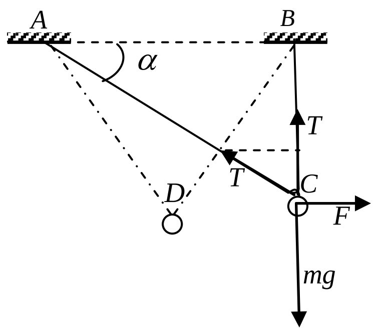
Գրիգոր Բաղդասարյանի հիշատակին նվիրված միջվարժարանային օլիմպիադա
Ֆիզիկա

12 դասարան

1. v_0 արագությամբ շարժվող գնացքը T ժամանակում հավասարաչափ դանդաղում է և կանգ է առնում: Գնացքի վագոններից մեկում հատակին դրված է փոքր չորսու: Ինչքա՞ն ժամանակ նա կշարժվի վագոնի նկատմամբ և ինչքա՞ն կտեղափոխվի: Չորսուի ք հատակի միջև շփման գործակիցը μ է:
Լուծում: Արգելակելը սկսվելու պահից մարմնի վրա հորիզոնական ուղղությամբ ազդում է շփման ուժը: Եթե $a \le \mu g$, չորսուն չի շարժվի գնացքի նկատմամբ, իսկ եթե $a > \mu g$, նա կշարժվի: Քանի որ այդ դեպքում արագացումը հաստատուն է և հավասար μg, չորսուն կշարժվի $\dfrac{v_0}{\mu g}$ ժամանակ: Այդ ժամանակում նա կանցնի գետնի նկատմամբ $\dfrac{v_0^2}{2\mu g}$ ճանապարհ, իսկ գնացքը մինչև կանգ առնելը կանցնի $\dfrac{v_0 T}{2}$ ճանապարհ: Ուստի գնացքի նկատմամբ չորսուի անցած ճանապարհը կլինի $\dfrac{v_0^2}{2\mu g} - \dfrac{v_0 T}{2}$:
Երկրորդ եղանակ Խնդիրը կարելի է լուծել նաև գնացքի հաշվարկման համակարգում: Արգելակումը սկսելուց հետո T ժամանակի ընթացքում այդ համակարգը ոչ իներցիալ է և չորսուի վրա ազդում է $F = ma,\ a = v_0 / T$ ուժ գնացքի շարժման ուղղությամբ: Այնուհետև, երբ գնացքը կանգնում է, համակարգը դառնում է իներցիալ և չորսուի վրա ազդում է միայն շփման ուժը: Եթե $a \le \mu g$, չորսուն չի շարժվի: Եթե $a > \mu g$, նա գնացքի նկատմամբ կշարժվի $a_1 = a - \mu g$ արագացմամբ և գնացքի գետնի նկատմամբ կանգնելու պահին վագոնի նկատմամբ ձեռք կբերի $v = a_1 T = (a - \mu g) T$ արագություն: Դրանից հետո նրա վրա կազդի միայն շփման ուժը և նա կանգ կառնի $t_1 = \dfrac{v}{\mu g}$ ժամանակ անց: Այսպիսով չորսուն կշարժվի գնացքի նկատմամբ $t = T + t_1 = T + \dfrac{v}{\mu g} = T + \dfrac{a - \mu g}{\mu g} T = \dfrac{v_0}{\mu g}$ ժամանակ, որի ընթացքում նա կանցնի

$$\frac{(a-\mu g)T^2}{2} + \frac{\left((a-\mu g)T\right)^2}{2\mu g} = \frac{a(a-\mu g)T^2}{2\mu g} = \frac{v_0^2}{2\mu g} - \frac{v_0 T}{2}$$ ճանապարհ:

2. 8մ երկարությամբ անկշիռ չձգվող թելի ծայրերն ամրացված են նույն հորիզոնականի, իրարից 4 մ հեռավորության վրա գտնվող կետերում: 10 գ զանգվածով մարմինը կախված է այդ թելից և կարող է առանց շփման շարժվել թելի երկայնքով:
ա) Ի՞նչ հորիզոնական ուժով կարելի պահել այդ մարմինը կախման կետերից մեկի տակ:
բ) Եթե մարմինը բաց թողնենք այդ դիրքից, ի՞նչ առավելագույն արագություն նա ձեռք կբերի հետագա շարժման ժամանակ:



Լուծում: ա) Համաձայն խնդրի պայմանի $AB = 4$ մ, $AC + BC = 8$ մ և ABC եռանկյունին ուղղանկյուն է, ուստի $BC = 3$ մ, $AC = 5$ մ: Մարմնի վրա ազդող ուժերը պատկերված են նկարում: Հավասարակշռության պայմաններն են

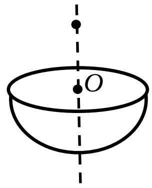
$T + T\sin\alpha = mg$, $F = T\cos\alpha$, որտեղից կստանանք $F = \dfrac{mg\cos\alpha}{1+\sin\alpha}$:

Տեղադրելով $\cos\alpha = 4/5$, $\sin\alpha = 3/5$, ստանում ենք

$$F = mg/2 \approx 5 \cdot 10^{-2}\,N$$

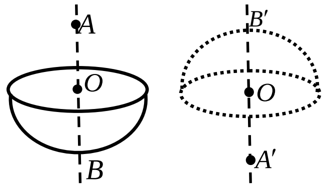
բ) մարմնի արագությունը կլինի առավելագույնը երբ նա անցնի հետագծի ամենացածր D կետով($AD = BD = 4$ մ): Այդ կետի հեռավորությունը AB հորիզոնականից՝ $h = \sqrt{4^2 - 2^2} = 2\sqrt{3}$ մ: Այսպիսով մարմնի արագությունը D կետում կլինի

$$\frac{mv^2}{2} = mg(h - BC) \Rightarrow v = \sqrt{2 \cdot 9{,}8 \cdot \left(2\sqrt{3} - 3\right)} = 3\ \text{մ/վ}:$$



