

შინაგანი ენერგია და მისი შეცვლის გზები, ადიაბატური პროცესი

ავტორები:

ზურაბ ბართაია (სსიპ ჩოხატაურის მუნიციპალიტეტის ქვაბდის საჯარო სკოლის ფიზიკის მენტორი მასწავლებელი)

სოლომონ კოსტავა (სსიპ ქ. ქუთაისის 23 -ე სკოლის ფიზიკის წამყვანი მასწავლებელი)

მუშაობა თერმოდინამიკაში. იდეალური და მასთან მიახლოებული აირის შინაგანი ენერგია და მისი შეცვლის გზები.

ნივთიერებაში შემავალი მოლეკულები და ატომები ქაოსურად მოძრაობენ (აქვთ კინეტიკური ენერგია), თანაც ურთიერთქმედებენ (აქვთ პოტენციური ენერგია). ასეა აირებშიც. ვნახოთ, რა თერმოდინამიკურ პარამეტრებზეა დამოკიდებული აირის მოლეკულების მოძრაობის (კინეტიკური), ურთიერთქმედების (პოტენციური) და მათი ჯამური ენერგია - შინაგანი ენერგია.

აირის ქაოსურად მოძრაობის მოლეკულების კინეტიკური ენერგია საშუალო კვადრატული სიჩქარის პროპორციულია ე. ი. $E_კ \sim v_{კ,შ}^2$ მაგრამ $v_{კ,შ}^2 \sim T$ (T აბსოლუტური ტემპერატურაა) ამრიგად $E_კ \sim T$.

თუ მოლეკულები ურთიერთქმედებენ, მათ აქვთ პოტენციური ენერგია $E_პ$, რომელიც თითოეულ მოლეკულაზე მასთან ახლო მყოფი მოლეკულების ურთიერთქმედებით განისაზღვრება, დადგენილ იქნა, რომ მოლეკულების ურთიერთქმედების ჯამური ენერგია აირის მოცულობის უკუპროპორციულია. ამრიგად, $E_პ \sim \frac{1}{V}$.

მაშასადამე, აირის შინაგანი ენერგია დამოკიდებულია მის აბსოლუტურ ტემპერატურასა და მოცულობაზე. ამრიგად, $U = U (T, V)$.

აირის შინაგანი ენერგია შეიძლება შეიცვალოს ორი გზით: სისტემაზე სითბოს (Q) გადაცემით და მასზე გარეგანი მექანიკური მუშაობის შესრულებით (A) ან ორივეთი ერთად. ენერგიის მუდმივობის კანონიდან გამომდინარე ვწერთ: $U (T, V) = A + Q$ (1), თუ სისტემას გადაეცემა სითბო, მაშინ სისტემამ შეიძლება შეასრულოს მექანიკური მუშაობა და შეიცვალოს მისი შინაგანი ენერგია ამრიგად: $Q = U (t, V) + A^i$ (2) A^i აირის მიერ შესრულებული მუშაობაა. თუ გვაქვს იდეალური აირი, მაშინ მისი შინაგანი ენერგია მხოლოდ ტემპერატურის პროპორციულია- $U = U (T)$, ერთატომიანი აირის შინაგანი ენერგია გამოითვლება ფორმულით $\Delta U (T) = \frac{3}{2} R \Delta T$ (3). აირის მიერ შესრულებული მუშაობა მისი მოცულობის ცვლილებისას $A^i = P \Delta V$ (4).

იზოთერმული პროცესი. ამ დროს შინაგანი ენერგიის ცვლილება მე-3-ე ფორმულიდან გამომდინარე 0 -ის ტოლია, ამიტომ ვწერთ $Q_T = A_T^i$.

თუ აირი იღებს სითბოს, $Q_T > 0$ - ზე, მაშინ აირი ასრულებს ამ სითბოს ეკვივალენტურ მუშაობას $A^i = Q_T$

$Q_T < 0$ -ზე, მაშინ $A^i < 0$, რაც იმას ნიშნავს, რომ გარეგანი ძალების მიერ შესრულებული მუშაობა $A > 0$ - აირი იკუმშება.

ა. 89. $S = 24 \text{ ს}^2$ ფართობის დგუმის ქვეშ იმყოფება იდეალური აირი. აირზე სითბოს გადაცემით დგუმი აირის ტემპერატურის შეუცვლელად გადაადგილდა $l = 2 \text{ სმ}$ - ით, ჩათვალეთ, რომ ამ პროცესში აირის წნევა მუდმივია და ატმოსფერულია ტოლია. იპოვეთ აირზე გადაცემული სითბოს რაოდენობა.

მითითება: $T = \text{const}$, პროცესი იზოთერმულია, $Q_T = A_T$, $A_T = P \Delta V$, $\Delta V = S l$ ე, ი, $Q_T = P_0 S l$ ამ ფორმულაში ჩასმით მივიღებთ $Q_T = 4,8 \text{ ჯ}$.

ა. 90. $S = 24 \text{ ს}^2$ განიკვეთის დგუმში მოთავსებულია იდეალური აირი, დგუმზე $Q = 15,84 \text{ ჯ}$ სითბოს გადაცემის შედეგად ის გადაადგილდა $l = 6 \text{ სმ}$ -ით. მუდმივი ტემპერატურის პირობებში. ჩათვალეთ, რომ ამ პროცესში აირის წნევა მუდმივია და იპოვეთ ის?

მითითება: იზოთერმული პროცესის დროს მსგავსად ამოცანა N 15 -ისა გვაქვს $Q_T = P \Delta V = P S l$

აქედან $P = \frac{Q}{S l} \approx 1,1 \cdot 10^5 \text{ პა}$.

ა, 91. $S = 24 \text{ ს}^2$ განიკვეთის დგუმში მოთავსებულია იდეალური აირი, დგუმი გარეგანი ძალის ქმედების შედეგად გადაადგილდა $\Delta l = 5 \text{ სმ}$ -ით. მუდმივი ტემპერატურის პირობებში. ჩათვალეთ, რომ ამ პროცესში აირის წნევა მუდმივია და $P = 1,2 \cdot 10^5 \text{ პა}$ - ს. განსაზღვრეთ:

1. დგუმზე მოქმედი გარეგანი ძალის სიდიდე.
2. აირის მიერ შესრულებული მუშაობა.

მითითება: $F = P S = 288 \text{ ნ}$., $A = F \Delta l = P \Delta V = P S \Delta l = 14,4$

ა. 92. $S = 24 \text{ ს}^2$ განიკვეთის დგუმში მოთავსებულია იდეალური აირი, დგუმი მუდმივი გარეგანი ძალის ქმედების შედეგად მუდმივი ტემპერატურის პირობებში გადაადგილდა $\Delta l = 12 \text{ სმ}$ -ით. ამ დროს გამოყოფილი სითბოს რაოდენობა $= 33,32 \text{ ჯ}$ -ია. ჩათვალეთ, რომ ამ პროცესში აირის წნევა მუდმივია და იპოვეთ:

1. დგუმზე მოქმედი ძალის სიდიდე.
2. აირის წნევა დგუმში.

მითითება: 1. $Q_T = A = P \Delta V = F \Delta l$ $F = \frac{Q_T}{\Delta l} = 27 \text{ ნ}$. 2. $P = \frac{F}{S} = 1,15 \cdot 10^5 \text{ პა}$.

