მოლეკულაა, იპოვეთ წყლის მოლეკულის მასა?

მითითება: $m_0(\text{H}_2\text{O}) = \frac{m}{N} \approx 2,9568 \cdot 10^{-26} \text{ კგ}$ (ზოგ სახელმძღვანელოში მითითებულია რომ წყლის მოლეკულის მასა $\approx 2,7 \cdot 10^{-26} \text{ კგ}$ -ია, რაც არაზუსტია).

სპექტრული ანალიზით, მასის სპექტროსკოპით, იონური პროექტორით და ქიმიური ანალიზის მეთოდებით დადგენილია, რომ ნახშირბადის ატომის მასა $m_{\text{oc}} = 1,995 \cdot 10^{-26} \text{ კგ}$ -ს.

ა. 50. იპოვეთ, რამდენი მოლეკულაა $0,012 \text{ კგ}$ (1 მოლი) ნახშირბადში?

მითითება: $N = \frac{m}{m_{\text{oc}}} \approx 6,02 \cdot 10^{23}$ მოლეკულა (ავოგადროს რიცხვი).

ა. 51. როგორია ერთი მოლი წყლის მასა?

მითითება: $m = m_0 N_A = 2,9568 \cdot 10^{-26} \text{ კგ} \cdot 6,02 \cdot 10^{23} \frac{1}{\text{მოლი}} = 18,09993 \cdot 10^{-3} \frac{\text{კგ}}{\text{მოლი}} \approx 18 \cdot 10^{-3} \frac{\text{კგ}}{\text{მოლი}}$

2. **დებულება II.** მოლეკულები ქაოსურად (უწესრიგოდ) მოძრაობენ.

დებულება II- ის უტყუარი დამადასტურებელი მოვლენაა დიფუზია, დიფუზიის სიჩქარე დამოკიდებულია ტემპერატურაზე, ე. ი. მოლეკულების სიჩქარე დამოკიდებულია ტემპერატურაზე.

ა. 52. დაალაგეთ ერთნაირ ტემპერატურის მყარი, თხევადი, აირადი მდგომარეობაში მყოფი ნივთიერებები დიფუზიის სისწრაფის მიხედვით? რაზე მიუთითებს დიფუზიის სისწრაფე?

ა. 53. რძე ნადებს ცივ შენობაში უფრო მალე მოიგდებს? რატომ?

ა. 54. რატომ იხსნება შაქარი ცხელ წყალში უფრო ადრე ვიდრე ცივში?

3. **დებულება III.** მოლეკულები ურთიერთქმედებენ.

ა. 55. რატომაა, რომ ლითონის ორ ნაჭერს შორის შეჭიდულობის ძალის გავლენა შეიძლება ვაჩვენოთ ტყვიაზე და არა ფოლადზე?

ა. 56. 900°C ტემპერატურის მქონე ფოლადის ორი ნაჭერი შედუღდება, თუ მათ მჭედელი გრდემლზე ერთმანეთს დაადებს და უროს დაარტყამს? რატომ?

4. საგაკვეთილო პროცესში ნივთიერების რაოდენობის, მოლური მასის, სხეულის მასის განსასაზღვრავად ვიყენებ რიმკვევიჩის ამოცანათა კრებულსა და სახელმძღვანელოში მოცემულ ამოცანებს მცირედი გარდაქმნითა და კომბინირებული კითხვებით.

ა. 57. ბალონში ნორმალურ პირობებში იმყოფება 360 გ მასის 5 მოლი აირი - ნაჯერი ნახშირწყალბადი დაადგინეთ: 1. რა აირია ბალონში? 2. მოლეკულების რაოდენობა ბალონში?

ა. 58. ბალონში ნორმალურ პირობებში მყოფი ქიმიურად სუფთა აირის მასაა 200 გ მოლების რაოდენობა-50. დაადგინეთ: 1. რა აირია ბალონში? 2. მოლეკულების რაოდენობა ბალონში?

ა. 60. ბალონში ნორმალურ პირობებში 2,4 კგ მასის ჟანგბადია მოლეკულურ მდგომარეობაში იპოვეთ აირში: 1. მოლეკულების რაოდენობა? 2. მოლეკულის მასა? 3. მოლეკულების რაოდენობა?

ა. 61. ცნობილია ნივთიერების მოლური მასა-- M , სიმკვრივე-- ρ , ავოგადროს მუდმივა-- N_A . დაადგინეთ მოლეკულების რაოდენობის გამოსათვლელი ფორმულები: 1. ნივთიერების მასის ერთეულში? 2. მოცულობის ერთეულში? 3. m -მასის ნივთიერებაში? 4. V -მოცულობაში?

ა. 62. 210 გ მასის წყალი მთლიანად აორთქლდა ჭიქიდან 20 დღე-ღამეში. რამდენი მოლეკულა ამოდიოდა წყლის ზედაპირიდან საშუალოდ 1 წმ-ის განმავლობაში?

მითითება: $n = \frac{N}{T} t$ ჭიქიდან ამოსული მოლეკულების რაოდენობაა t -დროში. $N = \nu N_A = \frac{m}{M} N_A$ მოლეკულების რაოდენობაა ჭიქაში აორთქლებამდე. მაშინ $n = \frac{m N_A}{M T} t$ $t = 1$ წმ მივიღებთ $n = 4 \cdot 10^{18} \frac{\text{მოლეკულა}}{\text{წამში}}$.

5. საკითხების დამაჯერებლად ათვისების შემდეგ ვიყენებ ასეთი შინაარსის ამოცანებს.

ა. 63. რა რაოდენობის ნაწილაკია 1 გ ჟანგბადში, თუ დისოციაციის ხარისხია 50%?

მითითება: ჭურჭელში აირის $\alpha = 50\%$ დისლოცირებულია, ნიშნავს იმას, რომ აირის α ნაწილი ატომურ მდგომარეობაშია, ე. ი. ბალონში არის $n_1 = \alpha \frac{m}{M} = 2\alpha \frac{m}{M}$ კმოლი აირი ატომურ მდგომარეობაში ($\frac{M}{2}$ - იმიტომ რომ $O_2 = O + O$), ასევე $n_2 = (1 - \alpha \frac{m}{M})$ კმოლი აირი მოლეკულურ მდგომარეობაში. ბალონში იქნება $n = n_1 + n_2 = (1 + \alpha) \frac{m}{M}$ კმოლი აირი და ნაწილაკების რაოდენობა აირში $N = N_A n = N_A (1 + \alpha) \frac{m}{M} = 2,82 \cdot 10^{22}$ ნაწილაკი.

ა. 64. $m = 15$ კგ მასის აირი შედგება წყალბადისა და ნახშირბადის ატომისაგან, რომელთა რაოდენობა - $N = 5,64 \cdot 10^{26}$ მოლეკულა. განსაზღვრეთ აირის კომპონენტების-ნახშირბადისა და წყალბადის ატომთა მასები?

მითითება: აირში მოლების რაოდენობა $\nu = \frac{N}{N_A} = \frac{m}{M}$ აქედან $M = \frac{m N_A}{N} = 16$ კგ/მოლი ნაჯერი ნახშირწყალბადისათვის გვაქვს $C_n H_{2n+2}$ ანუ $12n + 2n + 2 = 16$; $n = 1$ ე.ი. აირია CH_4 . ნაერთში (მეთანი) მოლეკულის მასა: $\frac{m}{N} = m_0 CH_4$

ნარევში: წყალბადის მოლეკულის მასა $m_{H_2} = \frac{4}{16} \frac{m}{N} = 6,67 \cdot 10^{-27}$ კგ.

ნახშირბადის მოლეკულის მასა $m_C = \frac{12}{16} \frac{m}{N} = 0,2 \cdot 10^{-25}$ კგ.

6. დიფუზიის სიჩქარე, მოლეკულების ქაოსური მოძრაობის სიჩქარე დამოკიდებულია ტემპერატურაზე. იმ ტემპერატურას, სადაც მოლეკულათა ქაოსური მოძრაობის სიჩქარე პრაქტიკულად 0-ის ტოლია, მიღებულია აბსოლუტურ ნულად -0 K. კავშირი აბსოლუტურ და ცელსიუსის ტემპერატურებს შორის ასეთია: $T_K = t^{\circ}C + 273^{\circ}$

ა. 65. კელვინის სკალის მიხედვით სხეულის ტემპერატურამ მოიმატა 5° -ით მისი საწყისი

ტემპერატურა- $t^{\circ}C = 18^{\circ}C$. როგორია სხეულის საწყისი ტემპერატურა კელვინის მიხედვით? საბოლოო ტემპერატურა ორივე თერმომეტრის მიხედვით?

ა. 66. სხეულის საწყისი ტემპერატურა- $t_0^{\circ}\text{C} = 17^{\circ}\text{C}$. სხვაობა კელვინებით გამოსახულ საბოლოო ტემპერატურას - T_K და საწყის $t_0^{\circ}\text{C}$ შორის 278°C -ია. იპოვეთ:

1. სხეულის საწყისი - T_{0K} ;
2. საბოლოო T_K და $t^{\circ}\text{C}$ ტემპერატურები;
3. ტემპერატურათა ცვლილება.

მითითება: $T_{0K} = t^{\circ}\text{C} + 273^{\circ} = 290\text{ K}$; $T_K - t_0^{\circ}\text{C} = t^{\circ}\text{C} + 273^{\circ} - t_0^{\circ}\text{C} = 278^{\circ}\text{C}$; აქედან: $t^{\circ}\text{C} - t_0^{\circ}\text{C} = 5^{\circ}\text{C}$. ანუ $t^{\circ}\text{C} = 22^{\circ}\text{C}$; $T_K = T_{0K} + 5^{\circ} = 295\text{ K}$.

საინტერესოა ამოცანები აირში მოლეკულების ქაოსური მოძრაობის სიჩქარის განსაზღვრაზე - შტერნის ცდაზე.

ა. 67. შტერნის ცდაში ვერცხლის ზოლი, რომელიც წარმოიქმნება გარეთა ცილინდრის შიგა ზედაპირზე, ბუნდოვანია. რა დასკვნას გააკეთებთ აქედან?

მითითება: დასკვნა ასეთია; მოლეკულების სიჩქარე არაერთნაირია და ამიტომ ზოლს ტოვებს ბუნდოვანს.

ა. 68. რა სიჩქარე ჰქონდა ვერცხლის ორთქლის მოლეკულას შტერნის ცდაში, თუ მისი კუთხური გადახრა იყო $5,4^{\circ}$, ცილინდრის ბრუნვის სიხშირე კი 150 წმ^{-1} . მანძილი შიგა და გარე ცილინდრებს შორის 2 სმ -ია?

მითითება: შემობრუნების კუთხე (კუთხური გადახრა) $\varphi = \omega t = 2\pi n t$. ე. ი. $\frac{5,4 \cdot \pi}{180} = 2\pi n t$.

აქედან $t = 10^{-5}\text{ წმ}$ -ს, ამიტომ $v = \frac{d}{t} = \frac{2 \cdot 10^{-3}}{10^{-5}} = 200 \frac{\text{მ}}{\text{წმ}}$.

7. მ კ თ - ის ძირითად განტოლებებზე და მათგან გამომდინარე შედეგებზე:

$$1. p = m_0 n \overline{v_x^2}; \quad 2. p = \frac{1}{3} m_0 n \overline{v^2}; \quad 3. p = \frac{2}{3} n \overline{E}; \quad 4. p = \frac{2}{3} n k T; \quad 5. \overline{v} = \sqrt{\frac{3 R t}{M}}.$$

მარტივი სავარჯიშო ამოცანების გამოყენების შემდეგ (რაც საკმაოდ სახელმძღვანელოებში) თემის საკითხთა შორის ურთიერთკავშირების გამოკვეთისა და განმტკიცების მიზნით თემის ბოლოს ვიყენებ დავალებას კომბინირებული კითხვებით.

ა. 69. α (სმ)-წიბოსმქონე კუბის ფორმის ჭურჭელში მყოფი აირის წნევაა - P (პა), მოლეკულათა საშუალო კვადრატული სიჩქარე - $\overline{v}$ ($\frac{\text{მ}}{\text{წმ}}$), ამ მონაცემებით იპოვეთ ჭურჭელში აირის: 1. სახეობა - ρ ; 2. მასა - m ; 3. მოლური მასა - M ; 4. მოლეკულების რაოდენობა - N ; 5. მოლეკულათა კონცენტრაცია - n ; 6. მოლეკულის მასა - m_0 ; 7. ტემპერატურა T_K და $t^{\circ}\text{C}$; 8. მოლეკულების საშუალო კინეტიკური ენერგია - $\overline{E}$; 9. მოლეკულის იმპულსის ცვლილება კედელზე მართობულად დაჯახებისას - Δp ; 10. ნივთიერების რაოდენობა - ν .

