ფიზიკა. II ტური. 2021-2022 სასწავლო წელი. X კლასი

1. (4 ქულა) ბიჭი დროის თანაბარი ინტერვალებით v_0 საწყისი სიჩქარით აგდებს ვერტიკალურად მაღლა სამ ბურთს. დროის რაღაც მომენტში I და III ბურთები აღმოჩნდა ერთსა და იმავე სიმაღლეზე. განსაზღვრეთ, რა სიმაღლეზე იმყოფებოდა ამ მომენტში II ბურთი. ჰაერის წინააღმდეგობა უგულებელყავით. თავისუფალი ვარდნის აჩქარებაა g.

ამოხსნა:

I ხერხი

ბურთების ასროლის მომენტებს შორის დროის შუალედი იყოს τ. პირველმა ბურთმა მესამესთან შედარებით 2τ დროის შუალედით მეტი იმოძრავა. ის ამ დროში პირველი და მესამე ბურთების შეხვედრის ადგილიდან ასულა მაქსიმალურ სიმაღლეზე და დაბრუნებულა უკან **(2 ქულა)**. მაშასადამე, ნახსენები ადგილიდან მაქსიმალურ სიმაღლეზე ასვლას სჭირდება τ დრო. რადგან სწორედ ეს ზედმეტი დრო იმოძრავა მეორე ბურთმა პირველთან შედარებით, ის ყოფილა მაქსიმალურ სიმაღლეზე. საძიებელი სიმაღლე ყოფილა $h=\frac{v_0^2}{2g}$ **(2 ქულა)**.

II ხერხი

მესამე ბურთის მოძრაობის დრო იყოს t, ხოლო ბურთების ასროლის მომენტებს შორის დროის შუალედი - τ. მაშინ მეორე ბურთის მოძრაობის დროა t+τ , ხოლო პირველის - t+2τ **(1 ქულა)**. პირობის თანახმად,

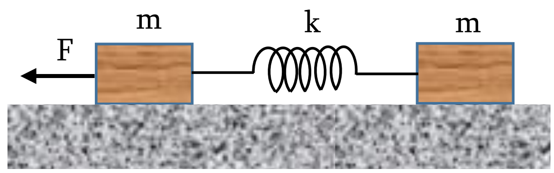
$$v_0t-\frac{gt^2}{2}=v_0(t+2\tau)-\frac{g(t+2\tau)^2}{2} \quad \textbf{(1 ქულა)}$$

აქედან ვიპოვით მეორე სხეულის მოძრაობის დროს: $t_2=t+\tau=\frac{v_0}{g}$ **(1 ქულა)**

საძიებელი სიმაღლეა

$$h=v_0t_2-\frac{gt_2^2}{2}=\frac{v_0^2}{2g} \quad \textbf{(1 ქულა)}$$

2. (4 ქულა) ჰორიზონტალურ ზედაპირზე მოთავსებულია ორი ძელაკი, რომლებიც ერთმანეთთან შეერთებულია k სიხისტის უმასო არადეფორმირებული ზამბარით. თითოეული ძელაკის მასაა m. ზედაპირსა და ძელაკებს შორის ხახუნის კოეფიციენტია μ. თავისუფალი ვარდნის აჩქარებაა g. პირველ ძელაკს მოსდეს ჰორიზონტალურად მიმართული F ძალა (იხ. ნახ.). განსაზღვრეთ:



1) რა პირობას უნდა აკმაყოფილებდეს F ძალა, რომ პირველი ძელაკი დაიძრას ადგილიდან;

2) რისი ტოლი უნდა გახდეს ზამბარის წაგრძელება, რომ მეორე ძელაკი მივიდეს დაძვრის ზღვარზე;

3) რისი ტოლი უნდა იყოს F ძალა, რომ მეორე ძელაკი მივიდეს დაძვრის ზღვარზე, მაგრამ არ დაიძრას. აღვნიშნოთ ეს ძალა F_0 -ით;

4) პირველი ძელაკის კინეტიკური ენერგია იმ მომენტში, როდესაც ადგილიდან დაიძვრება მეორე ძელაკი, თუ $F=3F_0$.