იზობარული პროცესი. ამ პროცესის დროს აირზე გადაცემული სითბო Q_p – ხმარდება აირის მიერ შესრულებულ მუშაობას - A_p და შინაგანი ენერგიის ცვლილებას - ΔU_p . თუ სისტემას გადაეცემა სითბო - $Q_p > 0$ აირი ფართოვდება - $A^i > 0$ და შინაგანი ენერგია - $\Delta U_p > 0$. და თუ აირს აერთმევა სითბო, მაშინ: $Q_p < 0$ აირი იკუმშება - $A^i < 0$ ($A > 0$) და შინაგანი ენერგია მცირდება - $\Delta U_p < 0$.

ა. 93. 2კგ ნივთიერების 10^0 - ით გათბობისას შინაგანი ენერგიის ცვლილება აღმოჩნდა $248,2 \text{ კჯ}$. რა ნივთიერებაა ეს?

მითითება: $\Delta U = \frac{3}{2} \frac{m}{M} R T \rightarrow M = \frac{3mR\Delta T}{2\Delta U}$ ამ უკანასკნელში ჩასმით მივიღებთ $M = 0,00107 \frac{\text{კგ}}{\text{მოლი}}$

ეს ნივთიერება წყალბადია.

ამ განყოფილებაზე ამოცანები მრავლადაა ძველ თუ ახალ (თითქმის იგივე ამოცანები) კრებულებში, შესაძლოა, ისინი, დასახული მიზნის მიხედვით, გარკვეული კორექტირებით გამოვიყენოთ გაკვეთილზე.

ა. 94. 27°C ტემპერატურის 100 გ ჟანგბადის მოცულობა იზობარული გათბობისას ორჯერ იზრდება. იპოვეთ აირის მუშაობა გაფართოებისას, გათბობაზე დახარჯული სითბოს რაოდენობა და შინაგანი ენერჯის ცვლილება.

მითითება: აირის მიერ შესრულებული მუშაობა - $A = P \Delta V = P (V_2 - V_1) (1) // // \frac{V_2}{V_1} = \frac{T_2}{T_1} \rightarrow T_2 = 2 T_1 = 600 \text{ K}$ - ამიტომ $A = P \Delta V = \frac{m}{M} R T = 12,5 \text{ კჯ}$, $Q = C_p m (T_2 - T_1) \approx 44, 2 \text{ კჯ}$ და $\Delta U = Q - A = 31, 7 \text{ კჯ}$.

იზოქორული პროცესი, ასეთი პროცესისას არ იცვლება აირის მოცულობა $A_V^I = P \Delta V = 0$ და (2) ფორმულიდან გამომდინარე $Q_V = \Delta U_V$. ამრიგად სისტემაზე გადაცემული სითბო რაოდენობა მთლიანად ხმარდება იდეალური აირის შინაგანი ენერჯის ზრდას. თუ შინაგანი ენერჯია მცირდება $\Delta U_V < 0$, მაშინ აირი გასცემს შინაგანი ენერჯის ეკვივალენტურ სითბოს რაოდენობას. $\Delta U_V = Q_V$.

ა. 95. ჰერმეტიკულ ჭურჭელში მოთავსებულ $\nu = 5$ მოლ ერთგვაროვან იდეალურ აირს გადასცეს $Q = 5 \text{ კჯ}$ სითბო. როგორ შეიცვალა მისი ტემპერატურა ?

მითითება: (1) ფორმულიდან გამომდინარე $\Delta U_V = Q_V$, მაგრამ $\Delta U_V = \frac{3}{2} \nu R \Delta T \rightarrow \frac{3}{2} \nu R \Delta T = Q_V \rightarrow \Delta T = \frac{2Q_V}{3\nu R}$ მონაცემთა ჩასმით მივიღებთ: $\Delta T = 80^{\circ}\text{C}$ - სს

ა. 96. ჰერმეტიკულ ჭურჭელში მოთავსებულ $m = 2$ კგ მასის ერთატომიან იდეალურ აირს გადასცეს სითბო $Q_V = 3 \text{ კჯ}$. რის გამოც მისი ტემპერატურა შეიცვალა $\Delta T = 48^{\circ}$ - ით. რა აირი იყო ჭურჭელში ?

მითითება: ცხადია, $Q_V = \Delta U_V = \frac{3}{2} \frac{m}{M} R \Delta T \rightarrow M = \frac{3mR \Delta T}{2Q_V} = 0,004 \frac{\text{კგ}}{\text{მოლი}}$ ეს არგონია.

ა. 97. ჰერმეტიკულ ჭურჭელში მოთავსებულ $\nu = 10$ მოლი ერთატომიანი იდეალური აირის ტემპერატურა შემცირდა 20°C - ით. როგორი სითბოს რაოდენობა გამოიყო ამ დროს ?

მითითება: $Q_V = \Delta U_V = \frac{3}{2} \nu R T = 2,5 \text{ კჯ}$.

ა. 98. ჰერმეტიკულ ჭურჭელში მოთავსებულ $m = 0,2$ კგ მასის ერთატომიანი იდეალური აირის ტემპერატურის $\Delta T = 10^{\circ}\text{C}$ შემცირებით გამოიყო $Q_V = 2,5 \text{ კჯ}$ სითბოს რაოდენობა. რა სახის აირი იყო ჭურჭელში ?

მითითება: მსგავსად წინა ამოცანებისა $M = \frac{3mR \Delta T}{Q_V} = 0, 002 \frac{\text{კგ}}{\text{მოლი}}$ ეს აირი ნეონია.

IV. ადიაბატური პროცესი - ესაა პროცესი, რომელიც მიმდინარეობს სითბოიზოლირებულად, ამ შემთხვევაში, სისტემა გარედან სითბოს არ იღებს $Q = 0$ ე, ი. $\Delta U_Q + A^I = 0$, $\rightarrow \Delta U_Q = - A^I_{\#} Q = A_Q$

აირის შეკუმშვისას $A_Q > 0$ მისი შინაგანი ენერგია იზრდება - ეს ტემპერატურის მატებაზე მიუთითებს. თუ აირი ფართოვდება $A_Q < 0$, მაშინ აირი ცივდება.

ა. 99. დგუშის ქვეშ მყოფ აირზე იმოქმედეს შემკუმშავი, გარეგანი = 12,5 ნ ძალით, რის შედეგადაც დგუში გადაადგილდა = 4 სმ - ით. დაადგინეთ: 1. როგორ შეიცვლება აირის შინაგანი ენერგია? 2. გამოთვალეთ აირის შინაგანი ენერგიის ცვლილება.

კვლევიითი ხასიათის ამოცანები, რომლებსაც ვიყენებ ფიზიკის სასკოლო კურსის სწავლებისას.

მოდრაობა წრეწირზე

323 მოციგურავე ადგილზე ბრუნვის დაწყების შემდეგ ხელებს თანდათან რატომ კეცავს და იკრავს მკერდზე, ხოლო გაჩერების დაწყებისას თანდათან შლის მას?

324. 10მ/წმ სიჩქარით მოძრავ მოციგურავეს სურს შემოწეროს 25მ რადიუსის წრეწირი. საკმარისია თუ არა ამის გამო ის ვერტიკალური მდგომარეობიდან გადაიხაროს: ა) $\alpha = 22^\circ$; ბ) $\alpha \geq 22^\circ$ -ით (ხახუნს მხედველობაში ნუ მიიღებთ. ჩათვალეთ, რომ $\text{tg} 20^\circ = 0,36$; $\text{tg} 22^\circ = 0,4$)

325. $l = 60$ სმ სიგრძის ძაფზე დაკიდებული ბურთულა გადახარეს წონასწორობის მდებარეობიდან $\alpha = 60^\circ$ -კუთხით. საკმარისია თუ არა, ბურთულას მივანიჭოთ ჰორიზონტალური $v = 3$ მ/წმ სიჩქარე, რომ მან გადახრის კუთხის შეუცვლელად ჰორიზონტალურ სიბრტყეში შემოწეროს წრეწირი?

