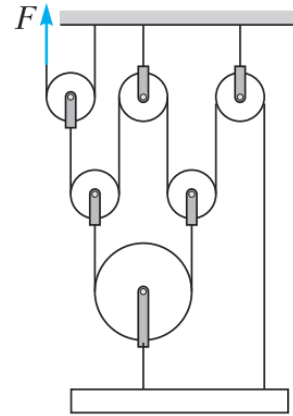


ფიზიკა. X კლასი.
II ტური. 2025-2026 სასწავლო წელი.

1. (5 ქულა) ტვირთების ასაწევად იყენებენ სისტემას, რომელიც შედგება უძრავი და მოძრავი მასიური ჭოჭონაებისა და უმასო თოკებისაგან. ამ სისტემას ახასიათებენ ძალაში k მოგებით, რომელიც ტოლია ტვირთზე მოქმედი სიმძიმის ძალის შეფარდებისა ტვირთის თანაბრად ასაწევად საჭირო F ამწევ ძალასთან, ანუ $k = \frac{Mg}{F}$. ნახატზე გამოსახულია სისტემა, რომელიც შედგება 6 ჭოჭონაებისგან. თოკები ჩავთვალოთ უჭიმვადად. ხახუნი ჭოჭონაების ღერძთან უგულვებელყავით. ერთ ჰორიზონტზე მყოფი ორი ჭოჭონა ერთნაირია.



დავუშვათ, M მასის ტვირთის თანაბრად აწევსას ძალაში მოგებაა $k=4$. განსაზღვრეთ:

- 1) რისი ტოლია ძალაში k_1 მოგება ამ სისტემით $M_1=3,5M$ მასის ტვირთის თანაბრად აწევსას;
- 2) რისი ტოლია ამ სისტემის $k_{\max}$ მაქსიმალური ძალაში მოგება ტვირთების თანაბრად აწევსას;
- 3) რა მასის ტვირთებისათვის გვაძლევს ეს სისტემა ძალაში მოგებას.

ამოხსნა:

შუა ჭოჭონაებზე გადადებული ძაღის დაჭიმულობის ძალა იქნება $2F - m_1g$, სადაც m_1 ზედა მარცხენა ჭოჭონაის მასაა. თანაბარი მოძრაობის გამო გვაქვს: $5(2F - m_1g) = 2m_2g + m_3g + Mg$, სადაც m_2 თითოეული შუა ჭოჭონაის მასაა, ხოლო m_3 ქვედა ჭოჭონაის მასაა. ამრიგად

$$10F = 5m_1g + 2m_2g + m_3g + Mg$$

რადგან $F = \frac{Mg}{4}$, ამიტომ გამოვა, რომ $5m_1g + 2m_2g + m_3g = 1,5Mg$ (1 ქულა)

- 1) $M_1=3,5M$ მასის ტვირთის თანაბრად აწევსას

$$10F_1 = 1,5Mg + 3,5Mg = 5Mg, \quad k_1 = \frac{M_1g}{F_1} = \frac{3,5Mg}{0,5Mg} = 7 \quad (1 \text{ ქულა})$$

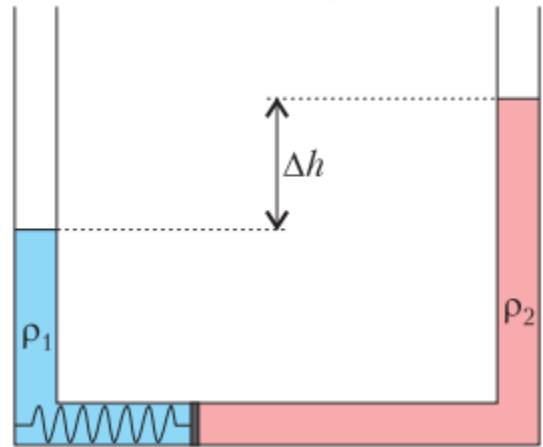
$$2) 10F_x = 1,5Mg + M_xg, \quad k_x = \frac{M_xg}{F_x} = \frac{10M_xg}{1,5Mg + M_xg}. \quad (1 \text{ ქულა})$$