ამოხსნა:

1) $F>\mu mg$ **(1 ქულა)**

2) $kx=\mu mg \Rightarrow x=\mu mg/k$ **(1 ქულა)**

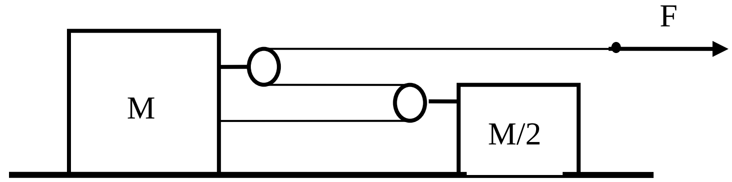
3) $F_0x = \frac{kx^2}{2} + \mu mgx$. წინა შედეგის გათვალისწინებით მიიღება $F_0 = \frac{3\mu mg}{2}$ **(1 ქულა)**

4) $3F_0x = \frac{kx^2}{2} + \mu mgx + E_{კინ}$, საიდანაც წინა შედეგების გათვალისწინებით მიიღება

$$E_{კინ} = \frac{3(\mu mg)^2}{k}$$ **(1 ქულა)**

3. (4 ქულა) M და M/2 მასების ძელაკების სისტემა მოძრაობს გლუვ ჰორიზონტალურ ზედაპირზე ჰორიზონტალურად მიმართული F ძალის მოქმედებით (იხ. ნახ.). განსაზღვრეთ რა აჩქარებით მოძრაობს ძაფის ის წერტილი, რომელზედაც მოდებულია ძალა.

ჭოჭონაქების და ძაფის მასები და ხახუნი ჭოჭონაქების ღერძებთან უგულებელყავით ძაფი მიიჩნიეთ უჭიმვადად.



ამოხსნა:

ძაფში აღძრული დრეკადობის ძალაა F. მარცხენა სხეულს ამოძრავებს 3F ძალა, ამიტომ მისი აჩქარებაა $a_1 = \frac{3\mathrm{F}}{\mathrm{M}}$. ეს სხეული მოძრაობს მარჯვნივ. **(1 ქულა)**

მარჯვენა სხეულს ამოძრავებს 2F ძალა, ამიტომ მისი აჩქარებაა $a_2 = \frac{4\mathrm{F}}{\mathrm{M}}$. ეს სხეული მოძრაობს მარცხნივ. **(1 ქულა)**

მარცხენა სხეულის მოძრაობის გამო თავისუფლდება მის მიერ გავლილ $\mathrm{L}_1 = \frac{\mathrm{a}_1\mathrm{t}^2}{2}$ მანძილზე 3-ჯერ მეტი სიგრძის ძაფი, ხოლო მარჯვენა სხეულის მოძრაობის გამო თავისუფლდება მის მიერ გავლილ $\mathrm{L}_2 = \frac{\mathrm{a}_2\mathrm{t}^2}{2}$ მანძილზე 2-ჯერ მეტი სიგრძის ძაფი.

(1 ქულა)

ამის გამო, ძალის მოდების წერტილის გავლილი მანძილია L=3L1+2L2.

$\mathrm{L} = \frac{\mathrm{at}^2}{2}$, ამიტომ გვაქვს $\frac{at^2}{2} = \frac{3a_1t^2}{2} + \frac{2a_2t^2}{2}$, საიდანაც $a = 3a_1 + 2a_2 = \frac{17\mathrm{F}}{\mathrm{M}}$

(1 ქულა)

4. (4 ქულა) v სიჩქარით მოძრავი ბილიარდის ბურთი აბსოლუტურად დრეკადად არაცენტრალურად ეჯახება უძრავ ასეთივე ბილიარდის ბურთს. განსაზღვრეთ:

1) მეორე ბურთის სიჩქარის მოდული შეჯახების შემდეგ, თუ შეჯახების შემდეგ პირველი ბურთის სიჩქარის მოდულია v_1 ;

2) ბურთების ფარდობითი სიჩქარე შეჯახების შემდეგ;

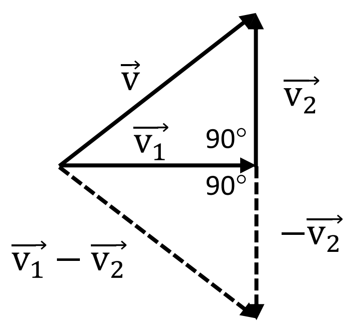
3) კუთხე ბურთების სიჩქარეების ვექტორებს შორის შეჯახების შემდეგ.

ამოხსნა:

1) $\frac{mv^2}{2} = \frac{mv_1^2}{2} + \frac{mv_2^2}{2} \ \Rightarrow \ v_2 = \sqrt{v^2 - v_1^2}$

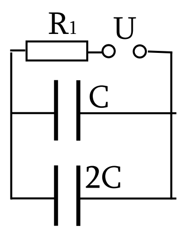
2 და 3) იმპულსის მუდმივობის კანონის თანახმად $\vec{v} = \overrightarrow{v_1} + \overrightarrow{v_2}$.

რადგანაც სიჩქარეების სამკუთხედში, 1 პუნქტის ამოხსნის თანახმად, სრულდება პითაგორას თეორემა, ამიტომ კუთხე სიჩქარის ვექტორებს შორის მართია. იმავე სამკუთხედიდან ჩანს, რომ ფარდობითი სიჩქარის მოდული არ იცვლება ანუ იქნება v.

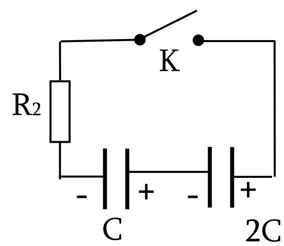


შესაძლოა ამოხსნისას გამოიყენოს მასათა ცენტრის სისტემა.
გამოყენებულია ენერგიის მუდმივობის კანონი - 1 ქულა
გამოყენებულია იმპულსის მუდმივობის კანონი -1 ქულა
დასაბუთებულია, რომ სიჩქარეებს შორის კუთხე მართია - 1 ქულა
დასაბუთებულია რომ ფარდობითი სიჩქარის მოდული
რჩება v-ს ტოლი - 1 ქულა

5. (4 ქულა) C და 2C ტევადობის თავიდან განმუხტული კონდენსატორები ჩართეს პარალელურად და დამუხტეს U ძაბვამდე R_1 წინაღობის საშუალებით (სქემა 1). შემდეგ დამუხტული კონდენსატორები განაცალკევეს და ჩართეს მიმდევრობით ისე, როგორც სქემა 2-ზეა ნაჩვენები. განსაზღვრეთ:



სქემა 1



სქემა 2

1) R_1 წინაღობაზე გამოყოფილი სითბოს რაოდენობა კონდენსატორების დამუხტვისას;
2) ჩამრთველის ჩართვის შემდეგ კონდენსატორების მარცხენა შემონაფენების საბოლოო მუხტები;
3) ჩამრთველის ჩართვის შემდეგ R_2 წინაღობაზე გამოყოფილი სითბოს რაოდენობა.

ამოხსნა:

1) კონდენსატორები დაიმუხტნენ U ძაბვამდე. მათი მუხტებია $q_1 = CU$ და$q_2 = 2CU$. წყაროში გავლილი მუხტია $q = q_1 + q_2 = 3CU$, ამიტომ წყაროს მუშაობაა $A = qU = 3CU^2$. ენერგიის მუდმივობის კანონის თანახმად წყაროს მუშაობა ტოლია კონდენსატორების ენერგიის ცვლილებისა და გამოყოფილი სითბოს რაოდენობის ჯამის: $A = Q_1 + \frac{3CU^2}{2}$, საიდანაც $Q_1 = \frac{3CU^2}{2}$. **(1 ქულა)**

2) C ტევადობის კონდენსატორის მარცხენა შემონაფენის საბოლოო მუხტი იყოს q_3 , ხოლო 2C ტევადობის კონდენსატორის მარცხენა შემონაფენის საბოლოო მუხტი იყოს q_4. ერთმანეთთან შეერთებული შემონაფენების ჯამური მუხტი არ იცვლება:

$$q_3 + (-q_4) = -CU + 2CU = CU$$

კონდენსატორებზე საბოლოო ძაბვების ჯამი ნულის ტოლია:

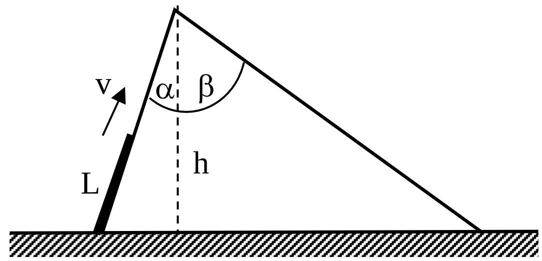
$$\frac{q_3}{C} + \frac{q_4}{2C} = 0$$

ამ ორი განტოლებიდან მიიღება, რომ $q_3 = \frac{CU}{3}$, $q_4 = -\frac{2CU}{3}$. **(2 ქულა)**

თუ სწორია მხოლოდ ერთ-ერთი განტოლება ან სწორია ორივე განტოლება, მაგრამ არაა მიღებული სწორი პასუხები - 1 ქულა.

3) კონდენსატორებზე საბოლოო ძაბვებია $\frac{U}{3}$. ენერგიის მუდმივობის კანონის თანახმად, $Q_2 = \frac{3CU^2}{2} - \frac{3C\left(\frac{U}{3}\right)^2}{2} = \frac{4CU^2}{3}$ **(1 ქულა)**

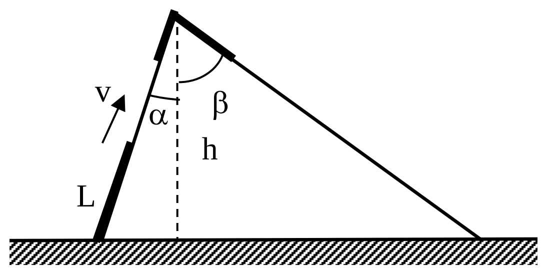
6. (5 ქულა) L სიგრძის მოქნილი ზონარი უკავიათ სამკუთხა პრიზმის გვერდით წახნაგთან (იხ. ნახ.). წახნაგები დახრილია ვერტიკალისადმი α და β კუთხეებით. სამკუთხედის სიმაღლეა h. პრიზმა უძრავადაა დამაგრებული. რა მინიმალური სიჩქარე უნდა მიანიჭონ ზონარს, რომ ის გადავიდეს პრიზმის მეორე მხარეს?



ამოხსნა:

პრიზმის მეორე მხარეს გადასასვლელად საკმარისია, რომ ზონარს დარჩეს რაგინდ მცირე სიჩქარე იქ, სადაც მისი პოტენციალური ენერგია მაქსიმალურია (ამოხსნისას, რაგინდ მცირე სიჩქარეს ნულად ჩავთვლით). **(1 ქულა)**

პოტენციალური ენერგია მაქსიმალურია იმ მომენტში, როდესაც ზონრის ბოლოები ერთ სიმაღლეზეა (იხ. ნახ.). მართლაც, ამ მომენტამდე მასა გვაკლდება ქვევით და გვემატება ზევით, ხოლო ამ მომენტის შემდეგ მასა გვაკლდება ზევით და გვემატება ქვევით. **(1 ქულა)**



შესაძლოა მინიმალური სიჩქარის მქონე მდებარეობა იპოვოს მარცხენა და მარჯვენა დახრილ სიბრტყეებზე ჩამომასრიალებელი ძალების წონასწორობიდან. ეს გზაც შეფასდება 2 ქულით.

თუ მაქსიმალური პოტენციალური ენერგიის მქონე მდებარეობაში ზონრის მარცხენა ნაწილის სიგრძეს აღვნიშნავთ L_1-ით, ხოლო მარჯვენა ნაწილის სიგრძეს L_2-ით, მაშინ გვაქვს: $L_1\cos\alpha = L_2\cos\beta$ და $L_1 + L_2 = L$, საიდანაც

$$\mathbf{L_1} = \frac{\mathbf{L}\cos\beta}{\cos\alpha + \cos\beta} \qquad \mathbf{L_2} = \frac{\mathbf{L}\cos\alpha}{\cos\alpha + \cos\beta}$$ **(1 ქულა)**

ზონრის მასათა ცენტრი თავდაპირველად იყო ჰორიზონტალური ზედაპირიდან $\frac{\mathbf{L}\cos\alpha}{2}$ სიმაღლეზე, ხოლო საბოლოოდ $\boldsymbol{h} - \frac{L_1\cos\alpha}{2} = \mathbf{h} - \frac{\mathbf{L}\cos\alpha\cos\beta}{2(\cos\alpha + \cos\beta)}$ სიმაღლეზე. **(1 ქულა)**

მექანიკური ენერგიის მუდმივობის კანონის თანახმად,

$$\frac{\mathbf{mv^2}}{2} + \frac{\mathbf{mgL}\cos\alpha}{2} = \mathbf{mg}\left[\mathbf{h} - \frac{\mathbf{L}\cos\alpha\cos\beta}{2(\cos\alpha + \cos\beta)}\right]$$

საიდანაც $\mathbf{v} = \sqrt{\mathbf{g}\left[2\mathbf{h} - \frac{\mathbf{L}\cos\alpha(\cos\alpha + 2\cos\beta)}{\cos\alpha + \cos\beta}\right]}$ **(1 ქულა)**