326. $l = 60$ სმ სიგრძის ძაფზე გამობმული, მცირე $m = 50$ გ მასის ბურთულას ბიჭი აბრუნებს ჰორიზონტალურ სიბრტყეში l -რადიუსის წრეწირზე $T = 2$ წმ პერიოდით. დაადგინეთ, შეიძლება თუ არა:

1. ძაფზე აღძრული დრეკადობის ძალა იყოს: ა) 250 ნ; ბ) 245 ნ; გ) 240 ნ?
2. ბურთულას ბრუნვის სიჩქარე $v = 5$ მ/წმ-ზე თუ ძაფი უძლებს მხოლოდ 4,9 მგ ძალას? (მიიღეთ $\pi^2 = 9,8$)

327. ავტომობილი უხვევს $R = 25$ მ რადიუსის და $\alpha_1 = 12^\circ 30'$ დახრილობის მოსახვევში, ზედაპირსა და საბურავს შორის ხახუნის კოეფიციენტი 0,4 -ია. დასაშვებია თუ არა, ავტომობილმა დაიწყოს მოხვევა:

1. როცა მისი სიჩქარე: ა) $V > 45 \frac{\text{კმ}}{\text{სთ}}$ ბ) $V < 45 \frac{\text{კმ}}{\text{სთ}}$
2. ზღვრულ სიჩქარეზე: ა) 1,2; ბ) 1,4; გ) 1,5 -ჯერ მეტი სიჩქარით, თუ დახრის კუთხე იქნება 27° (დახრის კუთხე გაიზარდა 2,16 -ჯერ). მიიღეთ მხედველობაში, რომ $\tan 12^\circ 30' = 0,225$; $\tan 27^\circ = 0,5$. შეადარეთ მიღებული შედეგები N 319 ამოცანის ამოხსნას?

328. ავტომობილი შედის $R = 40$ მ რადიუსისა და $\alpha = 31^\circ$ -ის დახრილობის მოსახვევში. გზასთან საბურავების ხახუნის კოეფიციენტი $\mu = 0,4$ -ია. დაადგინეთ, არის თუ არა დასაშვები:

1. მოხვევის დაწყება, როცა სპიდომეტრი აჩვენებს: ა) 90კმ/სთ, ბ) 80კმ/სთ, გ) 70კმ/სთ-ს?
2. ზღვრულ სიჩქარეზე ორჯერ მეტი სიჩქარით მოძრაობისას მოხვევის დაწყება, როცა მოსახვევის რადიუსი ტოლია: ა) R_0 , ბ) $2R_0$, გ) $4R_0$ -ის (ჩათვალეთ, რომ $\text{tg } 0,6$)?

329. ველოსიპედისტმა შეძლო, 15 მ/წმ სიჩქარით მოძრაობისას, უსაფრთხოდ მოეხვია 30 მ რადიუსის მოსახვევში. ხახუნის კოეფიციენტი საბურავსა და გზას შორის 0,5-ია. დაადგინეთ, არის თუ არა მოსახვევის დახრილობა: ა) 12° ; ბ) 13° ; გ) 14° ($\text{tg}12^\circ=0,2126$; $\text{tg}13^\circ=0,23$; $\text{tg}14^\circ=0,25$).

330. 10 ტ მასის მატარებელი უხვევს $12^\circ 30'$ დახრილობისა და 100 მ რადიუსის მოსახვევში. დაადგინეთ, შეიძლება თუ არა:

1. ვაგონმა დაიწყო მოხვევა: ა) 12 მ/წმ, გ) 15მ/წმ; გ) 16მ/წმ სიჩქარით, რომ რელსსა და რეზორდს შორის ურთიერთქმედებას ადგილი არ ჰქონდეს?
2. ვაგონის 13 მ/წმ სიჩქარით მოხვევისას, რელსსა და რეზორდს შორის წნევის ძალა იყოს: ა) 4კნ; ბ) 4,2კნ; გ)4,6კნ? საითაა მიმართული ეს ძალა?
3. რელსსა და რეზორდს შორის წნევის ძალის დასაშვები ზღვრული- 6,4კნ-წნევის ძალის შემთხვევაში ვაგონმა დაიწყო მოხვევა: ა)17 მ/წმ; ბ)19 მ/წმ; გ)21 მ/წმ სიჩქარით. როგორაა მიმართული ეს ძალა? (ჩათვალეთ, რომ $\text{tg}12^\circ 30'=0,225$)

331. $R = 25$ მ რადიუსის მოსახვევის დასაწყისში დაყენებულია სურ. 42-ზე გამოსახული ნიშანი, ხახუნის კოეფიციენტი საბურავსა და გზას შორის 0,4 -ია. დაადგინეთ: დასაშვებია თუ არა, დახრილობა იყოს:

- ა) $11^\circ 30'$ -ზე ნაკლები ?
- ბ) $12^\circ 30'$ -ზე მეტი ?



სურ. 42

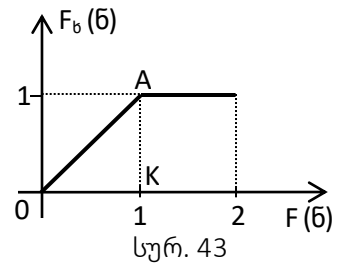
სხეულის მოძრაობა რამდენიმე ძალის მოქმედებით

ა. მოძრაობა ჰორიზონტალური მიმართულებით

332. ჰორიზონტალურ ზედაპირზე 0,5 კგ მასის ძელის თანაბრად ამოძრავებისთვის საჭიროა 1,5 ნ ძალა. დაადგინეთ:

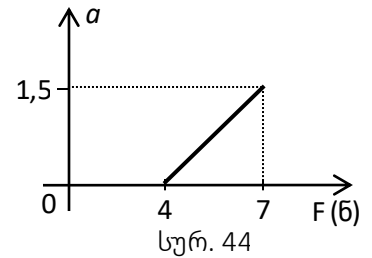
1. არის თუ არა ძელსა და ზედაპირს შორის ხახუნისკოეფიციენტი: ა) 0,25; ბ) 0,3; გ) 0,35-ის ტოლი?
2. იმოძრავებს თუ არა ძელი: ა) 0,6 მ/წმ²; ბ) 0,7მ/წმ²; გ) 0,8 მ/წმ² აჩქარებით, როცა მასზე ვიმოქმედებთ 1,8 ნ ძალით?

333. $m = 0,4$ კგ მასის სხეულზე მოქმედი ხახუნის, წევის ძალაზე დამოკიდებულების გრაფიკს აქვს სურ. 43-ზე გამოსახული სახე. დაადგინეთ:



- იქნება თუ არა სხეულის აჩქარება $2,5 \text{ მ/წმ}^2$ -ის ტოლი, როცა მასზე მოდებული ძალა გახდება 2 ნ ?
- შეიძლება თუ არა $\angle AOF$ იყოს: ა) მეტი 45° -ზე; ბ) ნაკლები 45° -ზე. რა შემთხვევაშია შესაძლებელი ეს პირობები?

334. სხეულის აჩქარების წევის ძალაზე დამოკიდებულების გრაფიკი მოცემულია სურ. 44-ზე. დაადგინეთ, შეიძლება თუ არა ასეთი სხეულის მასა იყოს:



- ა) 1 კგ , ბ) 2 კგ , გ) 3 კგ .
- ზედაპირთან ხახუნის კოეფიციენტი იყოს: ა) $0,2$; ბ) $0,25$; გ) $0,3$?

335. 80 კგ მასის ველოსიპედისტის სიჩქარე ადგილიდან დაძვრის შემდეგ 5 წმ -ში გახდა $8,5 \text{ მ/წმ}$. მიიღეთ წინააღმდეგობის კოეფიციენტი $0,03$ -ის ტოლად და დაადგინეთ ავითარებდა თუ არა ველოსიპედისტი: ა) 150 ნ ; ბ) 160 ნ ; გ) 170 ნ წევის ძალას?

336. ავტომობილ „მერსედესზე“ მოძრაობისას მოქმედებს მუდმივი წევის ძალა, რომლის კოეფიციენტი $0,11$ და წინააღმდეგობის ძალა-კოეფიციენტი $0,6$. დაადგინეთ:

- შეძლებს თუ არა ავტომობილი 12 წმ -ში ა) 36 მ ; ბ) 38 მ ; გ) 40 მ მანძილის გავლას?
- ექნება თუ არა 225 მ -ის გავლისას გზის ბოლოს ავტომობილს: ა) 10 მ/წმ ; ბ) $12,5 \text{ მ/წმ}$; გ) 15 მ/წმ სიჩქარე?

337. ელმავალი ავითარებს 270 კნ წევის ძალას, მოძრაობისას მასზე მოქმედებს მუდმივი წინააღმდეგობის ძალა, რომელიც შეადგენს სიმძიმის ძალის $0,005$ ნაწილს. დაადგინეთ, შეძლებს თუ არა ელმავალი 24 ტ მასის ვაგონებიანს

- ა) 100 ; ბ) 85 ; გ) 75 შემადგენლობის $0,1 \text{ მ/წმ}^2$ აჩქარებით წაყვანას?
- ა) 225 ; ბ) 230 ; გ) 235 შემადგენლობის თანაბრად წაყვანას ამოძრავების შემდეგ?

338. 5 ტ მასის ავტობუსმა განავითარა 10 კნ წევის ძალა, დაიძრა ადგილიდან და 20 მ გზის ბოლოს მისი სიჩქარე გახდა 8 მ/წმ . დაადგინეთ, შეადგენს თუ არა ავტობუსზე მოქმედი წინააღმდეგობის ძალა სიმძიმის ძალის: ა) $0,03$; ბ) $0,04$; გ) $0,05$ ნაწილს?

339. m - მასის სხეულმა F - ძალის მოქმედებით დაიწყო მოძრაობა a -აჩქარებით, სხეულის მასა გაზარდეს $m=m/2$ -ით. საკმარისია თუ არა F -ძალის გაზრდა $F/2$ -ით, რათა სხეულის აჩქარება დარჩეს უცვლელი. ჩათვალეთ, რომ ზედაპირთან ხახუნის კოეფიციენტი μ ?

340. 5 კგ მასის სხეულმა F - ძალის მოქმედებით დაიწყო $1,5 \text{ მ/წმ}^2$ აჩქარებით მოძრაობა, საკმარისია თუ არა, სხეულის მასა გაზარდოთ: ა) 2 კგ -ით, ბ) $2,5 \text{ კგ}$ -ით, რომ იმავე ძალის

მოქმედებით სხეულმა იმოძრაოს თანაბრად? მიიღეთ ხახუნის კოეფიციენტი 0,3-ის ტოლად.

341. ჰორიზონტალურ ზედაპირზე მოთავსებულ m -მასის სხეულზე მოქმედებენ ძალით, რომელიც შეიძლება ვცვალოთ 0 -დან mg - მნიშვნელობამდე. შეიძლება თუ არა ასეთი ძალის ქმედებით სხეულმა იმოძრაოს: ა) $a > 6,5 \frac{g}{\sqrt{2}}$; ბ) $a \leq 6,5 \frac{g}{\sqrt{2}}$ აჩქარებით. ხახუნის კოეფიციენტი სხეულსა და ზედაპირს შორის მიიღეთ 0,35 -ის ტოლად ?

342. ჰორიზონტალურ ზედაპირზე მოთავსებულ $m = 4$ კგ მასის სხეულზე მოქმედებენ $F_1 = 20$ ნ და $F_2 = 6$ ნ ძალებით. ჩათვალოთ, რომ ხახუნის კოეფიციენტი სხეულსა და ზედაპირს შორის $\mu = 0,25$ -ია და დაადგინეთ:

1. შესაძლებელია თუ არა სხეულმა იმოძრაოს: ა) 0; ბ) $1 \frac{g}{\sqrt{2}}$; გ) $2 \frac{g}{\sqrt{2}}$; დ) $3 \frac{g}{\sqrt{2}}$; ე) $4 \frac{g}{\sqrt{2}}$; ვ) $5 \frac{g}{\sqrt{2}}$ აჩქარებით ?

2. ძალთა როგორი ორიენტაციისთვისაა შესაძლებელი აჩქარების დასაშვები მნიშვნელობები ?

ბ) მოძრაობა ვერტიკალური მიმართულებით

343. რატომაა ძნელი მსუბუქი სხეულების ძალიან შორს გადაგდება?

344. თუ ერთდროულად ჩამოვავდებთ მონეტას და იმავე ზომის ქაღალდის წრეს, ისინი სხვადასხვა დროს დაეცემიან. თუ ამ წრეს დავდებთ მონეტაზე და ისე ჩამოვავდებთ, ისინი ერთდროულად დაეცემიან ზედაპირზე . ახსენით ეს მოვლენა.

345. ერთი და იმავე მასალისაგან დამზადებული ორი ტოლი რადიუსის, მთლიანი და დრუ სფეროები ერთდროულად იწყებენ ვარდნას ერთნაირი სიმაღლიდან. რომელი უფრო ადრე დაეცემა ზედაპირზე?

346. ზედაპირზე წვიმის მსხვილი წვეთები მეტი სიჩქარით ეცემა, ვიდრე წვრილი. რატომ?

347. წინააღმდეგობის ძალა, რომელიც მოქმედებს გაშლილ პარაშუტზე სიჩქარის კვადრატის პროპორციულია. პროპორციულობის კოეფიციენტი $\beta = 20 \frac{5 \sqrt{2}}{g^2}$ პარაშუტის მასა $m = 70$ კგ -ს. დაადგინეთ: ექნება თუ არა პარაშუტის გარეშე ა) $h = 1,5$ მ; ბ) $h = 1,75$ მ; გ) $h = 2$ მ სიმაღლიდან ჩამომხტარ ადამიანს მიწაზე შეხებისას იგივე სიჩქარე, რაც პარაშუტისტს ?

348. სხეული აისროლეს ვერტიკალურად ზევით 30 მ/წმ სიჩქარით. მან უმაღლეს წერტილს მიაღწია 2,5 წმ-ში. მოქმედებდა თუ არა მოძრაობისას სხეულზე სიმძიმის ძალაზე: ა) 3-ჯერ; ბ) 4- ჯერ, გ) 5-ჯერ ნაკლები წინააღმდეგობის ძალა?

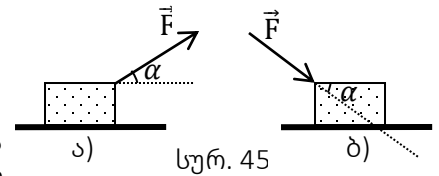
349. $H = 6$ მ სიმაღლეზე დაყენებული ტრაპეციიდან აკრობატი გადახტა და დაეშვა გაჭიმულ ბადეზე, რის გამოც ბადე ჩაიღუნა $x=1$ მ-ით. დაადგინეთ, არის თუ არა:
1. ბადეზე მოძრაობისას აკრობატის აჩქარების მოდული სიმძიმის ძალის აჩქარებაზე: ა) 5-ჯერ; ბ) 6-ჯერ; გ) 7-ჯერ; დ) 8-ჯერ მეტი?
 2. ბადეზე აღძრული დრეკადობის ძალა აკრობატის სიმძიმის ძალაზე: ა) 6-ჯერ, ბ) 7-ჯერ, გ) 8-ჯერ მეტი?
350. რატომ იწყებს ბურთულა თანაბარ მოძრაობას სითხეში შედარებით ჩქარა, ხოლო ჰაერში ვარდნისას მხოლოდ მას შემდეგ, როცა ბურთი მნიშვნელოვან მანძილს გაივლის?
351. 10 მ სიმაღლის კოშკიდან გადამხტარი სპორტსმენი წყალში შევიდა 14 მ/წმ სიჩქარით. და ჩაყვინთა 4 მ სიღრმეზე. დაადგინეთ, იქნება თუ არა წყლის წინააღმდეგობის ძალა ჰაერისაზე: ა) 170,5; ბ) 171,5; გ) 172,5-ჯერ მეტი?
352. m მასის ფოლადის სხმული k -სიხისტის ბაგირით ამოაქვთ წყლიდან a -აჩქარებით. ფოლადის სიმკვრივეა ρ_1 , წყლის სიმკვრივეა ρ_2 . წყლის წინააღმდეგობას მხედველობაში ნუ მიიღებთ და აჩვენეთ, რომ ბაგირის x -წაგრძელება გამოითვლება ფორმულით:
- $$x = \frac{m}{k\rho_1} (\rho_1 g + \rho_1 a - \rho_2 g).$$
353. 4 მ სიღრმის ტბის ცენტრში ჩაგდებულმა ქვამ ფსკერზე მიაღწია 2 წმ-ში. დაადგინეთ არის თუ არა წყლის წინააღმდეგობის სიმძიმის ძალის: ა) 0,3; ბ) 0,4; გ) 0,5-ნაწილი? (ჩათვალეთ რომ $\rho_{ქვა} = 2 \cdot 10^3 \text{ კგ/მ}^3$, $\rho_{წყალი} = 10^3 \text{ კგ/მ}^3$)
354. მყვინთავმა 5 მ სიღრმის ტბის ფსკერზე ხელი გაუშვა კორპის ბურთულას, ბურთულა ტბის ზედაპირზე ამოხტა 6 მ/წმ სიჩქარით. დაადგინეთ, არის თუ არა წყლის წინააღმდეგობის ძალა სიმძიმის ძალის: ა) 0,6; ბ) 0,64; გ) 0,68 ნაწილი (მიიღეთ, რომ $\rho_{კორპი} = 0,5 \cdot 10^3 \text{ კგ/მ}^3$, $\rho_{წყალი} = 10^3 \text{ კგ/მ}^3$)?
355. ბიჭმა გაუშვა ხელი წყალბადით სავსე საჰაერო ბუშტს. ბუშტმა დაიწყო ვერტიკალური მოძრაობა და 1 წმ-ში მისი სიჩქარე გახდა 13 მ/წმ. დაადგინეთ:
1. არის თუ არა ბუშტზე მოქმედი ჰაერის წინააღმდეგობის ძალა სიმძიმის ძალაზე: ა) 12-ჯერ; ბ) 12,5-ჯერ; გ) 13-ჯერ მეტი (ჩათვალეთ, რომ $\rho_{ჰაერი} = 1,29 \text{ კგ/მ}^3$ -ჰაერის სიმკვრივეა, $\rho_{წყალბადი} = 0,09 \text{ კგ/მ}^3$ -წყალბადის, ამასთან, მოცემულ შემთხვევაში, ჰაერის წინააღმდეგობის ძალა მუდმივია)?
 2. რატომ არ იზრდება ბუშტის სიჩქარე უსასრულოდ?
356. ჰელიუმით სავსე დირიჟაბლმა დაიწყო ვერტიკალური მოძრაობა და 2 წმ-ში ავიდა 20 მ სიმაღლეზე. დაადგინეთ არის თუ არა მოძრაობისას დირიჟაბლზე მოქმედი ჰაერის წინააღმდეგობის ძალა სიმძიმის ძალაზე: ა) 6-ჯერ; ბ) 8-ჯერ; გ) 10-ჯერ მეტი (ჩათვალეთ,

რომ ჰაერის სიმკვრივე- $\rho_{ჰაერი} = 1,29 \text{ კგ/მ}^3$; ჰელიუმის- $\rho_{ჰელიუმი} = 0,129 \text{ კგ/მ}^3$, ჰაერის წინააღმდეგობა მუდმივია)?

357. ქვა აისროლეს ვერტიკალურად ზევით. დაადგინეთ, რომელი შემთხვევისას, რა მდებარეობაში ექნება ქვას მაქსიმალური აჩქარება, თუ მოძრაობისას ქვაზე: ა) ჰაერის წინააღმდეგობა არ მოქმედებს? ჰაერის წინააღმდეგობის ძალა სიჩქარესთან პროპორციულად მატულობს?

სხეულის მოძრაობა მისაღმი კუთხით მიმართული ძალების მოქმედებით

358. ტვირთს გადაადგილებენ ჰორიზონტალურად ერთი და იმავე მანძილზე ერთსა და იმავე დროში, რომელ შემთხვევაში უფრო ხელსაყრელია ეს, თუ ტვირთზე მოდებული F-ძალა გადაადგილებასთან ადგენს α -კუთხეს ისე, როგორც ეს მოცემულია 1. სურ. 45 ა-ზე 2. სურ. 45 ბ-ზე?



359. ჰორიზონტალურ ზედაპირზე მოთავსებულ m -მასის სხეულზე მოქმედებენ ჰორიზონტალური α - კუთხით მიმართული F- ძალით, უძრაობის ხახუნის კოეფიციენტი ზედაპირსა და სხეულს შორის μ -ს ტოლია, მაშინ:

1. როცა $F = \frac{mg}{\sin \alpha}$ სხეული არ ახდენს წნევას ზედაპირზე, ($N=0$).

2. როცა $F = \frac{\mu mg}{\cos \alpha + \mu \sin \alpha}$, სხეული მოძრაობს თანაბრად.

3. უძრაობის ხახუნის კოეფიციენტი გამოითვლება ფორმულით $\mu = \frac{F \cos \alpha}{mg - F \sin \alpha}$

360. დაამტკიცეთ, რომ თუ ჰორიზონტალურ ზედაპირზე მოთავსებულ m -მასის სხეულზე ვიმოქმედებთ F -ძალით ჯერ:

1. ზედაპირის პარალელურად, შემდეგ კი

2. ზედაპირისადმი $\alpha = 2 \arctan \mu$ - კუთხით (μ -სხეულსა და ზედაპირს შორის ხახუნის კოეფიციენტი), მაშინ სხეულის აჩქარება ორივე შემთხვევაში ერთნაირია.

361. ჰორიზონტალურ ზედაპირზე მოთავსებულ 10 კგ -მასის სხეულზე მოქმედებენ ზედაპირისადმი 45° -იანი კუთხით მიმართული 40 ნ ძალით. სხეულსა და ზედაპირს შორის ხახუნის კოეფიციენტი 0,3-ია, შეძლებს თუ არა სხეული ა) 11,52 მ; ბ) 12,52 მ მანძილის გავლას 6 წმ-ში?

362. ჰორიზონტალურ ზედაპირზე მოთავსებულ 10 კგ -მასის სხეულზე მოქმედებს ზედაპირისადმი 60° -იანი კუთხით მიმართული 50 ნ ძალა. ძალის მოქმედებიდან 50 წმ-ის

ბოლოს იქნება თუ არა სხეულის სიჩქარე ა) 10,6 მ/წმ, ბ) 11,4 მ/წმ, გ) 11,6 მ/წმ-ის ტოლი? ხახუნის კოეფიციენტი სხეულსა და ზედაპირს შორის 0,4-ია (ჩათვალეთ, რომ $\sin 60^\circ = 0,866$).

363. საკმარისია თუ არა, ჰორიზონტალურ ზედაპირზე მოთავსებულ 20 კგ მასის სხეულზე ვიმოქმედოთ: ა) 93,4 ნ; ბ) 93,6 ნ; გ) 93,8 ნ ძალით გადაადგილებისადმი 30° -იანი კუთხით, რომ მან 25 მ გზის ბოლოს შეიძინოს 10 მ/წმ სიჩქარე? ხახუნის კოეფიციენტი სხეულსა და ზედაპირს შორის 0,268-ია (ჩათვალეთ, რომ $\cos 30^\circ = 0,866$).

364. სხეულმა მასზე ჰორიზონტისადმი 53° -იანი კუთხით მოქმედი ძალის შედეგად დაიწყო მოძრაობა 1,04 მ/წმ²-აჩქარებით. ხახუნის კოეფიციენტი სხეულსა და ზედაპირს შორის 0,2-ია. ჩათვალეთ, რომ $\cos 53^\circ = 0,8$, $\sin 53^\circ = 0,6$ და დაადგინეთ, არის თუ არა წევის კოეფიციენტი ა) 0,3; ბ) 0,35; გ) 0,4-ის ტოლი?

365. m -მასის სხეული მოთავსებულია ჰორიზონტალურ ზედაპირზე და მას ეწევიან $F < mg$ ძალით. ხახუნის კოეფიციენტი სხეულსა და ზედაპირს შორის μ -ია. ააგეთ ხახუნის ძალის F -ძალასა და ზედაპირის მართობს შორის α -კუთხეზე დამოკიდებულების გრაფიკი.

366. ჰორიზონტალურ ზედაპირზე მოთავსებულ $m=2$ კგ მასის ძელზე სიბრტყის პარალელურად მოქმედებენ $F_1=1,8$ ნ და F -ვექტორზე გამავალი, ზედაპირის მართობ სიბრტყეში მდებარე - F_2 ძალები ($F_2 > F_1$). F_2 -ძალის ორიენტაცია F_1 -ვექტორზე გამავალი წრფის მიმართ შეიძლება ვცვალოთ, როცა მათ შორის კუთხე $\alpha = 45^\circ$ -ს. მაშინ ძელი მოძრაობს თანაბრად. ხახუნის კოეფიციენტი სხეულსა და ზედაპირს შორის 0,4-ია. დაადგინეთ:

1. შესაძლებელია თუ არა ამ ძალების მოქმედების შედეგად, როცა ისინი მიმართულია ერთი წრფის გასწვრივ, ძელმა იმოძრაოს: ა) 0,1 მ/წმ²-ზე ნაკლები; ბ) 0,1 მ/წმ²; გ) 1,9 მ/წმ²; დ) 1,9 მ/წმ²-ზე მეტი აჩქარებით?

2. ძალთა როგორი ორიენტაციისთვისაა შესაძლებელი რეალური შედეგი?

(გამოთვლებისათვის ჩათვალეთ, რომ $\sqrt{2} = 1,4$)

მოძრაობა დახრილ სიბრტყეზე

367. ააგეთ l -სიგრძის დახრილი სიბრტყის გლუვ ზედაპირზე მოსრიალე სხეულის აჩქარების დამოკიდებულების გრაფიკი:

1. დახრილობის α -კუთხეზე.

2. დახრილი სიბრტყის h -სიმაღლე.

368. ძელი დევს ჰორიზონტალურად მოთავსებულ ფიცარზე, რომელთანაც ხახუნის კოეფიციენტი μ -, ფიცრის ერთი ბოლო დამაგრებულია სახსრულად, მეორე ბოლოს აწევით შეიძლება ვცვალოთ α -კუთხე ფიცარსა და ჰორიზონტს შორის. რა მდგომარეობაში იქნება ძელი ფიცრის მიმართ როცა: ა) $\alpha \leq \arctg \mu$; ბ) $\alpha > 2 \arctg \mu$?

369. 31° დახრილობის სიბრტყეზე მოთავსებული 8კგ მასის სხეული უნდათ, რომ ჩამოასრიალონ $2,12\text{ მ/წმ}^2$ აჩქარებით. ხახუნის კოეფიციენტი სხეულსა და სიბრტყეს შორის $0,4$ -ია. დაადგინეთ, ამისათვის:

- რა მიმართულების ძალა უნდა მოვდოთ სხეულზე დახრილი სიბრტყის მიმართ?
- საკმარისია თუ არა მოდებული ძალის სიდიდე იყოს: ა) 3 ნ , ბ) 4 ნ , გ) 5 ნ (მიიღეთ, რომ $\text{tg } 31^\circ=0,6$; $\sin 31^\circ=0,515$; $\cos 31^\circ=0,855$)?

370. 37° დახრილობის სიბრტყეზე მოთავსებული 12 კგ მასის სხეული უნდათ, რომ ჩამოასრიალონ $1,5\text{ მ/წმ}^2$ აჩქარებით. ხახუნის კოეფიციენტი სხეულსა და სიბრტყეს შორის $0,4$ -ია. დაადგინეთ, ამისათვის:

- რა მიმართულების ძალა უნდა მოვდოთ სხეულზე დახრილი სიბრტყის მიმართ?
- საკმარისია თუ არა მოდებული ძალის სიდიდე იყოს: ა) 4 ნ ; ბ) 5 ნ ; გ) 6 ნ (მიიღეთ, რომ $\text{tg } 37^\circ=0,6$, $\sin 37^\circ=0,515$, $\cos 37^\circ=0,8$)?

371. 20° დახრილობის სიბრტყეზე მოთავსებული ძელი მისგან ჩამოსრიალდა 5 წმ-ში . ხახუნის კოეფიციენტი სხეულსა და სიბრტყეს შორის $0,3$ -ია. დაადგინეთ, იყო თუ არა:

- სიბრტყეზე ძელის აჩქარება: ა) $0,58\text{ მ/წმ}^2$; ბ) $0,61\text{ მ/წმ}^2$; გ) $0,65\text{ მ/წმ}^2$;
- სიბრტყის ბოლოს ძელის სიჩქარე: ა) $2,25\text{ მ/წმ}$; ბ) $2,65\text{ მ/წმ}$; გ) $3,02\text{ მ/წმ}$ (მიიღეთ, რომ $\text{tg } 20^\circ=0,6$; $\sin 20^\circ=0,515$; $\cos 20^\circ=0,8$)?

372. ძელი ჩამოსრიალდა 25° დახრილობის სიბრტყის წვეროდან და მის ბოლოს აქვს 9მ/წმ სიჩქარე. ხახუნის კოეფიციენტი სხეულსა და სიბრტყეს შორის $0,3$ -ია. დაადგინეთ, იყო თუ არა:

- ძელის სიბრტყიდან ჩამოსრიალების დრო: ა) 4 წმ ; ბ) 5 წმ ; გ) 6 წმ -ის ტოლი?
- სიბრტყის სიგრძე: ა) 22 მ , ბ) 23 მ , გ) 27 მ (მიიღეთ, რომ $\text{tg } 25^\circ=0,466$; $\sin 25^\circ=0,423$; $\cos 25^\circ=0,91$)?

373. α -დახრილობის სიბრტყეზე ძელის შესაკავებლად საჭიროა სიბრტყის გასწვრივ მოვდოთ F_1 -ძალა. ძელის თანაბრად ატანისათვის- F_2 ძალა. დაამტკიცეთ, რომ ძელსა და სიბრტყეს შორის ხახუნის კოეფიციენტი გამოითვლება ფორმულით $\mu = \frac{F_2-F_1}{F_1+F_2} \text{tg } \alpha$

374. გამოიკვლიეთ, რა მდგომარეობაში იქნება h -სიმაღლისა და l -სიგრძის სიბრტყის მიმართ მასზე მოთავსებული ძელი, თუ ძელსა და ზედაპირს შორის μ -ხახუნის კოეფიციენტი ასეთია:

$$\text{ა) } \mu < \frac{h}{\sqrt{l^2-h^2}} \qquad \text{ბ) } \mu > \frac{h}{\sqrt{l^2-h^2}}$$

375. ორი სხეული ერთდროულად იწყებს მოძრაობას. პირველი თავისუფლად ვარდება h -სიმაღლიდან, ხოლო მეორე იმავდროულად იწყებს ჩამოსრიალებას h -სიმაღლისა და $l=nh$ სიგრძის გლუვი ზედაპირის დახრილი სიბრტყიდან. შეადარეთ მათი მოძრაობის

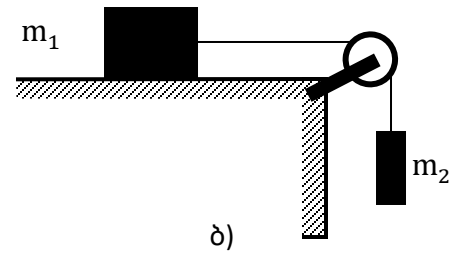
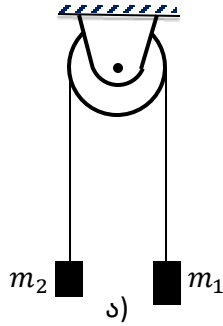
დასრულებისას: ა) მოძრაობისათვის საჭირო დროის შუალედები ბ) საბოლოო სიჩქარეები.

376. 26 კგ მასის ტვირთის 13 მ სიგრძისა და 5 მ სიმაღლის დახრილ სიბრტყეზე თანაბრად გადაადგილებისათვის საკმარისია, ტვირთზე, სიბრტყის გასწვრივ, მოვდოთ 120 ნ ძალა. დაადგინეთ, ჩამოსრიალდება თუ არა ტვირთი სიბრტყიდან ძალის მოქმედების შეწყვეტის შემდეგ?
377. 13 კგ მასის ტვირთი 6,5 მ სიგრძისა და 2,5 მ სიმაღლის დახრილ სიბრტყეზე ჩამოსრიალდება 0,5 მ/წმ² აჩქარებით. ხახუნის კოეფიციენტი სხეულსა და სიბრტყეს შორის 0,4-ია. დაადგინეთ:
1. რა მიმართულების ძალა მოქმედებს სხეულზე სიბრტყის გასწვრივ?
 2. არის თუ არა მოქმედი ძალის სიდიდე: ა) 4,2 ნ; ბ) 4,5 ნ; გ) 4,7 ნ?
378. 5 კგ მასის სხეული 10 მ სიგრძისა და 6 მ სიმაღლის დახრილ სიბრტყეზე მოძრაობს 0,5 მ/წმ² აჩქარებით. ხახუნის კოეფიციენტი სხეულსა და სიბრტყეს შორის 0,4-ია. დაადგინეთ:
1. რა მიმართულების ძალა მოქმედებს სხეულზე სიბრტყის გასწვრივ?
 2. არის თუ არა მოქმედი ძალის სიდიდე: ა) 10 ნ; ბ) 30 ნ; გ) 50 ნ?
379. 26 კგ მასის სხეული 3,25 მ სიგრძისა და 1,25 მ სიმაღლის დახრილ სიბრტყეზე მოძრაობს 0,1 მ/წმ² აჩქარებით. ხახუნის კოეფიციენტი სხეულსა და სიბრტყეს შორის 0,4-ია. დაადგინეთ:
1. რა მიმართულების ძალა მოქმედებს სხეულზე სიბრტყის გასწვრივ?
 2. არის თუ არა მოქმედი ძალის სიდიდე: ა) 1,2 ნ, ბ) 1,4 ნ, გ) 1,6 ნ?
380. 5 კგ მასის სხეული 10 მ სიგრძისა და 6 მ სიმაღლის დახრილ სიბრტყეზე მოძრაობს 3 მ/წმ² აჩქარებით. ხახუნის კოეფიციენტი სხეულსა და სიბრტყეს შორის 0,4-ია. დაადგინეთ:
1. რა მიმართულების ძალა მოქმედებს სხეულზე სიბრტყის გასწვრივ?
 2. არის თუ არა მოქმედი ძალის სიდიდე: ა) 1 ნ, ბ) 16 ნ, გ) 61 ნ?

გადაბმული სისტემები

381. ორი საწონი, რომელთა მასებია 4,7 კგ და 5,1 კგ ჩამოკიდებულია უწონო ძაფზე და გადადებულია უძრავ ბლოკზე. მოძრაობის დაწყებამდე მსუბუქი საწონი 1,6 მ-ით დაბლას მძიმეზე. დაადგინეთ, იქნებიან თუ არა საწონები მოძრაობის დაწყებიდან 2 წმ-ის შემდეგ ერთი და იმავე სიმაღლეზე?

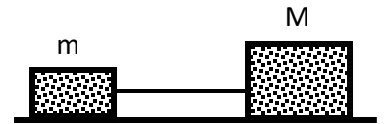
382. უძრავ ბლოკზე ჩამოკიდებულია 0,21 კგ და 0,14 კგ მასის ტვირთები. რომელიდაც ტვირთზე, საწონის დადების შემდეგ, სისტემის აჩქარება იმავე მიმართულებით გახდა $0,5 \text{ მ/წმ}^2$ დაადგინეთ:
1. რომელ ტვირთზე დადეს საწონი?
 2. შეიძლება თუ არა საწონის მასა იყოს; ა) 0,04 კგ, ბ) 0,05 კგ, გ) 0,06 კგ?
 3. გაიზრდება თუ შემცირდება ძაფის დაჭიმულობის ძალა?
383. უძრავ ბლოკზე ჩამოკიდებულია 0,2კგ და 0,19კგ მასის ტვირთები. რომელიდაც ტვირთზე, საწონის დადების შემდეგ, სისტემის აჩქარება იმავე მიმართულებით გახდა $0,5\text{მ/წმ}^2$ დაადგინეთ:
1. რომელ ტვირთზე დადეს საწონი?
 2. საკმარისია თუ არა, საწონის მასა იყოს; ა) 8 გ; ბ) 9 გ; გ) 10 გ?
 3. გაიზრდება თუ შემცირდება ძაფის დაჭიმულობის ძალა?
384. უძრავ ბლოკზე ჩამოკიდებულია 0,22 კგ და 0,2 კგ მასის ტვირთები. სისტემის $2 \frac{\text{მ}}{\text{წმ}^2}$ აჩქარებისათვის გამოიკვლიეთ:
1. რომელ ტვირთზე უნდა დავდოთ დამატებითი საწონი ?
 2. არის თუ არა საკმარისი, საწონის მასა იყოს: ა) 80 გ; ბ) 100 გ; გ) 130 გ? რომელ ტვირთზე უნდა დავდოთ ის ?
 3. განსხვავდება თუ არა ძაფის დაჭიმულობის ძალები ერთმანეთისაგან: ა) 1,1; ბ) 1,5; გ) 1,9-ჯერ ?
385. უძრავ ბლოკზე ჩამოკიდებულია 0,6 კგ და 0,15 კგ მასის ტვირთები. გამოიკვლიეთ სისტემის $5\frac{\text{მ}}{\text{წმ}^2}$ აჩქარებით მოძრაობისათვის:
1. რომელ ტვირთზე უნდა დავდოთ დამატებითი საწონი ?
 2. არის თუ არა საკმარისი, საწონების მასა იყოს: ა) 0,05კგ, ბ) 0,8კგ, გ) 1,65 კგ. რა მიმართულებით იმოძრავენ სისტემა ?
 3. განსხვავდება თუ არა ძაფის დაჭიმულობის ძალები ერთმანეთისაგან: ა) 2; ბ) 3; გ) 4-ჯერ ?
386. m_1 და m_2 მასის სხეულები ($m_1 > m_2$) ჩამოკიდებულია უძრავ ბლოკზე სურ. 46 ა) შემდეგ კი m_2 -მასის სხეული შეიძლება მოვათავსოთ ჰორიზონტალურ ზედაპირზე ისე როგორც სურ 46 ბ)-ზეა. სხეულის ზედაპირთან ხახუნის კოეფიციენტია- μ . დაამტკიცეთ, რომ: ა)-შემთხვევაში სისტემის აჩქარება ყოველთვის ნაკლებია, ვიდრე ბ)-ში.



სურ. 46

387. მაგიდის ჰორიზონტალურ ზედაპირზე დევს თოკი. საკმარისია თუ არა მისი l - სიგრძის $1/6$ ნაწილით ჩამოშვება, რომ თოკი ჩამოსრიალდეს მისგან. ზედაპირსა და თოკს შორის ხახუნის კოეფიციენტი $0,25$ -ია?

388. ერთი და იმავე მასალისაგან დამზადებული $m = 6$ კგ და $M = 9$ კგ მასის ძელები გადაბმულია წყვეტაზე $T_{\max} = 40$ ნ გამძლეობის ძაფით და მოთავსებულია ჰორიზონტალურ ზედაპირზე (სურ 47). ხახუნის კოეფიციენტი სხეულსა და ზედაპირს შორის $0,3$ -ია. გამოიკვლიეთ:

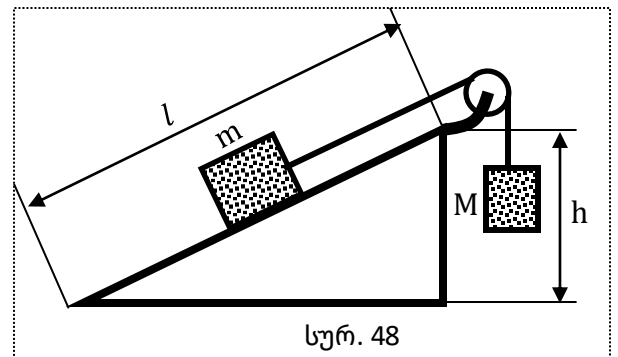


სურ. 47

- რომელ მხარესაა შესაძლებელი სისტემაზე 75 ნ ძალის მოქმედება, რომ ის გასრიალდეს ზედაპირზე?
- შესაძლებელია თუ არა, სისტემის (m ან M) სხეულზე მოვლათ: ა) 100 ნ, ბ) 110 ნ, გ) 120 ნ მაქსიმალური ძალა?

389. ერთნაირი n -სხეულებისაგან, ბაგირით გადაბმულ სისტემას ეწევინა a -ჩქარებით. დაამტკიცეთ, რომ ნებისმიერი K -დან ($K=1,2,3,\dots, N$), $(K+1)$ სხეულების შემაერთებული ბაგირის დაჭიმულობის ძალა გამოითვლება ფორმულით $T_k = m(n-K)(a + \mu g)$, სადაც m -თითოეული სხეულის მასაა, μ -ხახუნის კოეფიციენტი (n და K აითვლება ძალის მოდების მხრიდან)

390. სურ.48-ზე გამოსახული სისტემისათვის დახრილი სიბრტყის სიმაღლე $h = 60$ სმ. სიგრძე $l = 1$ მ-ს. სიბრტყეზე მოთავსებული სხეულის მასა $M = 0,5$ კგ. ხახუნის კოეფიციენტი სხეულსა და სიბრტყეს შორის $\mu = 0,25$. M -ის მნიშვნელობა შეიძლება ვცვალოთ: ა) $0,1$ კგ, ბ) $0,25$ კგ, გ) $0,3$ კგ, დ) $0,35$ კგ, ე) $0,5$ კგ სიდიდეებით. გამოიკვლიეთ, M -ის შესაბამისი მნიშვნელობებისათვის არის თუ არა:



სურ. 48

1. M-სხეულსა და ზედაპირს შორის ხახუნის ძალა: ა) 1 ნ; ბ) 0,5 ნ; გ) 0 ნ; დ) 0,5 ნ; ე) 1 ნ.
რა განსხვავებაა ა) და ე) აგრეთვე ბ) და დ) შემთხვევებს შორის?
2. სისტემის აჩქარება ა) 1,7 მ/წმ², ბ) 0, გ) 0, დ) 0, ე) 1 მ/წმ², როგორ არის მიმართული აჩქარება ა) და ე) შემთხვევებში? რატომ (ბ); გ); დ); შემთხვევებში აჩქარება 0-ის ტოლი?
3. ძაფის დაჭიმულობის ძალა: ა) 1,17 ნ, ბ) 2,5 ნ, გ) 3 ნ, დ) 3,5 ნ, ე) 4,5 ნ?

ანოტაცია: თემა 5-ზე მუშაობა თერმოდინამიკაში იდეალური აირის კანონები.

მუშაობა თერმოდინამიკაში (აირის მუშაობა), პრაქტიკული მნიშვნელობით, მეტად საჭირო საკითხია, რადგან აირს, როგორც მუშა სხეულს, ჯერ კიდევ ბევრ მექანიზმში აქვს გამოყენება. თემაში განხილულია აირის მუშაობა და მისი შედეგები იზოპროცესის პირობებში. თემა გაჯერებულია პრაქტიკული ხასიათის ამოცანებით.

Anotation on Topic 5: Work in Thermodynamics and Ideal Gas Laws

Topic: Work in Thermodynamics (Work of Gas) and Ideal Gas Laws.

The concept of **work in thermodynamics (work of a gas)** is an exceptionally important practical issue because gas, as a working body, is still widely used in many mechanisms. The topic discusses the work done by a gas and its results under **isoprocess** conditions. The subject is enriched with practical problems.

გამოყენებული ლიტერატურა

1. ზურაბ ბართაია “აზროვნების განვითარების აქტივობები ფიზიკის გაკვეთილზე”, 16 მაისი, 2019 წ.
2. <http://mastsavlebeli.ge/?p=21766> ზურაბ ბართაია „ბიჰევიორიზმის კონცეფცია და მისი გამოყენება სწავლებაში“. 5 თებერვალი, 2020წ
3. <http://mastsavlebeli.ge/?p=24606>
4. ზურაბ ბართაია „მოლეკულურ - კინეტიკური თეორიების ძირითადი განტოლებები სწავლებისას“, 2025 წლის 20 აგვისტო
[მოლეკულურ კინეტიკური თეორიის ძირითადი განტოლებების სწავლებისას - mastsavlebeli.ge](http://mastsavlebeli.ge)
5. ზურაბ ბართაია, სოლომონ კოსტავა „თერმოდინამიკა, იდეალური აირის კანონები“ 21 იანვარი, 2026
<https://mastsavlebeli.ge/?p=46688>