მითითება: 1. $P = \frac{1}{3} m_0 n \overline{v^2}$; $P = \frac{1}{3} \frac{N}{V} m_0 \overline{v^2} = \frac{1}{3} \frac{m}{V} \overline{v^2} = \frac{1}{3} \rho \overline{v^2} \Rightarrow \rho = \frac{3P}{\overline{v^2}}$.

$$2. m = \rho V = \rho a^3.$$

3. აირის მოლურ მასას ვიპოვიით მისი სახეობის გაგების შემდეგ,

$$4. N = \frac{m}{M} N_A;$$

$$5. n = \frac{N}{V} = \frac{N}{a^3};$$

$$6. m_0 = \frac{M}{N_A};$$

$$7. P = n k T \Rightarrow T_K = \frac{P}{n k};$$

$$8. \overline{v} = \sqrt{\frac{3 R T}{M}};$$

$$9. \Delta p = m_0 \overline{v_x} - (-m_0 \overline{v_x}) = 2 \cdot m_0 \overline{v_x}. \quad \text{აქ } \overline{v_x^2} = \frac{1}{3} \overline{v^2}$$

$$10. v = \frac{m}{M}.$$

8. თემასთან დაკავშირებული ამოცანები, რომლებიც სამი ათეული წლის წინ ქუთაისის XIX საშუალო სკოლაში მუშაობის პერიოდში შევადგინე, სკოლის სამოქმედო გარემოს მონაცემთა მიხედვით, და რომელსაც დღესაც აქტიურად ვიყენებ თემის საკითხების გავლისას.

ა. 70. ანალიზის შედეგად დადგენილ იქნა, რომ $6,2 \text{ მ}^3$ რიონის წყალი შეიცავს ნიტრატის- NO_3 8 მოლ ნივთიერებას. არის თუ არა ნიტრატით მოწამვლის საშიშროება, თუ დასაშვები ნორმით ნიტრატის რაოდენობა 1 ლ წყალში არ უნდა აღემატებოდეს $9 \frac{\text{მგ}}{\text{ლ}}$ -ს?

მითითება: V მოცულობის წყალში NO_3 -ის მასა - $m = v_0 M$ (1) სადაც $M = M_N + 3 M_O$. ე.ი.

$m = v_0 (M_N + 3 M_O)$ აქედან $v_0 = \frac{m_1 V}{(M_N + 3 M_O)} = 9 \text{ მოლი}$. ვინაიდან $v < v_0$, მოწამვლის საშიშროება არ არის

9. ამოცანები, რომლებსაც აქტიურად ვიყენებ საჯარო სკოლის სხვადასხვა ჯგუფებში:

ა. 71. მდინარე რიონის წყლის ანალიზით აღმოჩნდა, რომ მისი ყოველი 1 მ^3 -ში არის $8 \cdot 10^{-4} \frac{\text{მგ}}{\text{მ}^3}$ ამონიუმი - NH_4 . არის თუ არა ამონიუმით წყლის დაბინძურების საშიშროება, თუ დასაშვები ნორმით მოლეკულების რაოდენობა 1 სმ^3 -ში უნდა იყოს არაუმეტეს $1,3 \cdot 10^{22} \text{ მ}^{-3}$?

მითითება: $N = v N_A = \frac{m}{M} N_A$ (1) N მოლეკულების რაოდენობაა წყალში, $m = m_1 V$ (2),

$$m_1 = 8 \cdot 10^{-4} \frac{\text{მგ}}{\text{მ}^3}; M = M_N + 4 M_H; N = \frac{m_1 N_A V}{M_N + 4 M_H} \Rightarrow \frac{N}{N_0} = \frac{m_1 N_A V}{M_N + 4 M_H} \cdot \frac{1}{N_0} \approx 2,58 > 1.$$

დასკვნა: მოწამვლის საშიშროება არსებობს.

ა. 72. დასაშვები ნორმის ფარგლებში წყლის ქლორირებისათვის საჭიროა, რომ 1 სმ^3 -ში იყოს $4,3 \cdot 10^{15}$ მოლეკულა. არის თუ არა დასაშვები, რომ მოვანდინოთ 400 გ ქლორით 500 სმ^3 წყლის ქლორირება?

მითითება: $m = v M = \frac{N}{N_A} M$; $N = n V$; $m = \frac{n V}{N_A}$; $M = \frac{n V}{N_A} \cdot 2 M_{\text{Cl}}$ აქ m არის წყლის ქლორირებისათვის საჭირო ქლორის ზღვრული მასის ზღვრული მნიშვნელობა. ჩასმით მივიღებთ. $m = 0,25 \text{ კგ-ს}$.

დასკვნა: $m < m_0$ -ზე არ შეიძლება.

ა. 73. ვერცხლისწყლის (Hg) ორთქლის დასაშვები ზღვრული კონცენტრაცია ჰაერში არის $n = 3 \cdot 10^{16} \text{ მ}^{-3}$. შეიქმნება თუ არა მოწამვლის საშიშროება $V = 35 \text{ მ}^3$ მოცულობის ოთახში $m = 5 \cdot 10^{-4} \text{ გ}$ ვერცხლისწყლის წვეთის აორთქლებით?

მითითება: $m = v M_{\text{Hg}} = \frac{N}{N_A} M_{\text{Hg}} = \frac{n V}{N_A} M_{\text{Hg}}$. აქედან $n = \frac{n N_A}{V M_{\text{Hg}}}$ ჩასმით მივიღებთ $n = 8 \cdot 10^{16} \text{ მ}^{-3} > 3 \cdot 10^{16} \text{ მ}^{-3}$.

დასკვნა: მოწამვლის საშიშროება რეალურია.

ა. 74. შეიძლება თუ არა ჰაერში არსებულმა ნახშირორჟანგის (CO_2)-ის მოლეკულებმა 17°C . ტემპერატურაზე აწარმოონ $P_0 = 0,3 \text{ პა-ზე}$ მეტი პარციალური წნევა, როცა მისი შემცველობა ჰაერში დასაშვები ნორმის ფარგლებშია და ტოლია $5 \frac{\text{მგ}}{\text{მ}^3}$? როგორ უნდა შეიცვალოს ტემპერატურა, რომ წნევა იყოს P_0 -ის ტოლი?

მითითება: პარციალური წნევა $p = nkT$; $T = 290 \text{ K}$; $n = \frac{N}{V}$; $N = \frac{m}{M} N_A$. აქ $M = M_c + 2 M_O$; $m = m_1 V$ ე.ი. $N = \frac{m_1 N_A V}{M_c + 2 M_O} \Rightarrow n = \frac{m_1 N_A}{M_c + 2 M_O}$, მაშინ $P = \frac{m_1 N_A V}{M_c + 2 M_O} kT = 0,274 \text{ პა} < P_0$ ამიტომ ჰაერის ტემპერატურა უნდა გავზარდოთ $T_1 = \frac{P_0 (M_c + 2 M_O)}{m_1 R} = 318 \text{ K}$ -მდე.

ამოცანები, რომლებსაც ორივე პედაგოგი ვიყენებთ სკოლაში სასწავლო პროცესისა თუ წრეობრივი მუშაობის დროს; ძირითადად ესენია კვლევითი ხასიათის ამოცანები.

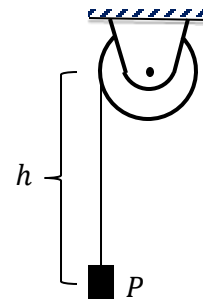
მრუდწირული მოძრაობა.

წირითი სიჩქარე, პერიოდი და სიხშირე. წრეწირზე თანაბარი მოძრაობის დროს.

120. რა სახისაა მოძრაობა თუ: ა) $|\vec{v}| = \text{const}$; ბ) $\vec{v} = \text{const}$.
121. L სიგრძის ღეროს ერთი ბოლო დამაგრებულია სახსრულად და შეუძლია ბრუნვა მის გარშემო. დაადგინეთ:
- ა) ბრუნვის ცენტრიდან რა თანმიმდევრობით მდებარეობენ A, B, C წერტილები თუ $V_A > V_B > V_C$
- ბ) როგორია წერტილთა ბრუნვის პერიოდები და სიხშირეები.
- გ) $V_A : V_B = 2:1$ არის თუ არა ბრუნვის ცენტრიდან A-წერტილი დამორებული მეტად ვიდრე B?
122. 50 სმ. რადიუსის დისკო ბრუნავს 6,28 წმ. პერიოდით. იქნება თუ არა მისი განაპირა წერტილთა სიჩქარე ა) 0,45 მ/წმ; ბ) 0,5 მ/წმ; გ) 0,55 მ/წმ.
123. სახსრულად დამაგრებული მბრუნავ ღერძზე 1 მ-ით დამორებული წერტილის სიჩქარე 15,7 მ/წმ-ის ტოლია. დაადგინეთ არის თუ არა ღეროს:
1. ბრუნვის პერიოდი: ა) 0,2 წმ; ბ) 0,4 წმ; გ) 0,5 წმ.
2. სიხშირე: ა) 2,5 წმ⁻¹; ბ) 5 წმ⁻¹; გ) 2 წმ⁻¹.
124. თანაბრად მბრუნავ კარუსელზე ბრუნვის ცენტრიდან 5 მ-ით დამორებული წერტილი 90°-იანი კუთხით შემობრუნდა 5 წმ-ში. შესაბამისად განსაზღვრეთ:
1. კარუსელის ბრუნვის პერიოდი და სიხშირე.
- ა) 5 წმ; 0,2 წმ⁻¹; ბ) 10 წმ; 0,1 წმ⁻¹; გ) 20 წმ; 0,05 წმ⁻¹.
2. წერტილის სიჩქარე V:
- ა) მეტი 1,57 მ/წმ-ზე ბ) ნაკლები 1,57 მ/წმ-ზე.
125. კედელზე ვერტიკალურად მიყუდებული 2მ. სიგრძის ანკესის ჯოხი წაიქცა და იატაკზე დაეცა 0,12 წმ-ში. განსაზღვრეთ:
1. ეკავა თუ არა ანკესზე მდებარე წერტილს, რომლის სიჩქარე იატაკთან შეხებისას 25,12 მ/წმ-ია ვარდნის დაწყებამდე იატაკიდან უკიდურესი მდებარეობა?
2. სად მდებარეობს წერტილი ანკესზე თუ მისი სიჩქარეა 6,28 მ/წმ?
126. ჩათვალით, რომ მზის გარშემო დედამიწა მიმოიქცევა $1,5 \cdot 10^8$ კმ. რადიუსის ორბიტაზე და დაადგინეთ არის თუ არა დედამიწის წირითი სიჩქარე ორბიტაზე.
- ა) 25 კმ/წმ. ბ) 27 კმ/წმ. გ) 30 კმ/წმ.
127. 8 კმ/წმ. სიჩქარით მოძრავი ხელოვნური თანამგზავრი დედამიწის გარშემო მიმოიქცევა 96 წთ-ში. იმყოფება თუ არა თანამგზავრი ზედაპირიდან:
- ა) 967 კმ-ზე მეტ სიმაღლეზე;
- ბ) 967 კმ-ზე ნაკლებ სიმაღლეზე (მიიღეთ, რომ დედამიწის რადიუსი $R = 6,37 \cdot 10^6$ მ).
128. 50 სმ. სიგრძის ღეროზე დამაგრებული ბურთი თანაბრად ბრუნავს ვერტიკალურ სიბრტყეში 3 ბრ/წმ სიხშირით. ბურთი დროს იმ მომენტში მოწყდა, როცა მისი სიჩქარე მიმართული იყო ვერტიკალურად ზემოთ. ავა თუ არა ბურთი წერტილიდან:
- ა) $H > 4,6$ მ; ბ) $H > 4,5$ მ სიმაღლეზე?

129. 20 სმ. რადიუსის უწონო ლილვზე დამაგრებულია ძაფი. (სურ. 19) რომლის თავისუფალ ბოლოზე ჰკიდია P წონის ტვირთი. იქნება თუ არა ლილვის ბრუნვის სიხშირე:

ა) $n > 4$ ბრ/წმ; ბ) $n < 4$ ბრ/წმ იმ მომენტისათვის, როცა ტვირთს ლილვიდან ვარდნისას გავლილი ექნება 128 სმ.



სურ. 19

130. დაამტკიცეთ: თუ ნივთიერი წერტილი მოძრაობს R რადიუსიან წერტილზე თანაბრად, მაშინ

1. მისი გადაადგილება გამოითვლება ფორმულით:

ა) $S = 2R \sin\left(\frac{1}{2}\varphi\right)$ (სადაც φ რადიუს-ვექტორის შემობრუნების კუთხეა საწყისი მდებარეობიდან t -დროის შემდეგ);

ბ) $S = 2R \sin(\pi n t)$. (ი-წერტილის წრეწირზე ბრუნვის სიხშირეა).