3.Դրական լիցքով հավասարաչափ լիցքավորված մեկուսիչ կիսասֆերան (կիսագնդոլորտը) ամրացված է: Դրա համաչափության առանցքի կետից, որի հեռավորությունը O կենտրոնից հավասար է սֆերայի շառավղին, բաց են թողնում բացասական լիցքով փոքրիկ գնդիկ: Կենտրոնով անցնելիս դրա արագությունը v_0 է: Ինչքա՞ն կլինի գնդիկի արագությունը սֆերային հասնելու պահին:

Լուծում: Դիցուք կիսասֆերայի լիցքը Q է:Այդ դեպքում O կենտրոնի պոտենցիալը կլինի $k\dfrac{Q}{R}$: Եթե A կետի պոտենցիալը նշանակենք φ_A, իսկ B կետինը՝ φ_B, ապա եթե վերադրենք երկու կիսասֆերա իրար վրա, ապա կստանանք $2Q$ լիցքով սֆերա, որի մակերևույթի պոտենցիալը $\varphi_A+\varphi_B=\dfrac{2Q}{R}$:



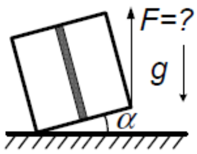
Այստեղից ստանում ենք, $\varphi_B=k\dfrac{2Q}{R}-\varphi_A$:

Երբ փոքրիկ գնդիկը հասնում է O կենտրոն, նրա արագությունը որոշվում է էներգիայի պահպանման օրենքով՝

$$\frac{m v_0^2}{2}=q\left(\varphi_O-\varphi_A\right)=q\left(\frac{kQ}{R}-\varphi_A\right),$$

իսկ B կետ հասնելուց՝

$$\frac{m v_1^2}{2}=q\left(\varphi_B-\varphi_A\right)=q\left(\left(\frac{2kQ}{R}-\varphi_A\right)-\varphi_A\right)=2\frac{m v_0^2}{2}\Rightarrow v_1^2=2v_0^2\Rightarrow v_1=\sqrt{2}\,v_0:$$



4. Հորիզոնական հարթության վրա գտնվող անկշիռ խորանարդը բաժանված է բարակ M զանգվածով շարժական մխոցով: Անոթի յուրաքանչյուր մասում կա մեկ մոլ իդեալական գազ: T ջերմաստիճանը հաստատուն է: Ի՞նչ է ուղղաձիգ F ուժով հնարավոր է պահել անոթը այնպես, որ դրա ներքին նիստը հորիզոնի հետ կազմի α անկյուն: Խորանարդի էջը a է: Շփումն և գազի զանգվածը անտեսել: Գազային հաստատունը R է:

Լուծում: Եթե թեքված դեպքում մխոցի հեռավորությունը ձախ նիստից x է, ճնշումը ձախ մասում՝ p_1, աջում՝ p_2, ապա գազերի վիճակի հավասարումներն $p_1xa^2=p_2\left(a-x\right)a^2=RT$: Մխոցի հավասարակշռության պայմանն է

$$Mg\sin\alpha+p_2a^2=p_1a^2\Rightarrow Mg\sin\alpha=\left(p_1-p_2\right)a^2=\frac{RT}{x}-\frac{RT}{a-x},$$

որտեղից ստանում ենք որ, $\dfrac{1}{x}-\dfrac{1}{a-x}=\dfrac{Mg\sin\alpha}{RT}=b$, կամ $bx^2-\left(2+ab\right)x+a=0$ հավասարման լուծումներն են

$$x_{1,2}=\frac{2+ab\pm\sqrt{4+a^2b^2}}{2b}=\frac{a}{2}+\frac{1}{b}\pm\frac{\sqrt{4+a^2b^2}}{2b}:$$

Քանի որ $x<\dfrac{a}{2}$, ստանում ենք $x=\dfrac{a}{2}+\dfrac{1}{b}-\dfrac{\sqrt{4+a^2b^2}}{2b}$: Հենման կետի նկատմամբ մխոցի աջ ծանրության ուժի բազուկը $x\cos\alpha-\dfrac{a}{2}\sin\alpha$ է: Հետևաբար խորանարդի հավասարակշռության պայմանն է

$$Mg\left[x\cos\alpha-\frac{a}{2}\sin\alpha\right]=Fa\cos\alpha,$$

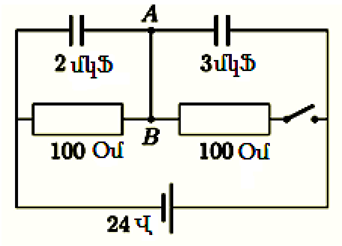
որտեղից կստանանք

$$F=Mg\left[x-\frac{a}{2}\operatorname{tg}\alpha\right]$$

Տեղադրելով x-ի արժեքը, կստանանք

$$F=\frac{Mg}{2}\left(\frac{\sqrt{4+k^2}}{k}-\operatorname{tg}\alpha\right),\ \text{որտեղ}\ k=ab=\frac{Mga\sin\alpha}{RT}:$$

5. Ինչքա՞ն լիցք կանցնի նկարում պատկերված շղթայի AB լարով բանալին միացնելուց հետո:



Լուծում: Երբ բանալին բաց է $C_2 = 3$ մկՖ կոնդենսատորը լիցքավորված է, դրա վրա լարումը $U_2 = U_0$, իսկ քանի որ շղթայում հոսանք չկա, $C_1 = 2$ մկՖ ունակությամբ կոնդենսատորի վրա լարումը զրո է և այն լիցքավորված չէ: A կետին լարով միացված երկու թիթեղների լիցքերի գումարը կլինի $Q_0 = -C_2U_0$: Բանալին փակելուց հետո լիցքերը վերաբաշխվում են, շղթայում հաստատվում Է հոսանք: Քանի որ դիմադրությունները նույնն են, դրանց վրա լարման անկումները նույնպես կլինեն իրար հավասար՝ $U_1 = U_2 = \frac{U_0}{2}$: Նույն լարումները կլինեն կոնդենսատորի թիթեղների միջև, ուստի դրանց աջ թիթեղների վրա կլինեն դրական լիցքեր՝ համապատասխանաբար C_1U_1 և C_2U_2, իսկ ձախ թիթեղների վրա բացասականները: Այսպիսով քննարկվող թիթեղների վրա այժմ կա $q = C_1U_1 - C_2U_2 = \left(C_1 - C_2\right)\frac{U_0}{2}$ լիցք: Ուստի A լարով անցած լիցքի մոդուլը կլինի

$$\Delta q = q - Q_0 = \left(C_1 - C_2\right)\frac{U_0}{2} - \left(-C_2U_0\right) = \left(C_1 + C_2\right)\frac{U_0}{2} = 6\cdot 10^{-5}\text{ Կլ:}$$

Գրիգոր Բաղդասարյանի հիշատակին նվիրված միջվարժարանային օլիմպիադա

Ֆիզիկա

11 դասարան

1. v_0 արագությամբ շարժվող գնացքը T ժամանակում հավասարաչափ դանդաղում է և կանգ է առնում: Գնացքի վագոններից մեկում հատակին դրված է փոքր չորսու: Ինչքա՞ն ժամանակ նա կշարժվի վագոնի նկատմամբ և ինչքա՞ն կտեղափոխվի: Չորսուի ու հատակի միջև շփման գործակիցը μ է:

Լուծում: Արգելակելը սկսվելու պահից մարմնի վրա հորիզոնական ուղղությամբ ազդում է շփման ուժը: Եթե $a \le \mu g$, չորսուն չի շարժվի գնացքի նկատմամբ, իսկ եթե $a > \mu g$, նա կշարժվի: Քանի որ այդ դեպքում արագացումը հաստատուն է և հավասար μg, չորսուն կշարժվի $\dfrac{v_0}{\mu g}$ ժամանակ: Այդ ժամանակում նա կանցնի գետնի նկատմամբ $\dfrac{v_0^2}{2\mu g}$ ճանապարհ, իսկ գնացքը մինչև կանգ առնելը կանցնի $\dfrac{v_0 T}{2}$ ճանապարհ: Ուստի գնացքի նկատմամբ չորսուի անցած ճանապարհը կլինի $\dfrac{v_0^2}{2\mu g} - \dfrac{v_0 T}{2}$:

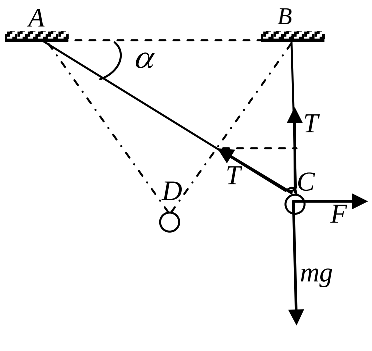
<u>Երկրորդ եղանակ</u> Խնդիրը կարելի է լուծել նաև գնացքի հաշվարկման համակարգում: Արգելակումը սկսելուց հետո T ժամանակի ընթացքում այդ համակարգը ոչ իներցիալ է և չորսուի վրա ազդում է $F = ma,\ a = v_0/T$ ուժ գնացքի շարժման ուղղությամբ: Այնուհետև, երբ գնացքը կանգնում է, համակարգը դառնում է իներցիալ և չորսուի վրա ազդում է միայն շփման ուժը: Եթե $a \le \mu g$, չորսուն չի շարժվի: Եթե $a > \mu g$, նա գնացքի նկատմամբ կշարժվի $a_1 = a - \mu g$ արագացմամբ և գնացքի գետնի նկատմամբ կանգնելու պահին վագոնի նկատմամբ ձեռք կբերի $v = a_1 T = (a - \mu g)T$ արագություն: Դրանից հետո նրա վրա կազդի միայն շփման ուժը և նա կանգ կառնի $t_1 = \dfrac{v}{\mu g}$ ժամանակ անց: Այսպիսով չորսուն կշարժվի գնացքի նկատմամբ $t = T + t_1 = T + \dfrac{v}{\mu g} = T + \dfrac{a - \mu g}{\mu g} T = \dfrac{v_0}{\mu g}$ ժամանակ, որի ընթացքում նա կանցնի

$$\frac{(a-\mu g)T^2}{2} + \frac{\left((a-\mu g)T\right)^2}{2\mu g} = \frac{a(a-\mu g)T^2}{2\mu g} = \frac{v_0^2}{2\mu g} - \frac{v_0 T}{2}$$ ճանապարհ:

2. 8մ երկարությամբ անկշիռ չձգվող թելի ծայրերն ամրացված են նույն հորիզոնականի, իրարից 4 մ հեռավորության վրա գտնվող կետերում: 10 գ զանգվածով մարմինը կախված է այդ թելից և կարող է առանց շփման շարժվել թելի երկայնքով:

ա) Ի՞նչ հորիզոնական ուժով կարելի պահել այդ մարմինը կախման կետերից մեկի տակ:

բ) Եթե մարմինը բաց թողնենք այդ դիրքից, ի՞նչ առավելագույն արագություն նա ձեռք կբերի հետագա շարժման ժամանակ:



Լուծում: ա) Համաձայն խնդրի պայմանի $AB = 4$ մ, $AC + BC = 8$ մ և ABC եռանկյունին ուղղանկյուն է, ուստի $BC = 3$մ, $AC = 5$մ: Մարմնի վրա ազդող ուժերը պատկերված են նկարում: Հավասարակշռության պայմաններն են

$$T + T\sin\alpha = mg,\quad F = T\cos\alpha,$$

որտեղից կստանանք $F = \dfrac{mg\cos\alpha}{1+\sin\alpha}$: Տեղադրելով $\cos\alpha = 4/5$, $\sin\alpha = 3/5$, ստանում ենք

$$F = mg/2 \approx 5\cdot 10^{-2}\,N$$

բ) մարմնի արագությունը կլինի առավելագույնը երբ նա անցնի հետագծի ամենացածր D կետով($AD = BD = 4$ մ): Այդ կետի հեռավորությունը AB հորիզոնականից՝ $h = \sqrt{4^2 - 2^2} = 2\sqrt{3}$ մ: Այսպիսով մարմնի արագությունը D կետում կլինի

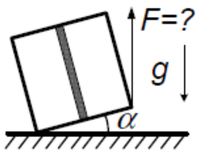
$$\frac{mv^2}{2} = mg(h - BC) \Rightarrow v = \sqrt{2\cdot 9{,}8\cdot\left(2\sqrt{3}-3\right)} = 3\text{ մ/վ}:$$

3.Փորձանոթը փոքր անցքով հաղորդակցվում է արտաքին միջավայրի հետ, որի ջերմաստիճանը T է, իսկ ճնշումը՝ P: Գազը այնքան է նոսրացված, որ անցքից ներս մտնող կամ դուրս եկող մոլեկուլները իրար հետ չեն բախվում: Անոթում պահպանվում է 4T ջերմաստիճան: Ինչքան է անոթի ներսի ճնշումը:

Լուծում:. Անոթի ներսում գազի ճնշումը $p_1 = n_1 kT_1 = 4n_1 kT$, որտեղ n_1-ը մոլեկուլների կոնցենտրացիան է անոթում: Անոթից դուրս ճնշումը $p = n_2 kT$, որտեղ n_2 -ը մոլեկուլների կոնցենտրացիան է անոթից դուրս: Այսպիսով՝ $p_1 = 4p\dfrac{n_1}{n_2}$: Հավասարակշռության վիճակում անոթից միավոր ժամանակում դուրս եկող մոլեկուլների թիվը պետք է հավասար լինի ներս մտնողների թվին: Այստեղից հետևում է, որ $n_1\overline{|V_{1x}|} = n_2\overline{|V_{2x}|}$: Քանի որ $\overline{|V_x|} \sim V = \sqrt{\dfrac{3kT}{m}}$, ստանում ենք

$\dfrac{n_1}{n_2} = \dfrac{\overline{|V_{2x}|}}{|V_{1x}|} = \sqrt{\dfrac{T_2}{T_1}} = \dfrac{1}{2}$: Հետևաբար՝ $p_1 = 2p$:

4. Հորիզոնական հարթության վրա գտնվող անկշիռ խորանարդը բաժանված է բարակ M զանգվածով շարժական մխոցով: Անոթի յուրաքանչյուր մասում կա մեկ մոլ իդեալական գազ: T ջերմաստիճանը հաստատուն է: Ի՞նչ է ուղղաձիգ F ուժով հնարավոր է պահել անոթը այնպես, որ դրա ներքին նիստը հորիզոնի հետ կազմի α անկյուն: Խորանարդի էջը a է: Շփումն և գազի զանգվածը անտեսել: Գազային հաստատունը R է:



Լուծում: Եթե թեքված դեպքում մխոցի հեռավորությունը ձախ նիստից x է, ճնշումը ձախ մասում՝ p_1, աջում՝ p_2, ապա գազերի վիճակի հավասարումներն $p_1 x a^2 = p_2 (a-x) a^2 = RT$: Մխոցի հավասարակշռության պայմանն է

$$Mg\sin\alpha + p_2 a^2 = p_1 a^2 \Rightarrow Mg\sin\alpha = (p_1 - p_2)a^2 = \frac{RT}{x} - \frac{RT}{a-x},$$

որտեղից ստանում ենք որ, $\dfrac{1}{x} - \dfrac{1}{a-x} = \dfrac{Mg\sin\alpha}{RT} = b$, կամ $bx^2 - (2+ab)x + a = 0$ հավասարման լուծումներն են

$$x_{1,2} = \frac{2+ab \pm \sqrt{4+a^2b^2}}{2b} = \frac{a}{2} + \frac{1}{b} \pm \frac{\sqrt{4+a^2b^2}}{2b}:$$

Քանի որ $x < \dfrac{a}{2}$, ստանում ենք $x = \dfrac{a}{2} + \dfrac{1}{b} - \dfrac{\sqrt{4+a^2b^2}}{2b}$: Հենման կետի նկատմամբ մխոցի աջ ծանրության ուժի բազուկը $x\cos\alpha - \dfrac{a}{2}\sin\alpha$ է: Հետևաբար խորանարդի հավասարակշռության պայմանն է

$$Mg\left[x\cos\alpha - \frac{a}{2}\sin\alpha\right] = Fa\cos\alpha,$$

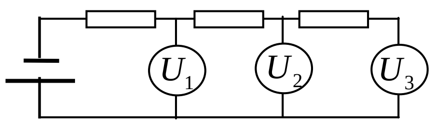
որտեղից կստանանք

$$F = Mg\left[x - \frac{a}{2}\,\mathrm{tg}\,\alpha\right]$$

Տեղադրելով x-ի արժեքը, կստանանք

$$F = \frac{Mg}{2}\left(\frac{\sqrt{4+k^2}}{k} - \mathrm{tg}\,\alpha\right), \text{ որտեղ } k = ab = \frac{Mga\sin\alpha}{RT}:$$

5.Էլեկտրական սխեման հավաքված է երեք միատեսակ վոլտմետրերից և երեք միատեսակ դիմադրություններից: Առաջին վոլտմետրի ցուցմունքը U_1=10 Վ է, իսկ երրորդինը՝ U_3=8 Վ: Ինչի՞ է հավասար երկրորդ վոլտմետրի ցուցմունքը:



Լուծում: Համաձայն գծագրի նշանակումներին՝

$$U_3 = I_3 R_V,\ U_2 = I_3(R + R_V),\ U_1 = I_2 R + U_2 \qquad (1)$$

Արտահայտենք հոսանքի I_2 ուժը I_3 -ով, օգտագործելով հավասարումների՝

$$I_2 = I_2' + I_3\,,\;\; I_2' R_V = U_2 : \tag{2}$$

Այստեղից հետևում է, որ

$$I_2 = \frac{U_2}{R_V} + I_3 : \tag{3}$$

Այս հավասարումների համակարգից հնարավոր է գտնել U_2 -ը՝ տեղադրելով հավասարումների (1) համակարգի երրորդ հավասարման մեջ (3) արտահայտությունը.

$$U_1 = \left(\frac{U_2}{R_V} + I_3\right) R + U_2 : \tag{4}$$

Նույն հավասարումների համակարգի առաջին երկու հավասարումներից ստացվում է, որ

$$I_3 R = U_2 - U_3\,,\;\; \frac{R}{R_V} = \frac{U_2}{U_3} - 1 :$$

Տեղադրելով գրվածները (4) հավասարման մեջ՝ կստանանք

$$U_1 = U_2\left(\frac{U_2}{U_3} - 1\right) + U_2 - U_3 + U_2 :$$

Այս քառակուսի հավասարման լուծումը կլինի՝

$$U_2 = \frac{\sqrt{5U_3^{\,2} + 4U_1U_3} - U_3}{2} \approx 8.6 \text{ Վ}$$

Ստացվում է, որ $R_V \approx 12R$, ինչը հաստատում է սկզբում արված ենթադրությունը:

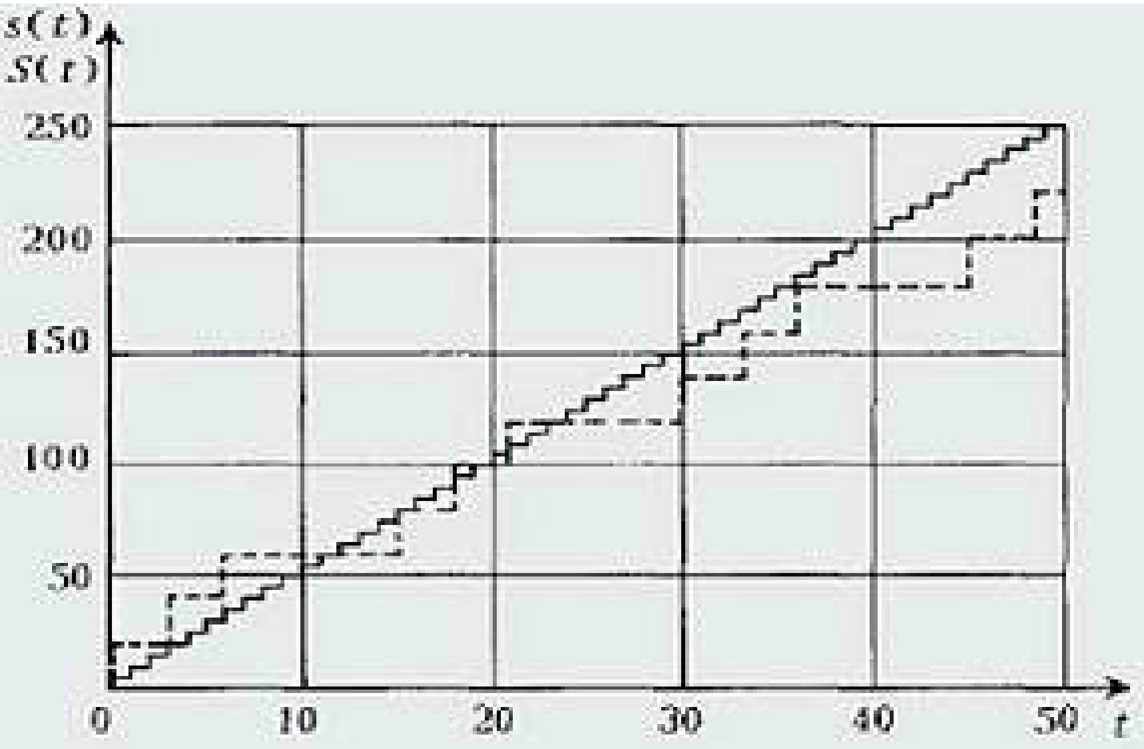
Գրիգոր Բաղդասարյանի հիշատակին նվիրված միջվարժարանային օլիմպիադա

Ֆիզիկա

10 դասարան

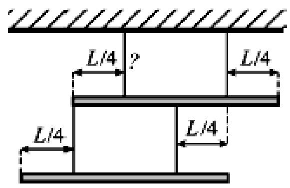
1. Երկու գորտ՝ մեծ և փոքր, ցատկոտում են հորիզոնական ճանապարհով: Սկզբում դրանք իրար մոտ էին և առաջին ցատկն անում են միաժամանակ: Փոքր գորտը յուրաքանչյուր վայրկյանում ցատկում է 5սմ, մեծ գորտը յուրաքանչյուր 3 վայրկյանը մեկ ցատկում է 20 սմ, բայց երեք ցատկից հետո լրացուցիչ հանգստանում է 6 վայրկյան: Արդյունքում փոքր գորտը մեկ առաջ է անցնում մեծ գորտից, մեկ հետ է մնում դրանից: Շարժման սկզբից ի՞նչ նվազագույն ժամանակ հետո փոքր գորտն առաջ կանցնի մեծ գորտից այնպես, որ մեծ գորտն այլևս չի հասնի դրան: Համարեք, որ գորտերը ցատկը կատարում են գրեթե ակնթարթորեն:

Լուծում: 1.Կառուցենք երկու գորտի շարժման գրաֆիկները, որտեղ հորիզոնական առանցքի վրա նշված է



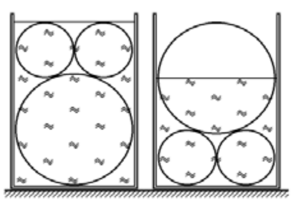
ժամանակը, ուղղաձիգ առանցքի վրա՝ փոքր գորտի s և մեծ գորտի S հեռավորությունները սանտիմետրերով շարժման սկզբնակետից: Նկարից երևում է, որ գրաֆիկների վերջին հատումը եղել է t=24վ պահին, երբ մեծ գորտը հանգստանում էր երկրորդ անգամ:

2. L երկարությամբ և m զանգվածով երկու համասեռ ձող չորս միատեսակ թելով կախված են առաստաղից: Թելերը կապած են ձողերի ծայրերից L/4 հեռավորության վրա: Գտեք վերին ձախ թելի լարման ուժը, եթե համակարգը հավասարակշռված է: Թելերն անկշիռ են:



Լուծում: Դիտարկենք ստորին ձողի հավասարակշռությունը: Քանի որ այն իրեն կապված թելերով համաչափ է ձողի ծանրության կենտրոնի նկատմամբ, ապա թելերի ձգման ուժերը կլինեն նույնը և հավասար mg/2:
Այժմ դիտարկենք վերին ձողը: Մտովի հեռացնենք ստորին թելերը ձողի հետ միասին, և դրանց փոխարեն կախենք m զանգվածով բեռ թելերի մեջտեղից: Դրանից վերին ձողի վրա ազդող գումարային ուժերը և մոմենտը չեն փոխվի: Այդ դեպքում վերին ձողի կշիռը հավասարապես կբաշխվի նրան կապված և ծանրության կենտրոնի նկատմամբ համաչափ դասավորված թելերի միջև, մինչդեռ m զանգվածով բեռի կշիռը կհամակշռվի միայն ձախ թելով: Այսպիսով, վերին ձախ թելի ձգման ուժը կլինի 3mg/2:

3.R_1 շառավղով երկու միատեսակ փոքր գունդը և $R_2=2R_1$ շառավղով մի մեծ գունդը տեղավորում են ուղղաձիգ պատերով գլանաձև անոթում: Անոթի շառավիղը փոքր-ինչ գերազանցում է մեծ գնդի շառավղին: Անոթը լցնում են ρ_0 խտությամբ հեղուկով: Եթե մեծ գունդը ներքևում է, ապա այն չի ազդում անոթի հատակին այն պահին, երբ հեղուկը ծածկում է փոքր գնդերը: Եթե մեծ գունդը վերևում է, ապա այն չի ազդում փոքր գնդերի վրա այն պահին, երբ հեղուկի մակարդակը հասնում է մեծ գնդի կենտրոնին: Որոշեք գնդերի ρ_1 և ρ_2 խտությունները: Գնդի ծավալը՝ $V = \dfrac{4}{3}\pi R^3$:



Լուծում: Գնդերի ծավալների համար ունենք $V_2=8V_1$: Փոքր գնդի խտությունը նշանակենք ρ_1, մեծինը՝ ρ_2: Այդ դեպքում փոքր գնդի զանգվածը կլինի $m_1=\rho_1 V_1$, մեծինը՝ $m_2=\rho_2 V_2= 8\rho_2 V_1$:

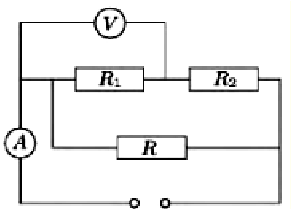
Այն, որ մեծ գունդը չի ազդում անոթի հատակին, նշանակում է, որ երեք գնդից կազմված համակարգը լողում է հեղուկում, այսինքն՝ արքիմեդյան ուժը հավասարակշռում է երեք գնդի ծանրության ուժին.

$$(2m_1+m_2)g=\rho_0(2V_1+V_2)g \Rightarrow \rho_1+4\rho_2=5\rho_0$$

Պայմանը, որ մեծ գունդը դադարում է ազդել փոքր գնդերի վրա, նշանակում է, որ միայն մեծ գունդն է լողում հեղուկում.

$m_2 g=\rho_0 V_2 g/2 \Rightarrow \rho_2=0{,}5\rho_0 \Rightarrow \rho_1=3\rho_0$

4. Նկարում պատկերված շղթան միացված է 40Վ լարումով հոսանքի աղբյուրին: Գտեք R_1 և R_2 դիմադրությունները, եթե հայտնի է, որ R դիմադրության վրա սպառվող հզորությունը 80 Վտ է, իսկ իդեալական ամպերմետրի և վոլտմետրի ցուցմունքները համապատասխանաբար 3Ա և 30 Վ են:



Լուծում: II դիմադրության վրա անջատված հզորությունը հավասար է $P_R=U_R I_R$: Հաշվի առնելով, որ լարումը դրա վրա 40Վ է, ստանում ենք, որ այդ դիմադրությունով անցնող հոսանքի ուժը հավասար է 80:40=2 Ա: Այդ դեպքում R_1 և R_2 դիմադրություններով անցնող հոսանքի ուժը կլինի 1Ա: Այժմ հաշվի առնելով, որ լարումները R_1 և R_2 դիմադրությունների վրա հավասար են համապատասխանաբար

30Վ և 10 Վ կստանանք և $R_1=\dfrac{U_1}{I}=\dfrac{30}{1}=30$ Օմ, $R_2=\dfrac{U_2}{I}=\dfrac{10}{1}=10$ = 10Օմ:

5. Երեք հեծանվորդ մեկնարկեցին միաժամանակ. առաջինը և երկրորդը՝ A կետից, երրորդը՝ B կետից նրանց ընդառաջ: 1,5 ժամ հետո առաջին հեծանվորդը գտնվում էր երկրորդ և երրորդ հեծանվորդներից հավասար հեռավորությունների վրա, 2 ժամ հետո երրորդ հեծանվորդի հեռավորությունն առաջինից և երկրորդից հավասար են:

ա) Ե՞րբ առաջին հեծանվորդը հանդիպեց երրորդին:

բ) Շարժումն սկսելուց ինքա՞ն ժամանակ հետո երկրորդ հեծանվորդը գտնվում էր առաջին և երրորդ հեծանվորդներից հավասար հեռավորությունների վրա:

Լուծում: Նշանակենք հեծանվորդների արագությունները v_1, v_2, v_3, իսկ հեռավորությունը՝ S: Համաձայն խնդրի պայմանի 1,5ժ հետո առաջին հեծանվորդը գտնվում էր երկրորդի և երրորդի միջև՝ $1{,}5(v_1-v_2)=S-1{,}5(v_1+v_3)$, իսկ 2 ժ հետո երրորդը գտնվում էր առաջինի և երկրորդի միջև՝ $2(v_1+v_3)-S=S-2(v_2+v_3)$: Այդ հավասարումներից ստանում ենք $S=9(v_1-v_2)$, $v_3=4v_1-5v_2$:

ա) Առաջին հեծանվորդը կհանդիպի երրորդին՝ $t_1 v_1+t_1 v_3=S \Rightarrow t_1=\dfrac{S}{v_1+v_3}=\dfrac{9(v_1-v_2)}{v_1+4v_1-5v_2}=\dfrac{9}{5}$ ժ:

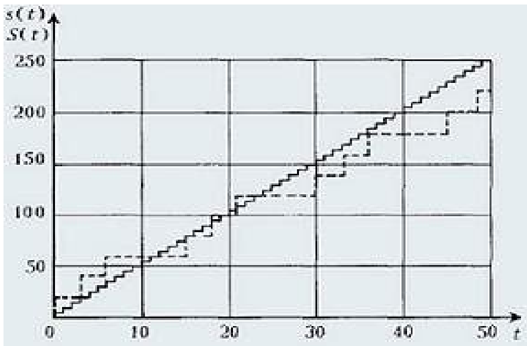
բ) Երկրորդ հեժանվորդի առաջին և երրորդ հեծանվորդներից հավասար հեռավորությունների վրա գտնվելու պայմանն է $t(v_1-v_2)=t(v_3+v_2)-S$, որտեղից կստանանք

$$t=\frac{S}{2v_2+v_3-v_1}=\frac{9(v_1-v_2)}{2v_2+4v_1-5v_2-v_1}=3\text{ժ}:$$

Գրիգոր Բաղդասարյանի հիշատակին նվիրված միջվարժարանային օլիմպիադա
Ֆիզիկա
9 դասարան

1. Երկու գորտ՝ մեծ և փոքր, ցատկոտում են հորիզոնական ճանապարհով: Սկզբում դրանք իրար մոտ էին և առաջին ցատկն անում են միաժամանակ: Փոքր գորտը յուրաքանչյուր վայրկյանում ցատկում է 5սմ, մեծ գորտը յուրաքանչյուր 3 վայրկյանը մեկ ցատկում է 20 սմ, բայց երեք ցատկից հետո լրացուցիչ հանգստանում է 6 վայրկյան: Արդյունքում փոքր գորտը մեկ առաջ է անցնում մեծ գորտից, մեկ հետ է մնում դրանից: Շարժման սկզբից ի՞նչ նվազագույն ժամանակ հետո փոքր գորտն առաջ կանցնի մեծ գորտից այնպես, որ մեծ գորտն այլևս չի հասնի դրան: Համարեք, որ գորտերը ցատկը կատարում են գրեթե ակնթարթորեն:

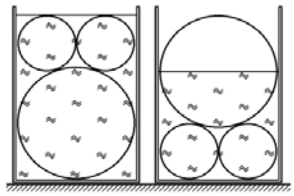
Լուծում:.Կառուցենք երկու գորտի շարժման գրաֆիկները, որտեղ հորիզոնական առանցքի վրա նշված է ժամանակը, ուղղաձիգ առանցքի վրա՝ փոքր գորտի s և մեծ գորտի S հեռավորությունները սանտիմետրերով շարժման սկզբնակետից: Նկարից երևում է, որ գրաֆիկների վերջին հատումը եղել է t=24վ պահին, երբ մեծ գորտը հանգստանում էր երկրորդ անգամ:



2. L երկարությամբ և m զանգվածով երկու համասեռ ձող չորս միատեսակ թելով կախված են առաստաղից: Թելերը կապված են ձողերի ծայրերից L/4 հեռավորության վրա: Գտեք վերին ձախ թելի լարման ուժը, եթե համակարգը հավասարակշռված է: Թելերն անկշիռ են:

Լուծում: Դիտարկենք ստորին ձողի հավասարակշռությունը: Քանի որ այն իրեն կապված թելերով համաչափ է ձողի ծանրության կենտրոնի նկատմամբ, ապա թելերի ձգման ուժերը կլինեն նույնը և հավասար mg/2:
Այժմ դիտարկենք վերին ձողը: Մտովի հեռացնենք ստորին թելերը ձողի հետ միասին, և դրանց փոխարեն կախենք m զանգվածով բեռ թելերի մեջտեղից: Դրանից վերին ձողի վրա ազդող գումարային ուժերը և մոմենտը չեն փոխվի: Այդ դեպքում վերին ձողի կշիռը հավասարապես կբաշխվի նրան կապված և ծանրության կենտրոնի նկատմամբ համաչափ դասավորված թելերի միջև, մինչդեռ m զանգվածով բեռի կշիռը կհամակշռվի միայն ձախ թելով: Այսպիսով, վերին ձախ թելի ձգման ուժը կլինի 3mg/2:

3.R_1 շառավղով երկու միատեսակ փոքր գունդը և $R_2=2R_1$ շառավղով մի մեծ գունդը տեղավորում են ուղղաձիգ պատերով գլանաձև անոթում: Անոթի շառավիղը փոքր-ինչ գերազանցում է մեծ գնդի շառավղին: Անոթը լցնում են ρ_0 խտությամբ հեղուկով: Եթե մեծ գունդը ներքևում է, ապա այն չի ազդում անոթի հատակին այն պահին, երբ հեղուկը ծածկում է փոքր գնդերը: Եթե մեծ գունդը վերևում է, ապա այն չի ազդում փոքր գնդերի վրա այն պահին, երբ հեղուկի մակարդակը հասնում է մեծ գնդի կենտրոնին: Որոշեք գնդերի ρ_1 և ρ_2 խտությունները: Գնդի ծավալը՝ $V=\frac{4}{3}\pi R^3$:



Լուծում: Գնդերի ծավալների համար ունենք $V_2=8V_1$: Փոքր գնդի խտությունը նշանակենք ρ_1, մեծինը՝ ρ_2: Այդ դեպքում փոքր գնդի զանգվածը կլինի $m_1=\rho_1V_1$, մեծինը՝ $m_2=\rho_2V_2=8\rho_2V_1$:
Այն, որ մեծ գունդը չի ազդում անոթի հատակին, նշանակում է, որ երեք գնդից կազմված համակարգը լողում է հեղուկում, այսինքն՝ արքիմեդյան ուժը հավասարակշռում է երեք գնդի ծանրության ուժին.

$$(2m_1+m_2)g=\rho_0(2V_1+V_2)g \Rightarrow \rho_1+4\rho_2=5\rho_0$$

Պայմանը, որ մեծ գունդը դադարում է ազդել փոքր գնդերի վրա, նշանակում է, որ միայն մեծ գունդն է լողում հեղուկում.

$$m_2g=\rho_0V_2g/2 \Rightarrow \rho_2=0{,}5\rho_0 \Rightarrow \rho_1=3\rho_0$$

4. A և B միատեսակ անոթներում լցված ջրի և սառույցի խառնուրդներն ունեն նույն զանգվածները: Անոթները դնում են միատեսակ էլեկտրասալիկների վրա և սկսում են անմիջապես չափել դրանց պարունակության ջերմաստիճանները: 30ր հետո A անոթում ջերմաչափը ցույց է տալիս $+2^{O}C$, իսկ ևս 15ր հետո՝ $+5^{O}C$: Որոշեք B անոթում դրված ջերմաչափի ցուցմունքները ժամանակի նույն պահերին, եթե հայտնի է, որ B անոթում սառույցի զանգվածը երկու անգամ մեծ է, քան A անոթում: Անոթների ջերմունակությունը և ջերմափոխանակումը շրջապատող միջավայրի հետ անտեսեք:
Լուծում: Նշանակենք P - էլեկտրասալիկի հզորությունը, λ - սառույցի հալման տեսակարար ջերմությունը, c - ջրի տեսակարար ջերմունակությունը, m_u - A անոթում սառույցի պարունակությունը, m - խառնուրդի

զանգվածը յուրաքանչյուր անոթում: B անոթում սառույցի զանգվածը 2m է: Անոթներում խառնուրդների սկզբնական ջերմաստիճանը $t_0=0^OC$ է:

A անոթի՝ $\tau_1=30$ր - ում ստացած ջերմաքանակը ծախսվում է սառույցի հալման և մինչև $t_{A1}=2^OC$ ջրի տաքացման համար.

$$Q_1 = P_0\tau_1 = m_u\lambda + mct_{A1}$$

Հաջորդող $\tau_2=\tau_1/2=15$ր - ում ջերմաքանակը ծախսվում է ջուրը մինչև $t_{A2}=2{,}5t_{A1}=5^OC$ տաքացնելու համար.

$$Q_2 = P_0\tau_2 = mc(t_{A2} - t_{A1})$$

Այստեղից՝

$$\frac{\tau_1}{\tau_2} = \frac{m_u\lambda + mct_{A1}}{mc(t_{A2} - t_{A1})} \Longrightarrow Q' = m_u\lambda = mc\left((t_{A2} - t_{A1})\frac{\tau_1}{\tau_2} - t_{A1}\right) = 2mct_{A1} = \frac{2}{3}Q_1,$$

որտեղ Q' - ը A անոթում սառույցի հալման համար պահանջվող ջերմաքանակն է:

Քանի որ B անոթում սառույցը երկու անգամ շատ է, քան A անոթում, ապա դրա հալման համար անհրաժեշտ է

$$Q'' = 2Q' = \frac{4}{3}Q_1 > Q_1$$

ջերմաքանակ, այսինքն՝ ավելի շատ, քան կտա էլեկտրասալիկը $\tau_1=30$ր - ում: Այսպիսով, $\tau_1=30$ր պահին B անոթում սառույցը դեռ հալված չի լինի և ջերմաստիճանը կլինի $t_{B1}=0^OC$:

$\tau_1+\tau_2=45$ր - ում էլեկտրասալիկը B անոթին կտա

$$Q = Q_1 + Q_2 = \left(\frac{\tau_2}{\tau_1} + 1\right)Q_1 = \frac{3}{2}Q_1$$

ջերմաքանակ: Ջուրը մինչև t_{B2} ջերմաստիճան տաքացնելու համար կծախսվի

$$Q - Q'' = \frac{1}{6}Q_1 = mct_{B2}$$

ջերմաքանակ: Այսպիսով՝ $t_{B2}=t_{A1}/2=1^OC$: