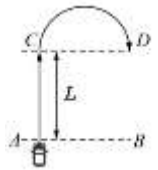


Ֆիզիկայի հանրապետական օլիմպիադա
Հանրապետական փուլ
240 րոպե (4 ժամ)
10-րդ դասարան

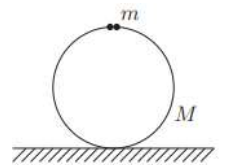
1. Սպորտային մեքենայի փորձարկման ժամանակ այն պետք է դադարի վիճակից հաստատուն արագացումով անցնի L երկարությամբ ուղիղ տեղամասը AB մեկնարկի գծից մինչև CD գիծը, և այդ ընթացքում ձեռք բերած արագությամբ գծի կիսաշրջանագիծ՝ շարժվելով հավասարաչափ: Մեքենայի արագացումը փորձարկման ժամանակ չի կարող գերազանցել a_0 -ն:



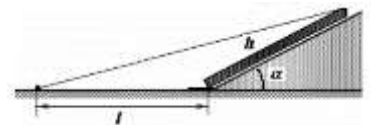
ա/Ինչքան կլինի մեքենայի փորձարկման ժամանակը, եթե այն AC և CD տեղամասերում շարժվի առավելագույն a_0 արագացումով: /1,5/

բ/ Ինչքան կարող է լինել մեքենայի փորձարկման նվազագույն ժամանակը: /3,5/

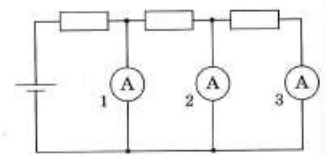
2. M զանգվածով բարակ օղակը գտնվում է հորիզոնական հարթության վրա: Օղակի վրայով կարող են առանց շփման սահել m զանգվածով երկու ուլունք, որոնք սկզբնական պահին գտնվում են օղակի վերին կետի մոտ: Ուլունքները միաժամանակ բաց են թողնում, և դրանք սկսում են շարժվել օղակի երկու կողմերով համաչափ: $n=m/M$ զանգվածների հարաբերության ի՞նչ արժեքների դեպքում օղակը կպոկվի հարթությունից: /6/



3. h բարձրությամբ հուշակոթողը տեղադրելու համար այն դրել են հորիզոնի նկատմամբ α անկյուն կազմող հողաթմբի վրա: Հուշակոթողը ստորին մասով հենված է պատվանդանին: Հուշակոթողի վերին ծայրին ամրացված է ճոպան, որը հավաքում են պատվանդանից $l = 2h$ հեռավորության վրա գտնվող շարժիչով: Հուշակոթողի և պատվանդանի միջև ի՞նչ նվազագույն μ շփման գործակցի դեպքում է հնարավոր իրականացնել տեղադրումը: Հուշակոթողը համարեք բարակ համասեռ ձող: /5/



4. Գևորգը որոշեց պատրաստել 12 հատ խինկալի: Դրա համար նա կաթսայի մեջ լցրեց $t=92^\circ\text{C}$ -ի ջուր, դրեց ջեռուցչի վրա և անմիջապես գցեց ջրի մեջ առաջին խինկալին: Հետո Գևորգը խինկալիները լցնում էր $\tau=10$ վ-ը մեկ: Որոշեք, թե քանի անգամ ջուրը կեռա կաթսայում մինչև այն պահը, երբ Գևորգը կգցի 12-րդ խինկալին: Կաթսայի ջրի ջերմունակությունը $C=8400$ Ջ/°C է, բոլոր խինկալիներն ունեն $t_0=0^\circ\text{C}$ ջերմաստիճան, $m=20$ գ զանգված և $c=3000$ Ջ/կգ.°C տեսակարար ջերմունակություն: Ջեռուցչի հզորությունը $P=1500$ Վտ է: Համարեք, որ կաթսայի պարունակությունը արագ գալիս է ջերմային հավասարակշռության: /5/



5. Շղթան հավաքված է երեք միատեսակ դիմադրություններից և երեք միատեսակ ամպերաչափերից: Առաջին և երրորդ ամպերաչափերի ցուցմունքներն են $I_1=11$ մԱ և $I_3=1$ մԱ: Որոշեք երկրորդ ամպերաչափի I_2 ցուցմունքը: /4/

Լուծումներ - 10-րդ դասարան

1. ա/ a_0 արագացումով թափավազք կատարելիս AC տեղամասը կանցնի $t_1 = \sqrt{2L/a_0}$ ժամանակում և ձեռք կբերի $v = \sqrt{2La_0}$ արագություն /0,5/: Այս արագությամբ և a_0 արագացմամբ շարժվելիս CD տեղամասում կգծի $R = v^2/a_0$ շառավղով կիսաշրջանագիծ՝ ծախսելով $t_2 = \frac{\pi R}{v} = \frac{\pi v}{a_0} = \pi\sqrt{2L/a_0}$ ժամանակ /0,5/: Ընդհանուր ժամանակը կլինի $t_1 + t_2 = (\pi + 1)\sqrt{2L/a_0} : /0,5/$

բ/ Ենթադրենք AC տեղամասում թափավազքը կատարվում ինչ-որ a արագացումով: Այդ դեպքում $t_1 = \sqrt{2L/a}$ և $v = \sqrt{2La}$: CD տեղամասը նվազագույն ժամանակում անցնելու համար կիսաշրջանագծի շառավղիը պետք է լինի նվազագույնը, հետևաբար CD տեղամասում արագացումը պետք է լինի առավելագույնը, այսինքն

$$R_{min} = \frac{v^2}{a_0} : /1/: \text{ CD տեղամասն անցնելու ժամանակը կլինի } t_2 = \frac{\pi R_{min}}{v} = \frac{\pi v}{a_0} = \pi \frac{\sqrt{2La}}{a_0} : /0,5/, \text{ իսկ ընդհանուր}$$

$$\text{ժամանակը՝ } t = \sqrt{\frac{2L}{a}} + \frac{\pi}{a_0} \sqrt{2La} : /0,5/: \text{ Քանի որ } b + c \geq 2\sqrt{bc}, \text{ ապա } t \geq 2 \sqrt{\sqrt{\frac{2L}{a}} \frac{\pi}{a_0} \sqrt{2La}} = 2 \sqrt{\frac{2L\pi}{a_0}} : /1/:$$

Այսպիսով $t_{min} = 2 \sqrt{\frac{2L\pi}{a_0}}$, որը կլինի այն դեպքում, երբ $\sqrt{\frac{2L}{a}} = \frac{\pi}{a_0} \sqrt{2La}$, այսինքն՝ AC տեղամասում շարժվի $a = \frac{a_0}{\pi} : /0,5/$ արագացումով, իսկ CD տեղամասում՝ a_0 արագացումով:

2. Համակարգի համաչափությունից հետևում է, որ օղակը հորիզոնական ուղղությամբ չի շեղվի: Հարթությունից օղակի պոկվելու համար անհրաժեշտ է, որ $N_1 = 0$: Դա նշանակում է, որ ուլունքների հակադեցության ուժերը պետք է ուղղված լինեն օղակի շառավղով դեպի դուրս: Դիցուք օղակի պոկվելու պահին ուլունքները շեղված են ուղղաձիգից α անկյունով: Այդ դեպքում, ըստ Նյուտոնի II օրենքի՝

$$N + mg \cos \alpha = m \frac{v^2}{R} : /1/$$

Ըստ էներգիայի պահպանման օրենքի՝

$$\frac{mv^2}{2} = mgR(1 - \cos \alpha) : /1/$$

Այս երկու հավասարումներից կստանանք.

$$N = mg(2 - 3 \cos \alpha) : /1/$$

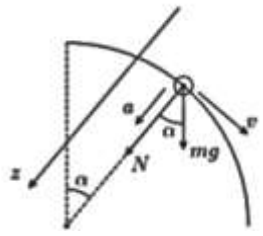
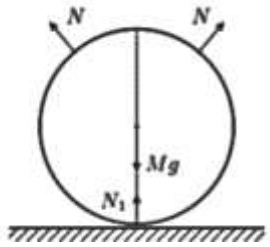
Օղակի պոկվելու պահին

$$2N \cos \alpha = Mg, /1/$$

որտեղից

$$\frac{m}{M} = \frac{1}{2(2 \cos \alpha - 3 \cos^2 \alpha)} : /1/$$

$f(\alpha) = 2(2 \cos \alpha - 3 \cos^2 \alpha) = \frac{2}{3} 3 \cos \alpha (2 - 3 \cos \alpha) \leq \frac{2}{3} \left(\frac{(2-3 \cos \alpha) + 3 \cos \alpha}{2} \right)^2 = \frac{2}{3}$, ֆունկցիան հասնում է առավելագույն արժեքի, երբ երբ $3 \cos \alpha = (2 - 3 \cos \alpha) \rightarrow \cos \alpha = 1/3$ և $f_{max} = 2/3$, հետևաբար $\frac{m}{M} \geq \frac{3}{2} : /1/$



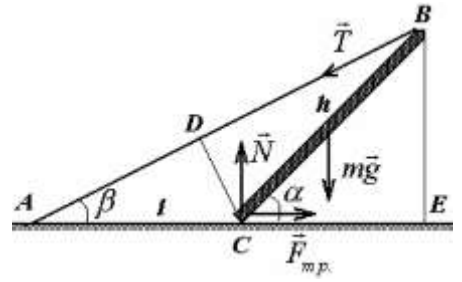
3. Նկարում ցույց են տրված հուշակոթողի վրա ազդող ուժերը հողաթմբից պոկվելու պահին: Այն դանդաղ բարձրացնելիս ուժերի համագործը զրո է, այսինքն՝

$$F_{շփ} = T \cos \beta \leq \mu N, /0,5/$$

$$N = mg + T \sin \beta, /0,5/$$

իսկ շփման ուժը դեռ չի հասել իր առավելագույն արժեքին, քանի որ հուշակոթողը չի սահում պատվանդանի վրայով: Այս երկու հավասարումներից կստատանք բարձրացնելու պայմանը.

$$T \cos \beta \leq \mu (mg + T \sin \beta). /0,5/$$



Ճոպանի լարման ուժը ստանանք մոմենտների կանոնից.

$$T \ell \sin \beta = mg \frac{h}{2} \cos \alpha \Rightarrow T = \frac{mg \cos \alpha}{4 \sin \beta}, /1/$$

որտեղ $\ell \sin \beta$ – ճոպանի լարման ուժի բազուկն է: Օգտագործելով այս արտահայտությունը՝ շփման գործակցի համար կստանանք.

$$\mu \geq \frac{\cos \alpha}{(4 + \cos \alpha) \tan \beta} : /0,5/$$

Ներկայացնենք $\frac{\cos \alpha}{(4 + \cos \alpha) \tan \beta} = \left(1 - \frac{4}{(4 + \cos \alpha)}\right) \cot \beta$ տեսքով և նկատենք, որ երբ α – ն աճում է, β – ն նույնպես աճում է և արտադրյալի երկու անդամներ, և հետո բարձր լրիվ արտահայտությունը, նվազում են: Այսպիսով, եթե հուշակոթողը սկզբում չսահի, ապա չի սահի նաև հետո: /1/

$\tan \beta$ – ն որոշենք $\triangle ABE$ –ից.

$$\tan \beta = \frac{h \sin \alpha}{\ell + h \cos \alpha} = \frac{\sin \alpha}{2 + \cos \alpha}, /0,5/$$

$$\text{հետևաբար, } \mu \geq \frac{(2 + \cos \alpha) \cos \alpha}{(4 + \cos \alpha) \sin \alpha} : /0,5/$$

4. Չուրը եռման ջերմաստիճանի հասցնելու համար անհրաժեշտ է

$$Q_1 = C(100 - t) = 67200 \text{ Ջ} /0,5/$$

ջերմաքանակ: Խինկալու մեկ հատիկը մինչև 100°C հասցնելու ջերմաքանակը՝

$$Q_2 = cm(100 - t_0) = 6000 \text{ Ջ} : /0,5/$$

Կարիք չկա հաշվելու, թե ամեն անգամ մեկ խինկալի զցելիս ինչքան է դառնում ջրի ջերմաստիճանը, քանի որ գիտենք, թե որքանով են փոխվում մարմինների ներքին էներգիաները: Այսպես, ենթադրենք x -րդ և $x+1$ -րդ խինկալիները զցելու ժամանակահատվածում ջուրը եռաց: Այդ դեպքում

$$Q_1 + xQ_2 \leq Pxt, /2/$$

$$\text{կամ } x \geq 7,5: /1/$$

Այսինքն՝ յոթերորդ խինկալին զցելուց հետո, բայց դեռ ութերորդը չզցած, ջուրն առաջին անգամ կեռա: Պարզ է, որ դրանից հետո, ամեն երկու խինկալիները զցելու միջև ժամանակահատվածում ջուրը նույնպես կհասցնի եռալ: Հետևաբար, մինչև 12-րդը զցելը ջուրը կեռա 5 անգամ: /1/

5. Հոսանքի ուժերը համապատասխան տեղամասերում

նշանակված են գծագրում: Այդ դեպքում

$$I_1 r = (I_2 + I_3)R + I_2 r \Rightarrow I_3 R = (I_1 - 2I_2)r, /1,5/$$

$$I_2 r = I_3(R + r) \Rightarrow I_3 R = (I_2 - I_3)r, /1,5/$$

որտեղ R -ը միատեսակ դիմադրություններից յուրաքանչյուրի արժեքն է, r -ը՝ ամպերաչափի դիմադրությունը:

Այս հավասարումներից կստանանք՝

$$I_1 - 2I_2 = I_2 - I_3 \Rightarrow I_2 = 4 \text{ մԱ}: /1/$$