2. მდებარეობა განისაზღვრება $x = R \cos \frac{2\pi}{T} t$; $y = R \sin \frac{2\pi}{T} t$ ფორმულებით. (T წრეწირზე ბრუნვის პერიოდია).

131. ველოსიპედისტი თანაბრად მოძრაობს 100 მ. რადიუსთან წრეწირზე და ერთ ბრუნვას აკეთებს 2 წთ-ში. იქნება თუ არა ველოსიპედისტის მიერ გავლილი მანძილი და გადაადგილება შესაბამისად:

1. 1 წთ-ში ა) 200π ; 100 მ; ბ) 200π ; 200 მ; გ) 100π ; 200 მ.

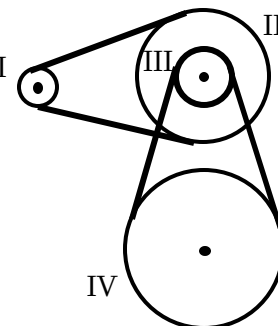
2. 2 წთ-ში; ა) 200π ; 0; ბ) 200π ; 100მ; გ) 100π ; 0 მ.

132. ფიზიკაში ხშირად სარგებლობენ კუთხური სიჩქარის $v = \frac{\alpha}{t}$ ცნებით - ესაა წრეწირზე თანაბრად მოძრავი წერტილის საწყისი მდებარეობიდან რადიუს-ვექტორის მიერ t -დროში შემოწერილი α -კუთხის t -დროსთან. დაამტკიცეთ, რომ წრეწირზე თანაბრად მოძრავი წერტილის კუთხური სიჩქარე გამოითვლება ფორმულით. ა) $\omega = \frac{2\pi}{T}$; ბ) $\omega = 2\pi n$.

133. ჭის ჯალამბარით, რომლის სახელურის რადიუსი 4-ჯერ მეტია ლილვის (რომელსაც ბაწარი ეხვევა) რადიუსზე, 12 მ. სიღრმის ჭიდან თანაბრად ამოაქვთ ვედრო 24 წმ-ში. ექნება თუ არა სახელურს ბოლო წერტილის წირითი სიჩქარე, რომელიც ტოლია:

ა) 1,6 მ/წმ; ბ) 2 მ/წმ; გ) 2,4 მ/წმ

134. I შკივიდან IV-ის მოძრაობა გადაეცემა ორი დვედური გადაცემით. (სურ.20) იქნება თუ არა IV შკივის ბრუნვის სიხშირე და კუთხური სიჩქარე შესაბამისად ა) 1 ბრ/წმ; 25 რად/წმ. ბ) 1,2 ბრ/წმ; 25 რად/წმ. როცა I -შკივის ბრუნვის სიხშირე $n_1 = 1200$ ბრ/წთ. ლილვების რადიუსები შესაბამისად ტოლის $r_1 = 8$ სმ; $r_2 = 32$ სმ; $r_3 = 11$ სმ; $r_4 = 55$ სმ; II და III შკივი მყარადაა დამაგრებული ერთ ლილვზე.



სურ. 20

135. 864 კმ/სთ. მუდმივი სიჩქარით თვითმფრინავი აღწერს ვერტიკალურ მარყუჟს. დასაშვებია თუ არა, მარყუჟის რადიუსი იყოს ა) $R > 1,44$ კმ, ბ) $R > 1,45$ კმ, რომ ცენტრისკენულად აჩქარებამ არ გადააჭარბოს $4g$ -ს?

136. 40 მ. რადიუსის ხიდის შუა წერტილში ავტომობილის ცენტრისკენული აჩქარება გაუტოლდა ძალის აჩქარებას. მოძრაობდა თუ არა ავტომობილი ა) $V > 20$ მ/წმ. ბ) $V = 20$ მ/წმ. გ) $V < 20$ მ/წმ. სიჩქარით > (ჩათვალიეთ, რომ $g = 10$ მ/წმ²).
137. მთვარე დედამიწის გარშემო მიმოიქცევა 384000 კმ. რადიუსის ორბიტაზე და ერთ ბრუნვას აკეთებს 27,3 დღე-ღამეში. დაადგინეთ, არის თუ არა მთვარის ცენტრისკენული აჩქარება: ა) 0,0025 მ/წმ²; ბ) 0,0027 მ/წმ²; გ) 0,0029 მ/წმ²-ის ტოლი.
138. რადიუსთან წრეწირზე თანაბრად მოძრავი წერტილის კუთხური სიჩქარეა 10. დაამტკიცეთ, რომ :
 ა) წერტილის წირითი სიჩქარე გამოითვლება ფორმულით $v = 10R$;
 ბ) ცენტრისკენული აჩქარება გამოითვლება ფორმულით $a = 10^2 R$.
 გ) სამართლიანია ფორმულა $a = 10v$.
139. ლილვზე მჭიდროდ ჩამოცმულია 15 სმ. და 30 სმ. დიამეტრის ბორბლები. შეადარეთ ერთმანეთს მათი
 ა) წირითი სიჩქარეები;
 ბ) კუთხური სიჩქარეები;
 გ) ცენტრისკენული აჩქარებები.
140. ორი ნივთიერი წერტილი მოძრაობს R_1 და R_2 ($R_2 = 3R_1$) რადიუსის წრეწირებზე. შეადარეთ მათი ცენტრისკენული აჩქარებები, როდესაც ტოლია:
 ა) მათი წირითი სიჩქარეები;
 ბ) სიხშირეები.
141. ბორბალი ბრუნავს 5 რად/წმ. კუთხური სიჩქარით დაადგინეთ, იქნება თუ არა:
 ა) ბრუნვის ცენტრიდან 20 სმ-ით დაშორებული წერტილის ცენტრისკენული აჩქარება 5 მ/წმ²;
 ბ) წერტილი, რომლის ცენტრისკენული აჩქარება 8 მ/წმ² ბრუნვის ცენტრიდან 32 სმ-ით დაშორებული?
142. 4 მ. რომლის კარუსელი ბრუნავს 5წმ. პერიოდით. განსაზღვრეთ, არის თუ არა:
 ა) ცენტრიდან მაქსიმალურად დაშორებული წერტილის აჩქარება 6,31 მ/წმ²?
 ბ) ბრუნვის ცენტრიდან 2 მ-ით დაშორებული წერტილის სიჩქარე 5მ/წმ?
143. მყარ ღეროს მისი ერთი ბოლოს გარშემო აბრუნებენ 0,5 ბრ/წმ სიხშირით. განაპირა წერტილების სიჩქარე აღმოჩნდა 6,28 მ/წმ. განსაზღვრეთ, არის თუ არა:
 ა) ღეროს სიგრძე 2მ;
 ბ) განაპირა წერტილების აჩქარება 19,72 მ/წმ²?
 გ) კუთხური სიჩქარე 3,14 რად/წმ.
144. არის თუ არა დედამიწის წერტილთა სიჩქარე და აჩქარება ქუთაისის განედზე (42°) შესაბამისად:
 ა) $V > 344,24$ მ/წმ; $a \approx 2,5$ სმ/წმ²
 ბ) $V < 344,25$ მ/წმ²; $a \approx 2,5$ სმ/წმ².
 (ჩათვალიეთ, რომ $\cos 45^\circ$, დედამიწის რადიუსი 6400 კმ-ია).

დინამიკის საფუძვლები.

1. ნიუტონის პირველი კანონი. ათვლის ინერციული სისტემა. სხეულთა ურთიერთქმედება. მასა.

145. რომელ სხეულთა მოქმედებები აკომპენსირებს ერთმანეთს, როცა ბურთულა:

- ა) ტივტივებს წყლის ზედაპირზე;
- ბ) ვერტიკალურად ჩამოკიდებულია ძაფზე;
- გ) დევს მაგიდის ზედაპირზე;
- დ) თანაბრად მოძრაობს გლუვ ზედაპირზე.

146. შესაძლებელია თუ არა ავტომობილის თანაბარი მოძრაობა:
 ა) ძრავის გამორთვისას?
 ბ) ძრავის მუშაობისას?
 რა პირობებშია ამისათვის საჭირო?
147. ურთიერთქმედების დასრულებისას პირველმა სხეულმა მოძრაობა დაიწყო V_1 -სიჩქარით, მეორემ- V_2 -ით. რომელია მეტად ინერტული და რამდენჯერ, თუ:
 1) $V_1=2V_2$; 2) $V_1=V_2$; 3) $V_1=0,4V_2$
148. ურთიერთქმედების დასრულებისას სხეულებმა დაიწყეს მოძრაობა V_{01} და V_{02} - სიჩქარეებით t -დროის შემდეგ მათი სიჩქარეები შესაბამისად გახდა V_1 და V_2 დაადგინეთ:
 1. რომელი სხეულია მეტად ინერტული, თუ: ა) $V_{01}>V_{02}$; $V_1=V_2$; ბ) $V_{01}=V_{02}$ $V_1=V_2$.
 2. შესაძლებელია თუ არა, როცა $V_{01}=V_{02}$ და სხეულები თანაბარი ინერტულობისაა:
 ა) $V_1>V_2$ ბ) $V_1<V_2$ -ზე. გ) $V_1=V_2$.
149. ურთიერთქმედების შედეგად პირველი სხეულის სიჩქარე t -დროში შეიცვალა ΔV_1 -ით, მეორის ΔV_2 -ით. რომელი მათგანია მეტად ინერტული, თუ: ა) $\Delta V_1= \Delta V_2$; ბ) $\Delta V_1< \Delta V_2$.
150. ჰორიზონტალური x -ღერძის გასწვრივ ზედაპირიდან 5 მ/წმ სიჩქარის გეგმილის მქონე მოძრავი ბურთულა შეეჯახა შემხვედრი მიმართულებით -1 მ/წმ სიჩქარის გეგმილის მქონე მოძრავ ბურთულას. ურთიერთქმედების შემდეგ მათ გააგრძელეს მოძრაობა ერთნაირი სიჩქარით, რომლის გეგმილია 2 მ/წმ. რომელი ბურთულაა მეტად ინერტული? რომელი მათგანის მასაა მეტი?
151. ერთნაირი ზემოქმედებით პირველი სხეულის სიჩქარე t_1 -დროში შეიცვალა ΔV_1 . სიდიდით, ხოლო მეორე სხეული იმავე სიდიდით. სიჩქარის შეცვლისათვის დასჭირდა t_2 -დრო. რომელი სხეულია მეტად ინერტული და რამდენჯერ, თუ: ა) $t_1=2,4t_2$; ბ) $t_1=t_2$; გ) $t_1=0,5t_2$.
152. ურთიერთქმედების შემდეგ პირველმა სხეულმა შეიძინა V_1 -სიჩქარე, მეორემ- V_2 . რომელია მეტად ინერტული და რამდენჯერ, თუ: ა) $V_1=V_2$; ბ) $V_1=2V_2$; გ) $V_1=0,5V_2$;
153. ორი სხეულიდან რომელია მეტად ინერტული და რამდენჯერ, თუ მათი ურთიერთქმედების შემდეგ :
 1. ისინი გაჩერდნენ ერთნაირ $T_1=T_2=T$ დროში და გაჩერებამდე გაიარეს:
 ა) $S_1=3S_2$ ბ) $S_1=S$ გ) $S_1=0,5S_2$ მანძილები?
 2. გაჩერებამდე გაიარეს $S_1=S_2=S$ მანძილები: ა) $T_1=3T_2$, ბ) $T_1=T_2$, გ) $T_1=0,5T_2$ დროში?
154. მაგიდაზე მოთავსებული რეზინის ორი დრეკადი ბურთულა მიაბჯინეს ერთმანეთს და შემდეგ გაუშვეს ხელი. ამის შედეგ პირველი ბურთულა გაუჩერებლად გადაადგილდა 44 სმ-ით, მეორე - 55 სმ-ით.
 ა) რომელი ბურთულაა მეტად ინერტული და რამდენჯერ?
 ბ) რომელ ბურთულას აქვს მეტი მასა და რამდენჯერ?
155. ურთიერთქმედების შემდეგ სხეულებმა დაიწყეს მოძრაობა V_1 და V_2 -სიჩქარეებით და გაჩერებამდე გაიარეს ტოლი $S_1=S_2=S$ მანძილები. რომელი სხეულია მეტად ინერტული და რამდენჯერ, თუ ა) $V_1=2,5V_2$; ბ) $V_1=V_2$; გ) $V_1=0,5V_2$. რომელი სხეულის მასაა მეტი? რამდენჯერ?
156. ცენტრიდანული მანქანის კორპუსზე მიმაგრებულია ზამბარა, რომლის მეორე ბოლოზე რიგ-რიგობით შეიძლება მივაერთოთ სხვადასხვა მასის ბურთულები. დაადგინეთ, რომელი ბურთულაა მეტად ინერტული და რამდენჯერ, თუ:
 1. ბრუნვისას ბურთულები წონასწორობიდან გადაიხარნენ ტოლი $R_1=R_2$ მანძილით, როცა ბრუნვის პერიოდებია: ა) $T_1=2T_2$, ბ) $T_1=0,4T_2$, გ) $T_1=T_2$.