$k_x = \frac{10}{1,5\frac{M}{M_x} + 1}$ აქედან ვხედავთ, რომ k_x მით უფრო მეტია, რაც უფრო ნაკლებია $\frac{M}{M_x}$ და მაქსიმალურია,

როდესაც $\frac{M}{M_x}$ შეგვიძლია ჩავთვალოთ ნულის ტოლად, $k_{\max} = 10$ (1 ქულა)

$$3) k_x > 1 \text{ ანუ } \frac{10M_xg}{1,5Mg + M_xg} > 1 \Rightarrow M_x > M/6 \quad (1 \text{ ქულა})$$

2. (5 ქულა) S განივკვეთის ფართობის მქონე მილი მოღუნულია ისე, რომ აქვს ნახატზე გამოსახული ფორმა. მილის ჰორიზონტალურ ნაწილში მოთავსებულია პატარა დგუში, რომელიც ზამბარითაა მიმაგრებული მილის მარცხენა კედელთან. მილის მარცხენა მუხლში ასხია ρ_1 სიმკვრივის სითხე, ხოლო მარჯვენაში - ρ_2 სიმკვრივის სითხე. სითხეების დონეთა სხვაობაა Δh , ხოლო ზამბარა არაა დეფორმირებული. ზამბარის სიხისტე ისეა შერჩეული, რომ მარცხენა მუხლში ρ_1 სიმკვრივის სითხის დამატება სითხეების დონეთა სხვაობას არ ცვლიდეს.



1) განსაზღვრეთ ზამბარის სიხისტე;

2) რა მოცულობის ρ_2 სიმკვრივის სითხე უნდა

ჩავასხათ მილის მარცხენა მუხლში, რომ მუხლებში სითხეების ზედა დონე გათანაბრდეს?

დგუშსა და მილს შორის ხახუნი უგულბელებლად. სითხე ვერ გადადის ერთი მუხლიდან მეორეში და არ იღვრება მილიდან. ზამბარის მოცულობა უგულბელებლად.

ამოხსნა:

1) სითხეების საწყისი სიმაღლეები მილის მარცხენა და მარჯვენა მუხლებში იყოს, შესაბამისად, h_1 და h_2 . დავწეროთ დგუშის საწყისი წონასწორობის პირობა:

$$\rho_1 g h_1 S = \rho_2 g h_2 S \quad (1)$$

სითხის დამატების შემდეგ, დგუშის გადაადგილება იყოს x , ამდენითვე აიწევდა სითხის დონე მარჯვენა მუხლში, ასევე მარცხენა მუხლში (რადგანაც დონეთა სხვაობა არ შეიცვალა). დავწეროთ დგუშის წონასწორობის პირობა სითხის დამატების შემდეგ:

$$\rho_1 g (h_1 + x) S = \rho_2 g (h_2 + x) S + kx \quad (2)$$

ამ ტოლობებიდან მიიღება, რომ $k = (\rho_1 - \rho_2) g S$

2) დავუშვათ, რომ ρ_1 სიმკვრივის სითხის დონემ დაიწია x -ით (ადვილი მისახვედრია, რომ დონეების გათანაბრებისას ეს სითხე დარჩებოდა მარცხენა მუხლში), ამდენითვე გადაადგილდებოდა დგუში და ამდენითვე აიწევდა მარჯვენა მუხლში სითხის დონე. რადგანაც ზედა დონეები გათანაბრდა, დამატებული ρ_2 სიმკვრივის სითხის სიმაღლე ყოფილა $(2x + \Delta h)$.