2. ბურთულები ბრუნავენ ტოლი $T_1=T_2=T$ პერიოდით, მაშინ: ა) $R_1=2R_2$; ბ) $R_1=0,4R_2$; გ) $R_1=R_2$.

157. ცენტრიდანული მანქანის კორპუსზე მიმაგრებულია ზამბარა, რომლის მეორე ბოლოზე რიგრიგობით შეიძლება მივამაგროთ სხვადასხვა მასის ბურთულები. დაადგინეთ, რომელი ბურთულა მეტად ინერტულია და რამდენჯერ, თუ:

1. ბრუნვისას ბურთულები წონასწორობიდან გადაადგილდნენ ტოლი $R_1=R_2$ მანძილით, როცა ბრუნვის სიხშირეები: ა) $n_1=2n_2$ ბ) $n_1=0,4n_2$ გ) $n_1=n_2$.

2. ბურთულები ბრუნავდნენ ტოლი $n_1=n_2=n$ სიხშირით და წონასწორობიდან მათი გადაადგილებები ტოლია: ა) $R_1=2R_2$ ბ) $R_1=0,4R_2$ გ) $R_1=R_2$.

158. ცენტრიდანული მანქანის კორპუსზე მიმაგრებულია ზამბარა, რომლის მეორე ბოლოზე რიგრიგობით შეიძლება მივამაგროთ სხვადასხვა მასის ბურთულები. დაადგინეთ, რომელი ბურთულა მეტად ინერტულია და რამდენჯერ, თუ:

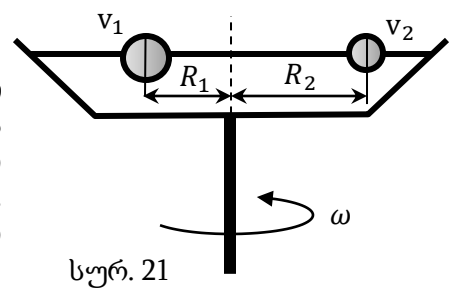
1. ბურთულების სიჩქარეები ტოლია ($V_1=V_2$) როცა ბრუნვის რადიუსები:

ა) $R_1=2R_2$; ბ) $R_1=0,4R_2$; გ) $R_1=R_2$.

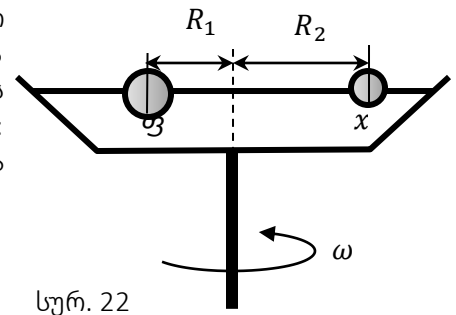
2. ბურთულების ბრუნვის რადიუსები ტოლია ($R_1=R_2$), მაშინ სიჩქარეები:

ა) $V_1=2V_2$; ბ) $V_1=0,4V_2$; გ) $V_1=V_2$.

159. ცენტრიდანული მანქანის დეროზე მოთავსებულია ძაფი გადაბმული $V_1=2V$ და $V_2=V$ მოცულობის, ერთი და იგივე ნივთიერების სხეულები (სურ. 21), რომლებსაც შეუძლიათ დეროზე ხახუნის გარეშე მოძრაობა. როდესაც მანქანას მოვიყვანთ ბრუნვით მოძრაობაში, მაშინ სხეულები წონასწორობიდან გადაიხრებიან: ა) $R_1=R_2$, ბ) $R_1=0,5R_2$, გ) $R_1=0,4R_2$ მანძილით. არის თუ არა რომელიმე მათგანი დრუ.



160. ცენტრიდანული მანქანის დეროზე მოთავსებულია ძაფით გადაბმული ერთი და იმავე მოცულობის და სხვადასხვა ნივთიერების მქონე სხეული (ნახ. 22). მანქანის ბრუნვისას აღმოჩნდა, რომ ბრუნვის ცენტრს ისინი დაშორდნენ: ფოლადის- 4,5 სმ-ით, უცნობი სხეული- 4 სმ-ით. რა სხეულია ეს (ჩათვალით, რომ $\rho_1 = 7,9 \cdot 10^3 \text{ კგ/მ}^3$).



161. რომელია ინერციული სისტემა: ა) თანაბრად მოძრავი ვაგონი? ბ) არათანაბრად მოძრავი ვაგონი? გ) ხელოვნური თანამგზავრი? დ) კარუსელი?

162. რატომ უჭირს მოძრავ ავტობუსში მდგარ ადამიანს შეინარჩუნოს წინანდელი მდგომარეობა, თუ ავტობუსი მოულოდნელად გაჩერდება?

163. თანაბრად მოძრავი ვაგონის ქერზე ჰკიდია ბურთი, როგორ შეიცვლება ბურთის მდებარეობა:

1. თუ ვაგონი წავა: ა) აჩქარებულად; ბ) შენელებულად.

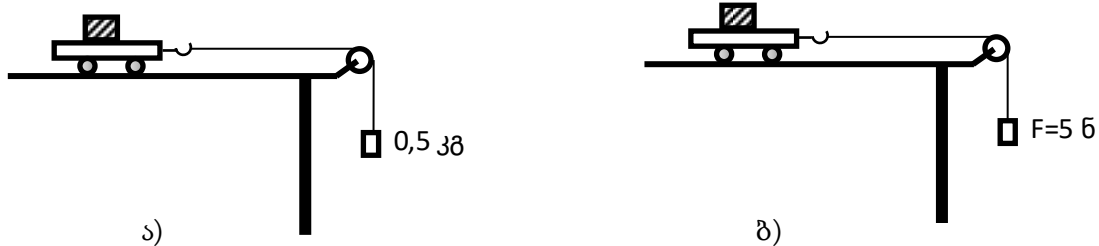
2. თუ ვაგონი: ა) მოუხვევს; ბ) მოულოდნელად გაჩერდება.

164. m_1 და m_2 მასის ბურთები მოძრაობენ წრფის გასწვრივ ურთიერთშემხვედრი 2 მ/წმ სიდიდის სიჩქარეებით და დაჯახების შემდეგ უკუიქცნენ და 0,5 მ/წმ და 3 მ/წმ სიჩქარეებით. დაადგინეთ, შესაძლებელია თუ არა: ა) $m_1=2m_2$ ბ) $m_1=m_2$ გ) $m_1=0,5m_2$.

165. M_1 მასის ურიკა მოძრაობს $V_{01}=V$ სიჩქარით და ეჯახება M_2 მასის უძრავ ურიკას. რის შედეგადაც ის ჩერდება, ხოლო მეორე მოძრაობას იწყებს $V_2=V$ სიჩქარით. დაადგინეთ, არის თუ არა: ა) $M_1>M_2$; ბ) $M_1=M_2$; გ) $M_1<M_2$.

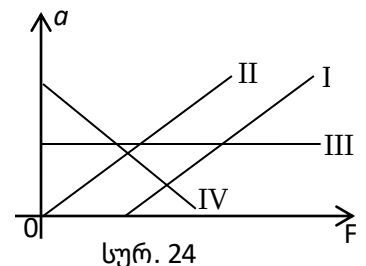
ძალა ნიუტონის II კანონი

166. ეთანხმები თუ არა შემდეგ მტკიცებას:
1. თუ სხეულზე არ მოქმედებს ძალა, იგი არ მოძრაობს?
 2. თუ შეწყდა სხეულზე ძალის მოქმედება, იგი გაჩერდება?
 3. სხეული უეჭველად იმ მიმართულებით იმოძრაავებს, რა მიმართულებაც აქვს მასზე მოქმედ ძალას?
 4. თუ სხეულზე მოქმედებს ძალა, სხეულის სიჩქარე იცვლება? რატომ?
167. რასკეს ფანტასტიკური მოთხრობის „ბარონ მიუნჰაუზენის თავგადასავლის“ გმირი ამბობს: „შევახტი ზარბაზნიდან გამოვარდნილ ყუმბარას და მშვიდად გავქანდი წინ ჩემ გვერდით ჩამოიქროლა ყუმბარამ..... გადავჯექი მასზე და თითქოს არაფერი მომხდარიყოს, გამოვექანე უკან“. შესაძლებელია თუ არა ეს?
168. სხვადასხვა მასის ორი სხეული მოძრაობს ერთნაირი სიჩქარით. შესაძლებელია მათ მოვდოთ ერთი და იმავე სიდიდის დამამუხრუჭებელი ძალა. როგორ დავადგინოთ რომელს აქვს მეტი მასა.
169. რომელი ურიკა იმოძრაავებს მეტი აჩქარებით სურ. 23 (ა) და (ბ)-ს მიხედვით?



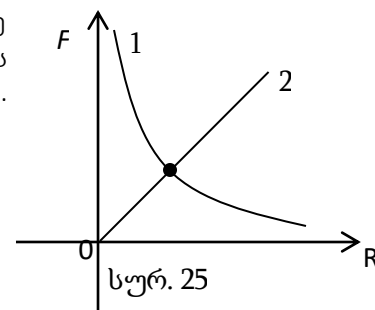
სურ. 23

170. ზამბარიანი „დამბაჩის“ ლულაში შეიძლება ჩავდოთ ერთნაირად შედებილი ტოლი მოცულობების სფეროსებრი ფოლადისა და ალუმინის ჭურვები. „დამბაჩა“ ისეა დაყენებული, რომ გასროლის შემდეგ ჭურვებს შეუძლიათ იმოძრაონ გლუვ ჰორიზონტალურ ზედაპირზე. როგორ დავადგინოთ რომელია ფოლადის ან ალუმინის ჭურვი, თუ გვაქვს მხოლოდ სახაზავი და წამოზომი?
171. ნიუტონის მეორე კანონის გამომსახველი ფორმულიდან $F = ma$ გამომდინარეობს
- ა) $m = \frac{F}{a}$ ე.ი. სხეულის მასა პროპორციულია ძალისა და უკუპროპორციულია აჩქარებისა;
 - ბ) $a = \frac{F}{m}$ ე.ი. აჩქარება პროპორციულია ძალისა და უკუპროპორციულია სხეულის მასისა.
- რომელი დასკვნაა სწორი? რატომ?
172. ნიუტონის მეორე კანონის თანახმად $F = ma$, მაგრამ $m = \rho V$ შეიძლება თუ არა ამ ფორმულებიდან გამომდინარე, ვთქვათ, რომ F -ძალა არაპროპორციულია
- ა) ρ სიმკვრივის? ბ) V -მოცულობის? რატომ?
173. სურ. 24-ზე გამოსახული რომელი გრაფიკი შეესაბამება გლუვ ზედაპირზე მოძრავი სხეულის
- ა) აჩქარების ძალაზე დამოკიდებულებას;
 - ბ) აჩქარების დამამუხრუჭებელ ძალაზე დამოკიდებულებას?
- რატომ?



სურ. 24

174. სურ. 25-ზე მოცემულია იმ ძალების რადიუსზე დამოკიდებულების გრაფიკი, რომლებიც აკავებენ წერტილს წრეწირზე. ერთ შემთხვევაში ეს არის პარაბოლა, მეორეში წრფე. როგორ ავხსნათ ეს მოჩვენებითი წინააღმდეგობა.



175. დასჭირდება თუ არა ლოკომოტივს 10 კნ. წნევის მაქსიმალური ძალის გამოყენება, რომ 200 ტ. მასის შემადგენლობა ამოძრავოს 0,05 მ/წმ² აჩქარებით?
176. იმოდრავებს თუ არა 2 მ/წმ² აჩქარებით 1,5 მასის ავტომობილი 3 კნ წნევის ძალის მოქმედებით.
177. ურიკამ 10 ნ. ძალის მოქმედებით დაიწყო მოძრაობა 4 მ/წმ² აჩქარებით. არის თუ არა ურიკას მასა ა) 2 კგ; ბ) 2,5 კგ; გ) 3 კგ.
178. 1,2 ტ. მასის ავტომობილზე მოქმედებს მუდმივი 3 კნ. წნევის ძალა. დაადგინეთ:
- იმოდრავებს თუ არა ავტომობილი ა) 2 მ/წმ², ბ) 2,5 მ/წმ², გ) 2,8 მ/წმ² აჩქარებით?
 - ეწეება თუ არა ავტომობილს მე-6 წმ-ის ბოლოს ა) 12 მ/წმ, ბ) 15 მ/წმ, გ) 18 მ/წმ სიჩქარე?
 - გაივლის თუ არა ავტომობილი 10 წმ-ში ა) 125 მ, ბ) 135 მ, გ) 150 მ მანძილს?
179. 5 ტ. მასის ტროლეიბუსმა უძრაობიდან გაიარა 80 მ. დაადგინეთ:
- მოძრაობდა თუ არა ტროლეიბუსი მუდმივი ა) 0,5 მ/წმ², ბ) 0,45 მ/წმ², გ) 0,4 მ/წმ² აჩქარებით?
 - მოქმედებდა თუ არა ტროლეიბუსზე მუდმივი ა) 2 კნ; ბ) 2,5 კნ; გ) 3 კნ წნევის ძალა?
 - ეწეებოდა თუ არა ტროლეიბუსს გზის ნახევრის გავლისას ა) 4 მ/წმ; ბ) 4,5 მ/წმ; გ) 5 მ/წმ სიჩქარე?
180. უმოძრაობის მდგომარეობიდან მუდმივი 20 კნ წნევის ძალის მოქმედებით ავტობუსის სიჩქარე 10 წმ-ის ბოლოს გახდა 90 კმ/სთ. დაადგინეთ:
- არის თუ არა ავტობუსის მასა ა) 7 ტ; ბ) 8 ტ; გ) 9 ტ.
 - გაიარა თუ არა ავტობუსმა ამ დროს ა) 125 მ, ბ) 140 მ, გ) 155 მ.
 - ჰქონდა თუ არა ავტობუსს 80 მ მანძილის გავლისას ა) 18 მ/წმ; ბ) 20 მ/წმ; გ) 25 მ/წმ სიჩქარე?
181. F ძალას შეუძლია გლუვ ზედაპირზე M_1 მასის სხეული ამოძრავოს 2 მ/წმ² აჩქარებით ბ) M_2 -მასის კი- 3 მ/წმ² -ით. შეიძლება თუ არა ეს ძალა ამ სხეულების გადაბმით მიღებული სისტემა ამოძრავოს ა) 1,2 მ/წმ², ბ) 1,5 მ/წმ², გ) 1,8 მ/წმ² აჩქარებით?

182. უწონო და უჭიმვადი გამტარით შეერთებული m და M მასის სხეულები ($M > m$) დევს ზედაპირზე (სურ. 26) M -სხეულზე მარჯვნივ და m-მარცხნივ რიგრიგობით მოქმედებენ ერთნაირი F -ძალით. დაამტკიცეთ, რომ :



სურ. 26

- ორივე შემთხვევაში სხეულთა სისტემის აჩქარება ერთნაირია;
 - ძაფის დაჭიმულობის ძალა მეორე შემთხვევაში პირველთან შედარებით?
183. m და $M = 2m$ მასის სხეულები გადაბმულია უწონო და უჭიმველი ძაფით (სურ. 26) და მოთავსებულია ზედაპირზე. ძაფი უძლებს $T = \frac{F}{2}$ დაჭიმულობას. სად და რა მიმართულებით უნდა მოვდოთ სისტემაზე F -ძალა, რომ მათ დაიწყონ მოძრაობა?

184. ზედაპირზე მოთავსებულ $M=50$ კგ. მასის სხეულმა ერთი წრფის გასწვრივ მიმართული $F_1=10$ ნ. და $F_2=15$ ნ. ძალების მოქმედებით $T=20$ წმ-ში გაიარა S მანძილი. რა მიმართულებით მოქმედებენ სხეულზე ეს ძალები, თუ: ა) $S=100$ მ, ბ) $S=20$ მ.
185. ზედაპირზე მოთავსებულ $M=40$ კგ. მასის სხეულმა ერთი წრფის გასწვრივ მიმართული $F_1=30$ ნ და უცნობი F_2 ძალების მოქმედებით $T=5$ წმ-ში გაიარა 10 მ. დაადგინეთ შეიძლება თუ არა: $\frac{F}{2}$ ტოლი და მიმართული იყოს:
1. 2 ნ-ს და F_1 -ის ა) თანხვედრილად. ბ) საწინააღმდეგოდ.
2. 62 ნ-ის და F_1 -ის ა) თანხვედრილად. ბ) საწინააღმდეგოდ.
186. ზედაპირზე მოთავსებულ $M=50$ კგ. მასის სხეულმა $F_1=20$ ნ და $F_2=30$ ნ ძალების მოქმედებით $T=13$ წმ-ში გაიარა S -მანძილი. როგორ α - კუთხეს ($0<\alpha<180^\circ$) ადგენენ ეს ძალები ერთმანეთთან, თუ აღმოჩნდა, რომ:
1. $S = 16,9$ მ; 2. $S = 84,5$ მ; 3. $S > 78,25$ მ-ზე; 4. $S < 78,125$ მ-ზე; 5. $S = 78,125$ მ.
187. ზედაპირზე მოთავსებულ $m=36$ კგ. მასის სხეულმა ერთი წრფის გასწვრივ მიმართული $F_1=4,5$ ნ და $F_2=13,5$ ნ ძალების მოქმედებით $t=18$ წმ-ის ბოლოს შეიძინა: ა) $V_1=9$ მ/წმ და ბ) $V_2=4,5$ მ/წმ სიჩქარე. რა მიმართულებით მოქმედებენ ძალები?
188. ზედაპირზე მოთავსებულმა $m=27$ კგ. მასის სხეულმა $F_1=25$ ნ და $F_2=20$ ნ ძალების მოქმედებით გაიარა 18 მ. მანძილი: 1) $T<6$ წმ-ზე. 2) $T=6$ წმ. 3) $T>6$ წმ დროში. დაადგინეთ, როგორი ორიენტაციით არიან მოდებული F_1 და F_2 ძალები სხეულზე, თუ ცნობილია, რომ $0<F_1$ და $F_2<180^\circ$ -ზე.
189. ზედაპირზე მოთავსებულმა $m=46$ კგ. მასის სხეულმა $F_1=40$ ნ. და $F_2=56$ ნ. ძალების მოქმედებით $V=11,2$ მ/წმ სიჩქარე შეიძინა: 1) $T>10$ წმ-ზე, 2) $T=10$ წმ, 3) $T<10$ წმ-ზე დროში. დაადგინეთ: როგორ კუთხეს ადგენენ ეს ძალები ერთმანეთთან, თუ ცნობილია რომ $180^\circ < F_1$ და $F_2 < 360^\circ$ -ზე.
190. ზედაპირზე მოთავსებულ $M=52$ კგ. მასის სხეულის ერთი წრფის გასწვრივ მიმართული $F_1=6,5$ ნ. და $F_2=19,5$ ნ. ძალების მოქმედებით. $V=12$ მ/წმ სიჩქარე ჰქონდა ა) $T_1=24$ წმ და ბ) $T_2=48$ წმ-ის ბოლოს. დაადგინეთ, რა მიმართულებით მოქმედებენ ეს ძალები სხეულზე.
191. ზედაპირზე მოთავსებულ $m=32$ კგ. მასის სხეულს ერთი წრფის გასწვრივ მიმართული $F_1=14,4$ ნ. და $F_2=65,6$ ნ. ძალების მოქმედებით $S=20$ მ-ის გავლის შემდეგ გზის ბოლოს აღმოაჩნდა ა) $V_1=10$ მ/წმ და ბ) $V_2=8$ მ/წმ სიჩქარე. რა მიმართულებით მოქმედებდნენ ძალები სხეულზე?
192. ზედაპირზე მოთავსებულ $m=27$ კგ. მასის სხეულს ერთი წრფის გასწვრივ მიმართული $F_1=32,4$ ნ. და $F_2=5,4$ ნ. ძალების მოქმედებით S მანძილის გავლისას გზის ბოლოს აღმოაჩნდა $V=7$ მ/წმ სიჩქარე. რა მიმართულებით მოქმედებენ ძალები სხეულზე, თუ:
ა) $S_1=17,5$ მ? ბ) $S_2=24,5$ მ?
193. ზედაპირზე მოთავსებულმა $M=5,4$ კგ. მასის სხეულმა $F_1=6$ ნ. და $F_2=4$ ნ. ძალების მოქმედების შედეგად გაიარა 60 მ, რომლის ბოლოს მისი სიჩქარე
1) $V_1>12$ მ/წმ;
2) $V_2=12$ მ/წმ;
3) $V_3<12$ მ/წმ. როგორ α - კუთხეს ადგენენ ეს ძალები ერთმანეთთან, თუ ის იცვლება მუალედში $0<\alpha<180^\circ$ -ზე.
194. ზედაპირზე მოთავსებულმა $M=5,4$ კგ მასის სხეულმა ერთი წრფის გასწვრივ მიმართული $F_1=37$ ნ და F_2 ($F_2<|F_1|$) უცნობი სიდიდისა და მიმართულების ძალების მოქმედების შედეგად გაიარა $17,5$ მ. ჯერ $T_1=7$ წმ-ში. შემდეგ $T_2=5$ წმ-ში. დაადგინეთ, შეიძლება თუ არა F_2 ყოფილიყო:
1. მოდებული F_1 -ის ა. გასწვრივ ბ. საწინააღმდეგოდ.
2. სიდიდით ტოლი. ა) 10 ნ. ბ) 12 ნ. გ) 14 ნ.

195. ზედაპირზე მოთავსებულმა $M=5,4$ კგ. მასის სხეულმა ერთი წრფის გასწვრივ მიმართული უცნობი მიმართულებისა და სიდიდის F_1 და $F_2=27$ ნ. ($|F_1| < |F_2|$) ძალების მოქმედებით $T=10$ წმ-ში. გაიარა ჯერ $S_1=60$ მ. შემდეგ $S_2=90$ მ. დაადგინეთ, შეიძლება თუ არა F_1 ყოფილიყო
1. მოდებული F_1 -ის ა) გასწვრივ ბ) საწინააღმდეგოდ.
 2. სიდიდით ტოლი. ა) 56. ბ) 52 ნ. გ) 5,4 ნ.
196. ზედაპირზე მოთავსებულ $m=40$ კგ. მასის სხეულმა ერთი წრფის გასწვრივ მიმართული $F_1=30$ ნ. და უცნობი F_2 ძალების მოქმედებით $t=5$ წმ-ში გაიარა 10 მ. დაადგინეთ, შეიძლება თუ არა F_2 ძალა ტოლი იყოს?
1. 2 ნ-ს და F_1 ა) თანხვედრილად, ბ) საწინააღმდეგოდ.
 2. 62 ნ-ს და F_1 ა) თანხვედრილად, ბ) საწინააღმდეგოდ.
197. $M=18$ კგ. მასის სხეულმა ზედაპირზე ერთი წრფის გასწვრივ მიმართული უცნობი მიმართულებისა და სიდიდის F_1 და $F_2=9$ ნ. ($|F_1| > |F_2|$) ძალების მოქმედებით ზედაპირზე გადაადგილებისას 10 წმ-ის ბოლოს შეიძინა ჯერ $V_1=14$ მ/წმ, შემდეგ $V_2=4$ მ/წმ სიჩქარე. დაადგინეთ, შეიძლება თუ არა ყოფილიყო:
1. F_1 და F_2 -ძალების მიმართულებები. ბ) თანხვედრილი; გ) საპირისპირო.
 2. F_1 -ის სიდიდე: ა) 16,2 ნ. ბ) 25,2 ნ. გ) 34,2 ნ.
198. $M=10$ კგ. მასის სხეულმა ზედაპირზე ერთი წრფის გასწვრივ მიმართული უცნობი მიმართულებისა და სიდიდის F_1 და $F_2=5$ ნ. ($|F_1| > |F_2|$) ძალების მოქმედებით ზედაპირზე გადაადგილებისას $V=6$ მ/წმ სიჩქარე შეიძინა ჯერ. $T_1=4$ მ/წმ, შემდეგ $T_2=12$ მ/წმ სიჩქარე. დაადგინეთ შეიძლება თუ არა ყოფილიყო:
1. F_1 და F_2 -ძალების მიმართულებები: ბ) თანხვედრილი; გ) საპირისპირო.
 2. F_1 -ის სიდიდე: ა) 10 ნ; ბ) 15 ნ; გ) 20 ნ.
199. $M=18$ კგ. მასის სხეულმა ზედაპირზე ერთი წრფის გასწვრივ მიმართული უცნობი მიმართულებისა და სიდიდის F_2 და $F_1=27$ ნ. ($|F_1| > |F_2|$) ძალების მოქმედებით გაიარა 20 მ და გზის ბოლოს ჰქონდა ჯერ $V_1=8$ მ/წმ, მეორედ $-V_2=6$ მ/წმ სიჩქარე. დაადგინეთ შეიძლება თუ არა ყოფილიყო:
1. F_1 და F_2 -ძალების მიმართულებები: ა) თანხვედრილი; ბ) საპირისპირო?
 2. F_2 -ის სიდიდე: ა) 1,8 ნ; ბ) 4,8 ნ; გ) 10,8 ნ?

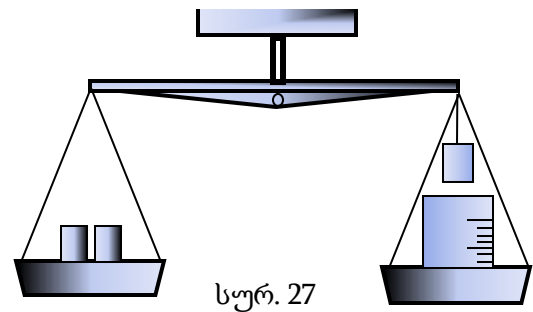
ნიუტონის მესამე კანონი

200. სხეულთა ურთიერთქმედებისას ადრული ძალები სიდიდით ტოლია და მიმართულებით საპირისპირო, მაგრამ მათი გავლენით სხეულები მოძრაობენ აჩქარებულად? რომ არ ეწინააღმდეგება ეს მოვლენა ნიუტონის მესამე კანონს?
201. რასპეს ფანტასტიკურ მოთხრობაში „ბარონ მიუნჰაუზენის თავგადასავალში“ მიუნჰაუზენი ამტკიცებს, რომ საკუთარი თავი თმებით ამოათრია ჭაობიდან. შესაძლებელია თუ არა ეს? რატომ?
202. რატომ არ იძვრის ადგილიდან ნავი, როცა მასში მდგომი ადამიანი აწვება ბოროტს და მოძრაობს იმ შემთხვევაში, თუ ადამიანი გადმოვა ნავიდან და უბიძგებს მას იმავე ძალით?
203. შუაგულ ტბაში უძრავ და უნიჩბო ნავზე იმყოფება ბიჭი, რა უნდა მოიმოქმედოს მან, რომ ნავირზე დაუსველებლად გადმოვიდეს განსაზღვრული მიმართულებით?
204. ოტო გერიკეს ცნობილ ცდებში მაგდებურგის ნახევარსფეროს თითოეულ მხარეს შებმული იყო 8 ცხენი. მიიღება თუ არა მეტი წევის ძალა, როცა ერთ-ერთ ნახევარსფეროს მივამაგრებთ კედელს, მეორე-შევაბამთ 16 ცხენს?

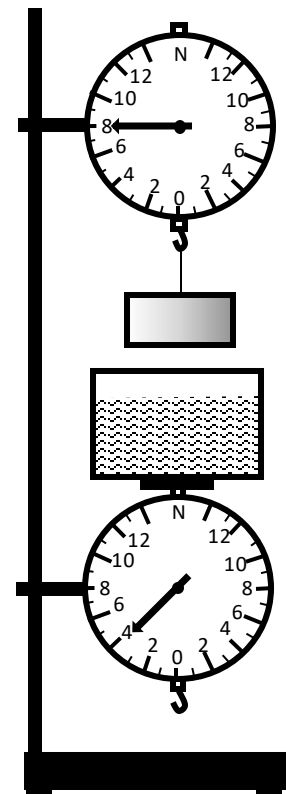
205. ჰორიზონტალური ღერძის მქონე უძრავ ჭოჭონაქზე (ბლოკზე) გადაკიდებულია L სიგრძის თოკი. ბლოკიდან ძაფის $\frac{1}{2} L$ სიგრძის ბოლოებიდან მაიმუნები ერთდროულად იწყებენ ასვლას. ამასთან პირველი ადის V -სიჩქარით, მეორე $2V$ -სიჩქარით. რომელი უფრო ადრე მიაღწევს ბლოკს თუ: ა) მაიმუნთა მასები ტოლია; ბ) მეტი სიჩქარით მოძრავი მაიმუნის მასა ორჯერ მეტია პირველის მასაზე?

206. სასწორზე გაწონასწორებულია ჭურჭელი, რომელიც არ არის სავსე წყლით. დაირღვევა თუ არა წონასწორობა, როცა წყალში ჩავყოფთ თითოს ისე, რომ არ შეეხოს ჭურჭლის ფსკერსა და კედლებს?

207. დაირღვევა თუ არა სურ. 27-ზე გამოსახული სასწორის წონასწორობა, როცა ა) ძაფს ისე დავაგრძელებთ, რომ საწონი მთლიანად აღმოაჩნდეს წყალში ჩაძირული მაგრამ არ შეეხოს ფსკერსა და კედლებს? ბ) გადავჭრიტ ძაფს და საწონს მოვათავსებთ ფსკერზე.

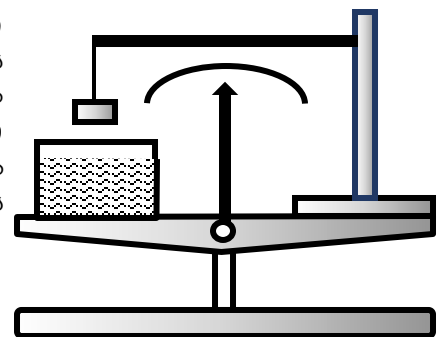


208. სურ. 28-ის პირველ დინამომეტრზე ჩამოკიდებული $0,2 \text{ დმ}^3$ მოცულობის ტვირთი შეიძლება ჩაუშვათ წყალში:
 1. მთლიანად ისე რომ შეეხოს ფსკერს;
 2. პირველ დინამომეტრზე მოუხსნელად დავდოთ ფსკერზე. იქნება თუ არა თითოეული შემთხვევაში დინამომეტრთა ჩვენებები:
 1. 2 ნ და 10 ნ; 2. 0 ნ და 12 ნ. რატომ?

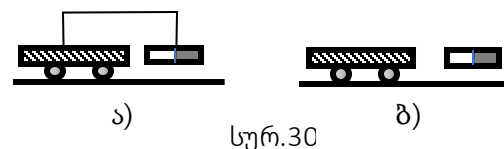


სურ. 28

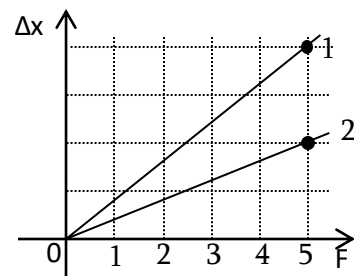
209. სასწორის ერთ პინაზე ძვეს წყლიანი ჭურჭელი, მეორეზე კი მტატივი, რომელზეც დამაგრებულია 54 გ. მასის ალუმინის სხეული. ამ მდგომარეობაში სასწორი წონასწორობაშია (სურ.29). თუ ძაფს დავაგრძელებთ და ტვირთს ჩაუშვებთ წყალში წონასწორობა დაირღვევა. საკმარისია თუ არა მარჯვენა პინაზე: ა) 20 გ; ბ) 40 გ; გ) 60 გ; მასის ტვირთის მოთავსება წონასწორობის აღსადგენად?



210. შეიძლება თუ არა გლუვ ზედაპირზე მდგარი ფოლადისურიკასამოძრავება მაგნიტის საშუალებით, თუ იგი დამაგრებულია ისე, როგორც სურ. 30-ის ა) და ბ) მდგომარეობაში? რატომ?



211. მაქსიმალური წაგრძელება, რომელსაც შეიძლება გაუძლოს რეზინის 200 ნ/მ სიხისტის ჩალიზმა 20 სმ-ია. შეიძლება თუ არა ჩალიზმა გაუძლოს ა) 40 ნ. ბ) 50 ნ. გ) 60 ნ. ძალის მოქმედებას?
212. ფოლადის გამტარის სიხისტეა 10 კნ/მ. დასაშვები წაგრძელება 5 სმ-ია. შესაძლებელია თუ არა ამ გამტარით ჩამოვკიდოთ ა) 30 კგ; ბ) 40 კგ; გ) 60 კგ მასის სხეული?
213. $k_1=0,5$ კნ/გ, $k_2=2,5$ კნ/გ, $k_3=1$ კნ/გ, სიხისტის ბაგირებიდან თითოეულის დასაშვები წაგრძელებაა $\Delta X_1=\Delta X_2=\Delta X_3=5$ სმ. რომელი ბაგირითაა შესაძლებელი 10 კგ. წყლიანი ვედროს ჭიდან თანაბრად ამოტანა.
214. გამოდგება თუ არა 1200 ნ/მ სიხისტისა და 4 სმ დასაშვები წაგრძელების გვარლი 20 კგ მასის სხეულის ჰორიზონტალურ ზედაპირზე 4 წმ-ში 16 მ-ზე ბუქსირებისათვის თუ :
ა) ზედაპირი გლუვია; ბ) ზედაპირსა და სხეულს შორის ხახუნის კოეფიციენტი 0,3?
215. მაქსიმალური წაგრძელება, რასაც შეიძლება გაუძლოს 250 ნ/მ სიხისტის გვარლმა, 2 სმ-ია შესაძლებელია თუ არა ასეთი გვარლით 5კგ. მასის სხეული ვამოძრავოთ 0,8 მ/წმ² აჩქარებით: როცა ა) ზედაპირი, რომელზეც გადაადგილდება სხეული გლუვია. ბ) ზედაპირსა და სხეულს შორის ხახუნის კოეფიციენტი 0,04?
216. 100კნ/მ სიხისტისა და ა) 1,5 სმ; ბ) 3 სმ; გ) 9 სმ. დასაშვები წაგრძელებების საბუქსირო გვარლებიდან, რომელი შეიძლება გამოვიყენოთ 2ტ მასის ავტომობილის 1 მ/წმ² აჩქარებით ბუქსირებისათვის, თუ:
1. ზედაპირი, რომელზეც მოძრაობს ავტომობილი გლუვია?
2. ზედაპირსა და საბურავებს შორის ხახუნის კოეფიციენტი 0,2 -ია?
217. 5 სმ. ზღვრული წაგრძელებისა და ა) 30 კნ/მ; ბ) 50 კნ/მ; გ) 130 კნ/მ. სიხისტის გვარლებიდან რომელი გამოდგება 2 ტ. მასის ავტომობილის 50 მ-ზე 10 წმ-ში გადასაადგილებლად, თუ:
1. ზედაპირი, რომელზეც მოძრაობს ავტომობილი გლუვია?
2. ზედაპირსა და საბურავებს შორის ხახუნის კოეფიციენტი 0,2 -ია?
218. სურ. 31-ზე ნაჩვენებია დეფორმაციის სიდიდის მოდებულ ძალაზე დამოკიდებულების გრაფიკი ერთნაირი სიგრძისა და დიამეტრის სპილენძის (1) და ფოლადის (2) ღეროებისათვის. დაადგინეთ, არის თუ არა სპილენძის სიხისტე ფოლადისაზე:



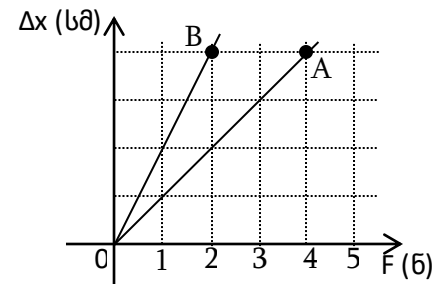
სურ. 31

- ა) 2ჯერ ბ) 3 ჯერ გ) 0,5 ჯერ მეტი?

219. დაამტკიცეთ, რომ გამტარის სიხისტე დამოკიდებულია მის E - გვარობაზე პროპორციულია S -ფართობისა და უკუპროპორციულია საწყისი L_0 -სიგრძისა.
220. გვაქვს $K_1, K_2, K_3, \dots, K_N$ სიხისტის ზამბარები. დაამტკიცეთ რომ:
 ა) მათი მიმდევრობით შეერთებული ზამბარათა სისტემის სიხისტის შებრუნებული სიდიდე თითოეული ზამბარის სიხისტეთა შებრუნებულ სიდიდეთა ჯამის ტოლია. ე. ი.

$$\frac{1}{K} = \frac{1}{K_1} + \frac{1}{K_2} + \dots + \frac{1}{K_N}.$$

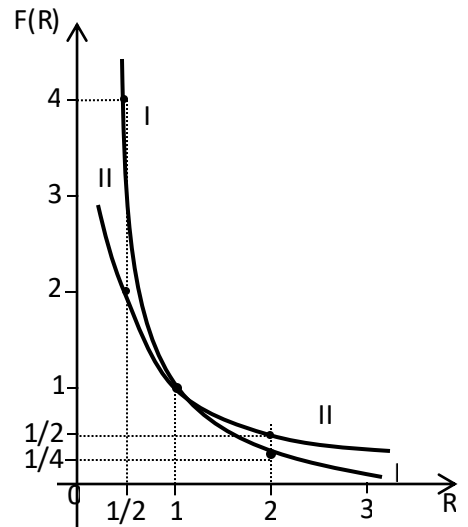
 ბ) მათი პარალელური შეერთებისას ერთნაირი სიდიდით დეფორმაციისას სისტემის საერთო სიხისტე თითოეულ ზამბარის სიხისტეთა ჯამის ტოლია $K = K_1 + K_2 + \dots + K_N$.
221. გვაქვს K_1 და K_2 სიხისტის ზამბარები. დაამტკიცეთ, რომ მათი პარალელური შეერთებით მიღებული სისტემის სიხისტეზე, ყოველთვის მეტია მათი მიმდევრობითი შეერთებით მიღებული სისტემის სიხისტეზე.
222. დაამტკიცეთ, რომ თუ გვაქვს ერთნაირი სისტემის N -გამტარი, მაშინ მათი პარალელური შეერთებით მიღებულ გამტართა სისტემის სიხისტე N^2 -ჯერ მეტია მათი მიმდევრობითი შეერთებით მიღებული გამტართა სისტემის სიხისტისა?
223. ორი ტოლი სიხისტის ზამბარების შეერთებით მიღებული სისტემის დეფორმაციის ძალაზე დამოკიდებულების გრაფიკს აქვს სურ 32-ზე გამოსახული სახე, როგორ შეერთებინათ ზამბარები თუ:
 1. OA - შეესაბამება ერთ-ერთი ზამბარის დეფორმაციის ძალაზე დამოკიდებულებას, OB - სისტემის დეფორმაციის ძალაზე დამოკიდებულებას.
 2. OA - შეესაბამება ზამბარათა სისტემის ძალაზე დამოკიდებულებას OB - ერთ-ერთი სისტემისას.



სურ. 32

224. რატომაა რომ სხეულები, რომლებიც იმყოფებიან ოთახში, მიუხედავად მათ შორის ურთიერთქმედებისა, არ უახლოვდებიან ერთმანეთს?
225. რა განსხვავებაა $a = \frac{F}{m}$ და $g = \frac{F}{m}$ ფორმულებს შორის? სიდიდეებს შორის? რატომ?
226. სხეულებს შორის, მანძილის შეუცვლელად ურთიერთქმედების ძალის 16-ჯერ გადიდებისათვის საკმარისია თუ არა
 1. თითოეულის მასა გავზარდოთ: ა) 3-ჯერ; ბ) 4-ჯერ; გ) 5-ჯერ?
 2. პირველი სხეულის m_1 -მასა 2-ჯერ გადიდებისას მეორის m_2 -მასა გავადიდოთ: ა) 4-ჯერ, ბ) 6-ჯერ, გ) 8-ჯერ?
227. საკმარისია თუ არა დედამიწის ახლო ორბიტაზე ($h \ll R$) მოძრავ ხელოვნურ თანამგზავრსა და დედამიწას შორის H -მანძილი გავზარდოთ: ა) $8R$ -ით; ბ) $9R$ -ით; გ) $10R$ -ით; რომ მათ შორის ურთიერთქმედების ძალა 100-ჯერ შემცირდეს?
228. დედამიწასა და მის ახლო ორბიტაზე ($h \ll R$) მოძრავ ხელოვნურ თანამგზავრს შორის მანძილის $3R$ -ით გაზრდა გამოიწვევს თუ არა ურთიერთქმედების ძალის შემცირებას ა) 9-ჯერ; ბ) 16-ჯერ; გ) 25-ჯერ?

229. 33-ზე სურათზე რომელი მრუდი გამოსახავს გრავიტაციული ძალის მანძილზე დამოკიდებულებას?

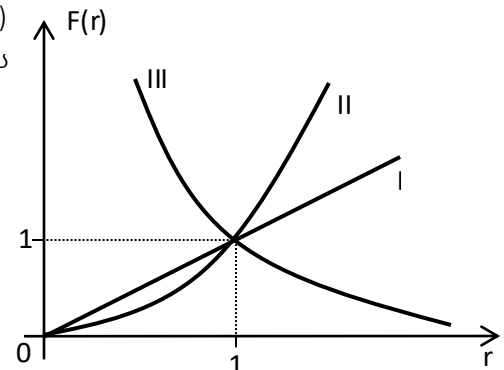


სურ. 33

230. წარმოიდგინთ, რომ გათხარეს დედამიწის ცენტრზე გამავალი გვირაბი, დაამტკიცეთ, რომ გვირაბში ჩაგდებული m - მასის სხეულის სიმძიმის ძალა დედამიწის ცენტრიდან n ებისმიერ r - მანძილზე გამოითვლება ფორმულით. $F(r) = mgr/R$ განსაზღვრეთ, როგორ მოძრაობს სხეული გვირაბში?

231. 34 სურათზე რომელი გრაფიკი შეესაბამება დედამიწის ცენტრიდან მის ზედაპირამდე (r) მანძილზე გრავიტაციული ძალის ცვლილების გრაფიკს,

- I) -ისათვის $F(r) \sim r$
 II) -ისათვის $F(r) \sim r^2$
 III) -ისათვის $F(r) \sim \frac{1}{r^2}$



სურ. 34

232. ზემოქმედებენ თუ არა ერთობლივად ა) 10 ნ, ბ) 0, გ) 20 ნ ძალით დედამიწა და მთვარე სხეულზე, რომელიც მათი ცენტრების შემაერთებელ მონაკვეთზე- l ($l = 60R$) მდებარეობს დედამიწის ცენტრიდან $54R$ მანძილზე? რა მდებარეობაშია სხეული აქ? ჩათვალით, რომ მთვარის მასა (m) 81-ჯერ ნაკლებია დედამიწის (M)-მასაზე

233. დედამიწასა და მთვარის ცენტრებს შორის მანძილი $60R$ -ია, მათი ცენტრების შემაერთებელ წრფეზე მდებარე სხეულისათვის აღმოჩნდა, რომ მიზიდულობის ძალა დედამიწა-სხეულსა (F_d) და მთვარე-სხეულს (F_m) შორის მოდულით ტოლია, მაგრამ სხეული წონასწორობაში არაა. დაადგინეთ:

1. რა ორიენტაცია უკავია მთვარეს, დედამიწა სხეულს

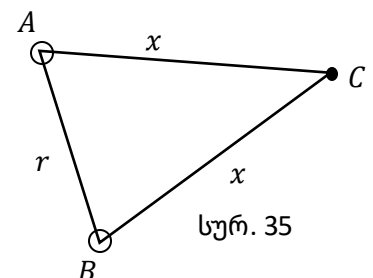
2. მდებარეობს თუ არა ეს სხეული დედამიწის ცენტრიდან ა) $65,5R$ ბ) $66,6R$ გ) $67,5R$ მანძილზე? ჩათვალით, რომ დედამიწის მასა (M) 81-ჯერ მეტია მთვარის (m) მასაზე

234. $S = 10 \text{ მ}^2$ ტოლი ზედაპირის ორი სფერული სპილენძის სხეულებს შორის შეიძლება თუ არა მიზიდულობის ძალის მაქსიმალური მნიშვნელობა იყოს, ა) $16,5 \text{ მნ}$; ბ) $16,75 \text{ მნ}$; გ) $>16,75 \text{ მნ}$ -ზე? მიიღეთ სპილენძის სიმკვრივე $9,103 \text{ კგ/მ}^3$ -ის ტოლად?

235. ცნობილია თავისუფალი ვარდნის აჩქარება. შეიძლება თუ არა ამით გავიგოთ დედამიწის მასა? განსაზღვრეთ ის და შეადარეთ ცხრილში მონაცემს. გამოთვლებისათვის მიიღეთ რომ $g = 10 \text{ მ/წმ}^2$; $R = 6400 \text{ კმ}$; $G = 6,61 \cdot 10^{-11} \text{ ნ} \cdot \text{მ}^2/\text{კგ}^2$
236. იქნება თუ არა დედამიწის ზედაპირიდან R სიმაღლეზე მყოფი სხეულის აჩქარება:
ა) $1/4 g$; ბ) $1/5 g$; გ) $3/4 g$; (გ-თავისუფალი ვარდნის აჩქარებაა)
237. დედამიწის ზედაპირიდან რაღაც სიმაღლეზე სხეულის ვარდნის აჩქარება ტოლია $g_h = \frac{1}{16} g$ იმყოფებოდა თუ არ ეს სხეული ზედაპირიდან: ა) $2R$; ბ) $2,5R$; გ) $3R$ სიმაღლეზე?
238. დედამიწის ზედაპირიდან რაღაც სიმაღლეზე სხეულის ვარდნის აჩქარება ტოლია $g_h = \frac{1}{16} g$ იმყოფებოდა თუ არა ეს სხეული ზედაპირიდან: ა) $2R$; ბ) $2,5R$; გ) $3R$ სიმაღლეზე?
239. დამტკიცეთ, რომ თუ ცნობილია პლანეტის სიმკვრივე ρ და მისი რადიუსი R , მაშინ მისთვის თავისუფალი ვარდნის აჩქარება გამოითვლება ფორმულით: $g_3 = \frac{4}{3} \pi G \rho R$.

მიზიდულობისა და კეპლერის კანონები

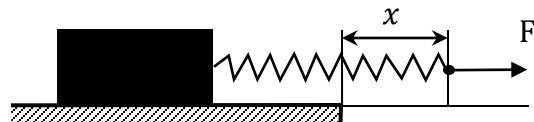
240. რატომ უშვებენ კოსმოსურ რაკეტას დასავლეთიდან აღმოსავლეთისაკენ? რატომაა რაკეტების გაშვება ბევრად ხელსაყრელი ეკვატორის მახლობელი სიბრტყიდან?
241. საკმარისია თუ არა კოსმოსური რაკეტის გაშვება: ა) $3 \cdot 10^4 \text{ კმ}$, ბ) $3,4 \cdot 10^4 \text{ კმ}$; გ) $3,6 \cdot 10^4 \text{ კმ}$ სიმაღლიდან, რომ ის უძრავი გახდეს დედამიწის მიმართ? რა მიმართულებით უნდა გაუშვან რაკეტა?
242. თვითმფრინავი მიფრინავს ეკვატორის გასწვრივ. საკმარისია თუ არა, მან იფრინოს აღმოსავლეთიდან დასავლეთისკენ $V_0 = 460 \text{ კმ/სთ}$ სიჩქარით, რომ დედამიწის ბრუნვის გამო წონაში შემცირება იქნეს შემცირებული?
243. საკმარისია თუ არა სხეული დედამიწის მახლობლად ვისროლოთ $V_0 \approx 7,9 \text{ კმ/სთ}$ სიჩქარით, რომ ის გახდეს დედამიწის ხელოვნური თანამგზავრი?
244. იმოდრავებს თუ არა სხეული დედამიწის მახლობელ ორბიტაზე, თუ მას ექნება 16 კმ/წმ -ზე მეტი სიჩქარე? რატომ?
245. დაამტკიცეთ, რომ ორი სხვადასხვა პლანეტის მზის გარშემო შემოვლის პერიოდების კვადრატები ისე შეეფარდება ერთმანეთს, როგორც მათი ბრუნვის ორბიტების რადიუსების კუბები.
246. მოხდება თუ არა საშუალოდ $t_0 = 16$ წლის შუალედით მარსსა და დედამიწას შორის პირისპირ დგომა? ცნობილია მარსის ბრუნვის პერიოდი $T_0 = 687$ დღე-ღამეს.
247. ორი A და B ვარსკვლავები (სურ. 35) რომელთა შორის მანძილი r -მუდმივია ურთიერთქმედების შედეგად მოძრაობენ წრეწირზე-მათგან რაღაც x -მანძილზე ვარსკვლავთა სიბრტყეში მოძრაობს c -მცირე ზომის პლანეტა, შეინარჩუნებს თუ არა პლანეტა ვარსკვლავთა მიმართ მუდმივ მანძილს, როცა ა) $x = r$, ბ) $x = 1/2 r$ თითოეულ შემთხვევაში განსაზღვრეთ c -პლანეტის მდებარეობა?



248. ორი ვარსკვლავი მიმოიქცევა ერთმანეთის მიმართ მუდმივი მოდულის V_1 და V_2 სიჩქარეებით, ერთი და იმავე T პერიოდით. როგორ შეიძლება გამოვთვალოთ ვარსკვლავთა მასები და მათ შორის მანძილი?
249. როგორ შეიძლება განისაზღვროს მზის საშუალო სიმკვრივე, თუ ცნობილია, რომ $\alpha = \frac{D_\oplus}{R_\oplus} = 0,01$ ($D_\oplus$ - მზის დიამეტრია, $R_\oplus$ - დედამიწის ორბიტის რადიუსი) ჩათვალით, რომ $T = \pi \cdot 10^7$ წმ - დედამიწის ბრუნვის პერიოდია, $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \frac{\text{ნ მ}^2}{\text{კგ}^2}$ - გრავიტაციული მუდმივაა.
250. კოსმოსური რაკეტა მოძრაობს დედამიწის მიმართ წრიულ ორბიტაზე მთვარე-დედამიწის სიბრტყეში. მთვარის ბრუნვის პერიოდით. მოძრაობის დროს ხომალდი აღმოჩნდა მთვარე-დედამიწის შემაერთებული წრფის იმ წერტილში, სადაც მათი მიზიდულობის ძალები ტოლია. მუშაობს თუ არა ხომალდის ძრავა? როგორია აქ 70 კგ კოსმონავტის წონა? მიიღეთ რომ $M_\oplus = 81 M_{\oplus \text{თ}}$ მთვარესა და დედამიწას შორის მანძილი $l = 60 R_\oplus$ დედამიწის რადიუსი $R = 6400$ კმ-ს?

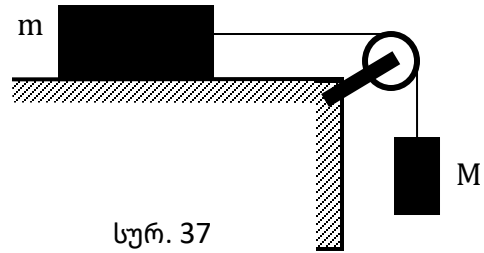
უძრაობის ხახუნის კოეფიციენტი გარემოს წინააღმდეგობის ძალა

251. ჩამოთვლილი დასკვნებიდან რომელია სწორი? რატომ? მოიფიქრეთ დამადასტურებელი ცდები? უძრაობის ხახუნის ძალა:
1. ზედაპირზე მდგარ სხეულზე ა) მოქმედებს ყოველთვის? ბ) ჩნდება წევის ძალის მოქმედების დაწყებისთანავე?
 2. მოდულით ტოლია, მიმართულებით საპირისპიროა, ა) იმ ძალისა, რომელიც სხეულზე მოქმედებს სხვა სხეულთან შეხების ზედაპირის პარალელურად? ბ) სხეულზე მოდებული წევის ძალისა?
 3. ა) მაქსიმალური წევის ძალის პროპორციულია? ბ) წევის ძალის პროპორციულია
 4. ა) ელექტრომაგნიტური ბუნებისაა? ბ) გრავიტაციული ბუნებისაა?
252. სატვირთო ავტომანქანით ჰორიზონტალურ გზაზე გადააქვთ კონტეინერი. რაზეა დამოკიდებული და საითაა მიმართული კონტეინერზე მოქმედი უძრაობის ხახუნის ძალა, როდესაც ავტომობილი: ა) უძრავია; ბ) იწყებს აჩქარებით მოძრაობას; გ) მოძრაობს თანაბრად და წრფივად; დ) მოძრაობს თანაბრად და უხვევს; ე) ამუხრუჭებს; ჩათვალით რომ ყველა შემთხვევაში კონტეინერი ავტომობილის მიმართ უძრავია.
253. დადეთ მაგიდაზე ფოლადის საგანი, (ჭიკარტი, ლურსმანი, და ა. შ.) მისგან საკმაოდ შორ მანძილზე მოათავსეთ მაგნიტი და მიუახლოვეთ საგანს. მიუხედავად იმისა, რომ საგანთან მაგნიტის მიახლოებით მიზიდულობის ძალა თანდათანობით იზრდება, სხეული რჩება უძრავი, შემდეგ კი „ნახტომით“ მიიზიდება მაგნიტისკენ. რატომ?
254. ხახუნის კოეფიციენტის განსაზღვრისათვის ჩაატარეს ცდა ჰორიზონტალურ ზედაპირზე მოთავსებული $m=1$ კგ თანაბრად ამოძრავდა, როცა მასზე მოხმული $k=200$ ნ/მ სიხისტის ზამბარა $x=1,5$ სმ-ით წაგრძელდა (სურ. 36). არის თუ არა ცდის მიხედვით ხახუნის კოეფიციენტის მნიშვნელობა: ა) 0,25 ბ) 0,3 გ) 0,35?



სურ. 36

255. ბლოკის საშუალებით (სურ. 37) ხახუნის კოეფიციენტის განსაზღვრის მიზნით ჩატარებულ ცდამი აღმოჩნდა, რომ ზედაპირზე მოთავსებული $m=500$ კგ მასის სხეულმა თანაბარი მოძრაობა დაიწყო, როცა $M=125$ გ მიიღება თუ არა ცდის მონაცემებით ხახუნის კოეფიციენტის შემდეგი მნიშვნელობა: ა) 0,2; ბ) 0,25; გ) 0,3?

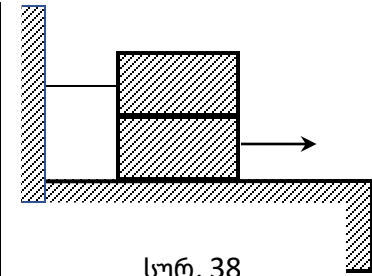


სურ. 37

256. 5 კგ მასის სხეული მოთავსებულია ჰორიზონტალურ ზედაპირზე, რომელთანაც ხახუნის კოეფიციენტი 0,2. როგორ იმოძრაებს სხეული, თუ მასზე ზედაპირის გასწვრივ მოვდებთ ა) 5 ნ; ბ) 7,5 ნ; გ) 10 ნ ძალას? რატომ?

257. ელმავალი, რომელიც ავითარებს 150 ნ ძალას, შეძლებს თუ არა თანაბრად გადაადგილოს ა) 500 ტ, ბ) 510 ტ მასის შემადგენლობა. ხახუნის კოეფიციენტი რელსსა და ბორბალს შორის მიიღეთ 0,3-ის ტოლად?

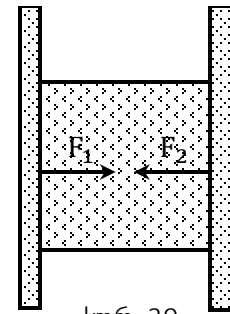
258. თითოეული 2 კგ მასის ხის ძელაკი ძევს ხის ფიცარზე (სურ.38) საკმარისია თუ არა ქვედა ძელაკზე ვიმოქმედოთ ა) 12 ნ? ბ) 18 ნ ძალით, რომ ის გამოვადროთ? ხახუნის კოეფიციენტი მის ორივე ზედაპირზე 0,3-ის ტოლია.



სურ. 38

259. 4 კგ მასის ძელაკი ჩაჭედილია ორ ფიცარს შორის 50 ნ ძალით (სურ.39) ძელაკის ზედაპირსა და ფიცარს შორის ხახუნის კოეფიციენტი 0,5-ია. დაადგინეთ, საკმარისია თუ არა, ძელაკზე ვიმოქმედოთ ძალით:

1. ამოსაძრობად: ა) 40 ნ; ბ) 50 ნ; გ) 90 ნ-ით?
2. ჩასაგდებად: ა) 5 ნ, ბ) 7 ნ, გ) 10 ნ-ით?



სურ. 39

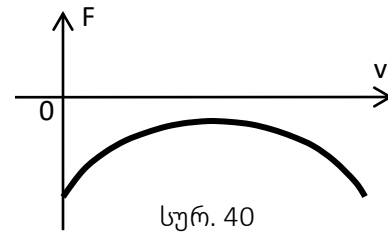
260. 40 გ ფოლადის მაგნიტი „მიეკრა“, ვერტიკალურად მოთავსებულ ფოლადის ფილას მაგნიტის თანაბრად ჩამოსრიალებისათვის მასზე უნდა მოვდოთ 1,6 ნ ძალა. დაადგინეთ:

1. აწვება თუ არა მაგნიტი ფილას: ა) 6 ნ; ბ) 8 ნ; გ) 10 ნ ძალით?
2. საკმარისია თუ არა მაგნიტს ფილას გასწვრივ ზევით ასრიალებისათვის მოვდოთ: ა) 2 ნ; ბ) 2,2 ნ; გ) 2,4 ნ ძალა? ხახუნის კოეფიციენტი მაგნიტსა და ფილას შორის 0,25-ია

261. რატომაა სარბოლი ველოსიპედისტის საჭის სახელური დაბლა დაშვებული?

262. ავტომობილის თვლების ბუქსირებისას წევის ძალა შესამჩნევად ეცემა, რატომ?

263. სურ. 40-ზე მოცემულია ხახუნის ძალის სიჩქარეზე დამოკიდებულება. ახსენით გრაფიკი?



264. ჰორიზონტალურ გზაზე მოძრაობის დროს რატომ არ მატულობს დაუსრულებლად ავტომობილის სიჩქარე, მიუხედავად იმისა, რომ მასზე განუწყვეტლივ მოქმედებს ძრავის წევის ძალა?
265. 80 კგ მასის პარაშუტისტი გახსნილი პარაშუტით ეშვება მუდმივი სიჩქარით მოქმედებს თუ არა პარაშუტზე: ა) 800 ნ-ზე ნაკლები; ბ) 800 ნ-ის ტოლი წინააღმდეგობის ძალა?
266. ავტომობილის სიჩქარის 50%-ით გაზრდისას გაიზრდება თუ არა ჰაერის წინააღმდეგობის ძალა: ა) 2-ჯერ; ბ) 2,25-ჯერ; გ) 2,5-ჯერ? (ჩათვალეთ რომ წინააღმდეგობის ძალა ფარდობითი სიჩქარის კვადრატის პროპორციულია)
267. ავტომობილი მოძრაობს 90 კმ/სთ სიჩქარით 15 მ/წმ-ით მოძრავი ქარის მიმართულებით. გაიზრდება თუ არა ჰაერის წინააღმდეგობის ძალა: ა) 12-ჯერ; ბ) 16-ჯერ; გ) 25-ჯერ, თუ ავტომობილი იმოძრავებს ქარის საწინააღმდეგო მიმართულებით? (ჩათვალეთ, რომ წინააღმდეგობის ძალა ფარდობითი სიჩქარის პროპორციულია)
268. კოშკიდან წყალში მხტომელი ყოველთვის ცდილობს, წყალში შევიდეს ვერტიკალურ მდგომარეობაში წინ შეტყუებული ხელებით? რატომ?
269. 340 გ მასისა და $0,85 \text{ გ/სმ}^3$ სიმკვრივის ხის ძელი ტბის ფსკერიდან ვერტიკალური მიმართულებით თანაბრად მოძრაობს ზედაპირისკენ. დაადგინეთ არის თუ არა:
1. ძელზე მოქმედი წინააღმდეგობის ძალა: ა) 0,6 ნ, ბ) 0,8 ნ, გ) 1 ნ?
 2. წინააღმდეგობის კოეფიციენტი: ა) $\approx 0,18$, ბ) $\approx 0,2$, გ) $\approx 0,25$?
270. წყლის ზედაპირიდან ფსკერისკენ ვერტიკალური მიმართულებით თანაბრად მოძრაობს 400 გ მასისა და 2 გ/სმ^3 სიმკვრივის სხეული. დაადგინეთ, არის თუ არა:
1. სხეულზე მოქმედი წინააღმდეგობის ძალა: ა) 1,5 ნ; ბ) 2 ნ; გ) 2,5 ნ?
 2. წინააღმდეგობის კოეფიციენტი: ა) 0,5; ბ) 0,6; გ) 0,4?

ლიტერატურა:

1. ფიზიკა სხვადასხვა ავტორთა აკრედიტებული სახელმძღვანელოები.
2. ფიზიკის ამოცანების მოქმედი და ადრეული ამოცანათა კრებულები.
3. ზურაბ ბართაია “აზროვნების განვითარების აქტივობები ფიზიკის გაკვეთილზე”, 16 მაისი, 2019 წ. <http://mastsavlebeli.ge/?p=21766>
4. ზურაბ ბართაია „ბიჰევიორიზმის კონცეფცია და მისი გამოყენება სწავლებაში“. 5 თებერვალი, 2020 წ.

<http://mastsavlebeli.ge/?p=24606>

5. ზურაბ ბართაია - პერკინსის, უზნაძის, ბლუმის თეორიები და აზროვნების განვითარება ფიზიკის გაკვეთილზე, 21 იანვარი 2021
<http://mastsavlebeli.ge/?p=28344>

6. ზურაბ ბართაია - რატომ უნდა ვიცოდეთ ფიზიკა? 10 მაისი, 2021
<http://mastsavlebeli.ge/?p=29415>

7. ზურაბ ბართაია - რატომ უნდა ვიცოდეთ ფიზიკა? (მე-2 ნაწილი), 13 იანვარი. 2022
<http://mastsavlebeli.ge/?p=31616>

8. ზურაბ ბართაია -, ძირითადი ამოცანის დაზუსტება, განზოგადება და გადაწყვეტა ფიზიკის გაკვეთილზე „ 24 აგვისტო, 2023
<https://mastsavlebeli.ge/?p=37194>

9. ზურაბ ბართაია -, ძირითადი ამოცანის დაზუსტება, განზოგადება და გადაწყვეტა ფიზიკის გაკვეთილზე „ 7 ნოემბერი 2024
<https://mastsavlebeli.ge/?p=41452>