დავწეროთ დგუშის წონასწორობის პირობა:

$$\rho_1 g (h_1 - x) S + \rho_2 g (2x + \Delta h) S = \rho_2 g (h_2 + x) S + kx \quad (3)$$

(2) და (3) ტოლობებიდან მიიღება, რომ $x = \frac{\rho_2 \Delta h}{2(\rho_1 - \rho_2)}$

დამატებული სითხის მოცულობა იქნება:

$$\Delta V = S(\Delta h + 2x) = \frac{\rho_1 \Delta h S}{\rho_1 - \rho_2}$$

შეფასების სქემა:

დაწერილია დგუშის წონასწორობის პირობა ნებისმიერი რაოდენობის სითხის დამატების შემთხვევაში - 1 ქულა

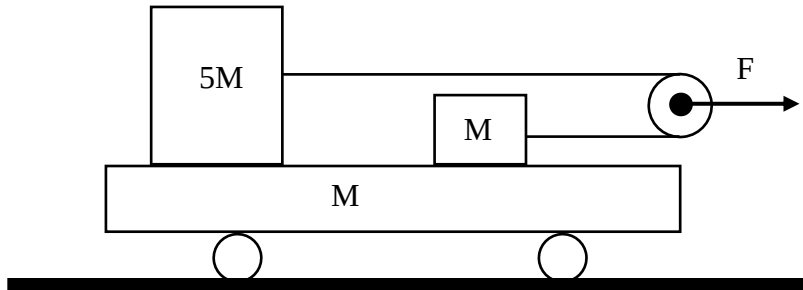
ნაპოვნია სიხისტე - 1 ქულა

სითხეების სიმაღლეები დაკავშირებულია დგუშის გადადგილებასთან - 1 ქულა

დაწერილია დგუშის წონასწორობის პირობა - 1 ქულა

ნაპოვნია დამატებული სითხის მოცულობა - 1 ქულა

3. (5 ქულა) ჰორიზონტალურ მაგიდაზე მოთავსებულია M მასის ურიკა. მასზე დევს უმასო ჭოჭონაქზე გადადებული ძაფით შეერთებული $5M$ და M მასების ძელაკები (იხ. ნახ.). ძელაკებსა და ურიკის ზედაპირს შორის ხახუნის კოეფიციენტი $\mu=0,1$. ჭოჭონაქზე მოსდეს ჰორიზონტალურად მიმართული ისეთი F ძალა, რომ ურიკის აჩქარება აღმოჩნდა $a=0,2g$, სადაც g თავისუფალი ვარდნის აჩქარებაა. ძაფის ნაწილები ამ დროს ჰორიზონტალურია. გამოსახეთ F ძალა M -ით და g -თი. რისი ტოლია ამ დროს ძელაკების და ჭოჭონაქის აჩქარებები? გამოსახეთ ისინი g -თი. ურიკასა და მაგიდას შორის ხახუნი უგულვებელყავით.



ამოხსნა:

თუ არცერთი ძელაკი არ გასრიალდა ურიკაზე, მაშინ მათი და ურიკის აჩქარება იქნებოდა $0,2g$. ჭოჭონაქზე მოქმედი გამწევი ძალა იქნებოდა $1,4Mg$. ძაფის დაჭიმულობის ძალა იქნებოდა $0,7Mg$. დიდ ძელაკზე მოქმედი ხახუნის ძალა იქნებოდა $5\mu Mg=0,3Mg$. პატარა ძელაკზე მოქმედი ხახუნის ძალა იქნებოდა $0,7Mg-Ma=0,5Mg$. პირობის თანახმად, დიდ ძელაკზე მოქმედი ხახუნის ძალა არ შეიძლება იყოს $5\mu Mg=0,5Mg$ -ზე მეტი, ხოლო პატარა ძელაკზე მოქმედი ხახუნის ძალა არ შეიძლება იყოს $\mu Mg=0,1Mg$ -ზე მეტი. დიდ ძელაკს ხახუნი ეყოფოდა, მაგრამ პატარას არა. მაშასადამე, ეს შემთხვევა გამოირიცხა.

(1 ქულა)

თუ ორივე ძელაკი სრიალებს ურიკაზე, მაშინ ურიკის აჩქარება იქნებოდა $\frac{5\mu Mg + \mu Mg}{M} = 6\mu g = 0,6g$. ეს ასე არ არის, ამიტომ ეს შემთხვევაც გამოირიცხა. (1 ქულა)

ამრიგად, დიდი ძელაკი მოძრაობს ურიკასთან ერთად, ხოლო მცირე ძელაკი სრიალებს მასზე. მცირე ძელაკის აჩქარება იყოს a_1 , ჭოჭონაქის a_2 . მცირე ძელაკსა და ურიკას შორის მოქმედი სრიალის ხახუნის ძალა ძელაკს ექაჩება უკან, ურიკას კი წინ. გამოვიყენოთ ნიუტონის მეორე კანონი სისტემისათვის დიდი ძელაკი + ურიკა (ისინი ერთად მოძრაობს) და პატარა ძელაკისთვის:

$$\frac{F}{2} + \mu Mg = 6Ma \Rightarrow \frac{F}{2} + 0,1Mg = 1,2Mg \Rightarrow F = 2,2Mg \quad (1 \text{ ქულა})$$

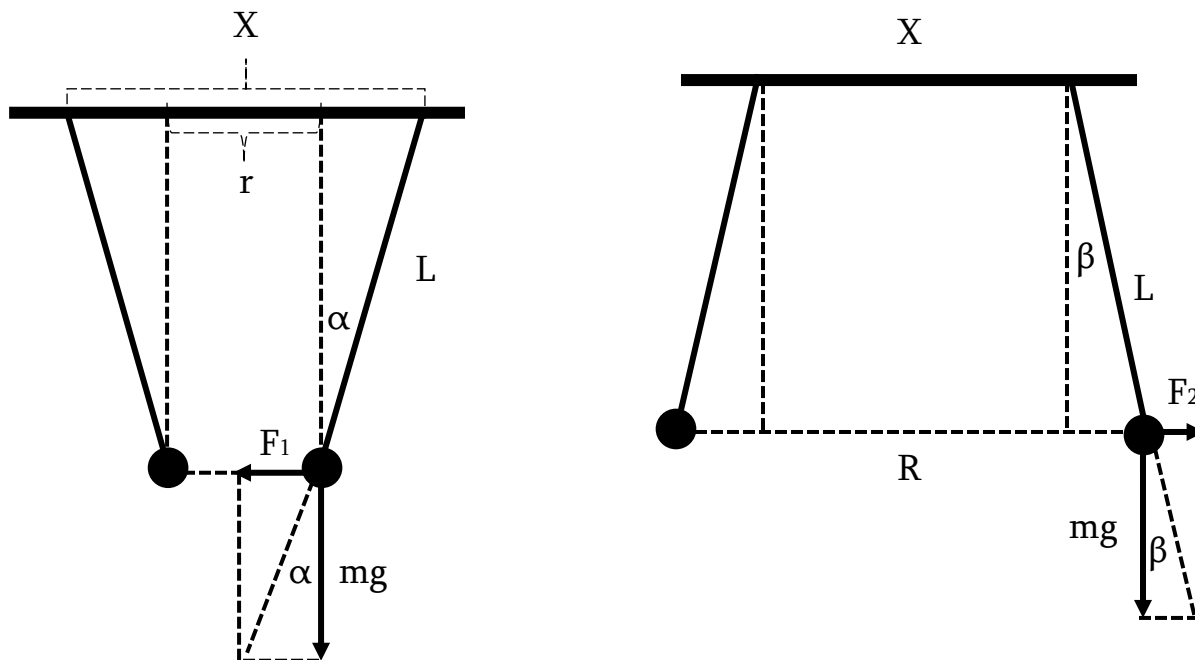
$$\frac{F}{2} - \mu Mg = Ma_1 \Rightarrow a_1 = \frac{1,1Mg - 0,1Mg}{M} = g \quad (1 \text{ ქულა})$$

ძაფის სიგრძის უცვლელობის გამო. გვაქვს:

$$\frac{a_2 t^2}{2} - \frac{a t^2}{2} + \frac{a_2 t^2}{2} - \frac{a_1 t^2}{2} = 0 \Rightarrow a_2 = \frac{a + a_1}{2} = 0,6g \quad (1 \text{ ქულა})$$

4. (5 ქულა) ერთნაირი მასის მცირე ზომის ორი ბურთულა ტოლი სიგრძის გრძელი ძაფებით დაკიდებულია ჭერზე. თუ მათ მივანიჭებთ ერთნაირი სიდიდის საპირისპირო ნიშნის მუხტებს, მათ შორის მანძილი იქნება r , ხოლო თუ მივანიჭებთ ისეთივე სიდიდის ერთნაირ ნიშნის მუხტებს, მაშინ ეს მანძილი R -ის ტოლი გახდება. ძაფების გადახრის კუთხე ორივე შემთხვევაში ძალზე მცირეა. განსაზღვრეთ მანძილი ძაფების დაკიდების წერტილებს შორის. ბურთულების გრავიტაციული მიზიდვა უგულებელყავით.

ამოხსნა:



ძაფების დაკიდების წერტილებს შორის საძებნი მანძილი აღვნიშნოთ X -ით.

პირველ შემთხვევაში ელექტრული ურთიერთქმედების ძალაა $F_1 = \frac{kq^2}{r^2}$

ბურთულას წონასწორობის გამო $F_1 = mgtg\alpha$ (1 ქულა)

რადგან გადახრის კუთხე მცირეა $tg\alpha \approx \sin\alpha = \frac{X-r}{2} : L = \frac{X-r}{2L}$

აქედან მიიღება ტოლობა $\frac{kq^2}{r^2} = \frac{mg(X-r)}{2L}$ (1 ქულა)

ანალოგიურად, მეორე შემთხვევაში მიიღება ტოლობა $\frac{kq^2}{R^2} = \frac{mg(R-X)}{2L}$ (1 ქულა)

ამ ორი ტოლობიდან მიიღება, რომ $X = \frac{R^3+r^3}{R^2+r^2}$ (1 ქულა)

ნახატებში 1 ქულა (ერთი შემთხვევის ნახატი მაინც უნდა იყოს)

5. (5 ქულა) ჰორიზონტალურ ზედაპირზე მოთავსებულია ერთმანეთისაგან 1,2 მ მანძილით დაშორებული მცირე ზომის ორი ძელაკი. თითოეული მათგანის მასაა 5 გ, ხოლო მუხტია 1 მკკ. ძელაკებსა და ზედაპირს შორის ხახუნის კოეფიციენტი 0,5. განსაზღვრეთ, მეორე ძელაკისკენ მიმართული რა სიჩქარე უნდა მივანიჭოთ ერთ-ერთ ძელაკს, რომ მეორე ძელაკი აღმოჩნდეს გასრიალების ზღვარზე. კულონის მუდმივაა $9 \cdot 10^9 \text{ ნ} \cdot \text{მ}^2/\text{კ}^2$. ძელაკების გრავიტაციული ურთიერთქმედება უგულებელყავით.

ამოხსნა:

თავდაპირველად ვიპოვოთ, რა მანძილზე უნდა მიუახლოვდეს ამოძრავებული ძელაკი მეორე ძელაკს, რომ ეს უკანასკნელი აღმოჩნდეს გასრიალების ზღვარზე:

$$\frac{kq^2}{d_2^2} = \mu mg \quad (1 \text{ ქულა})$$

$$d_2 = q \sqrt{\frac{k}{\mu mg}} = 0,6 \text{ მ}$$

მაშასადამე, ერთ-ერთ ძელაკს უნდა მივანიჭოთ ისეთი სიჩქარე, რომ ის მეორეს მიუახლოვდეს 0,6 მ მანძილზე.

მოსრიან ძელაკი ხახუნის დაძლევაზე ხარჯავს $\mu mg(d_1 - d_2)$ ენერგიას. (2 ქულა)

ამის გათვალისწინებით ჩავწეროთ ენერგიის მუდმივობის კანონი:

$$\frac{mv^2}{2} + \frac{kq^2}{d_1} = \mu mg(d_1 - d_2) + \frac{kq^2}{d_2} \quad (1 \text{ ქულა})$$

აქედან მიიღება, რომ $v=3 \text{ მ/წმ}$

სწორი რიცხვითი მნიშვნელობები - 1 ქულა

თუ არ ითვალისწინებს ენერგიის დანაკარგს ხახუნის დაძლევაზე, აკლდება 2 ქულა.