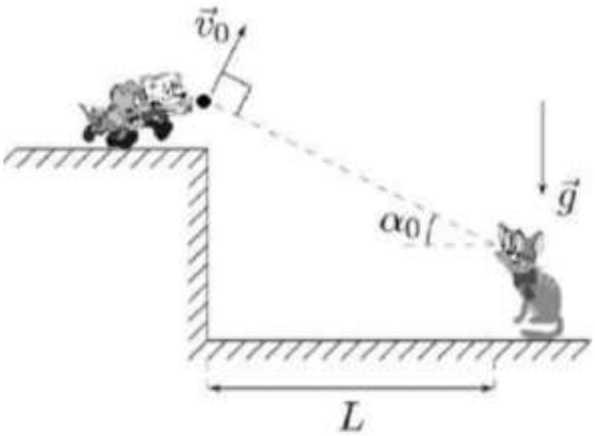
**ՖԻԶԻԿԱՅԻ ՀԱՆՐԱՊԵՏԱԿԱՆ ՕԼԻՄՊԻԱԴԱ**

Մարզային փուլ – 19.01.24թ. տևողությունը 180 րոպե (3 ժամ)

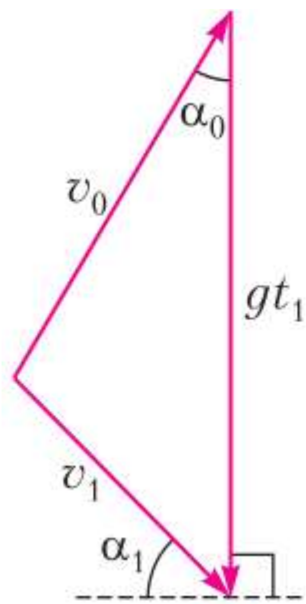
**10-րդ դասարան**




1) Լեոպոլդ կատուն նստած է հորիզոնական հատակին՝ ուղղաձիգ ժայռից $L$ հեռավորության վրա (տես նկարը): Ժայռի եզրից մկները նետում են քարը $v_0 = 10$ մ/վ արագությամբ: $\vec{v}_0$ արագության վեկտորը ուղղահայաց է «մուկ-կատու» միացնող ուղղին: Լեոպոլդ կատուն և քարի շարժման հետագիծը նույն հարթության մեջ են, ազատ անկման արագացումը $g = 10$ մ/վ$^2$: «Քար-կատու» միացնող ուղիղը հորիզոնի հետ $t = 0$ վ պահին կազմում է $\alpha_0 = 25^0$, իսկ նետումից $t_1$ ժամանակ անց «քար-կատու» միացնող ուղիղը հորիզոնի հետ կազմում է առավելագույն՝ $\alpha_1 = 38^0$ անկյուն:

ա) Ինչքա՞ն է $t_1$ ժամանակը:

բ) Ինչքա՞ն է Լեոպոլդի և ժայռի միջև $L$ հեռավորությունը:




Պետք է հասկանալ, որ «քար-կատու» միացնող ուղիղը հորիզոնի հետ կազմում է առավելագույն անկյուն այն պահին, երբ $\vec{v}_1$ ուղիղը ուղղված է «քար-կատու» միացնող ուղղի երկայնքով: $\vec{v}_0$, $\vec{g}t_1$, $\vec{v}_1$ վեկտորները կազմում են եռանկյունի այնպես, ինչպես պատկերված է նկարում **(1 միավոր)**: Առավելագույն անկյան դեպքում $\vec{v}_1$ վեկտորը հորիզոնի հետ կազմում է $\alpha_1$ անկյուն **(0,5 միավոր)**: Սինուսների կանոնի համաձայն՝

$$\frac{gt_1}{\sin\left(\frac{\pi}{2}+\alpha_1-\alpha_0\right)} = \frac{v_1}{\sin(\alpha_0)} = \frac{v_0}{\sin\left(\frac{\pi}{2}-\alpha_1\right)}$$ **(0,5 միավոր)**

Այստեղից

$$t_1 = \frac{v_0}{g}\frac{sin\left(\frac{\pi}{2}+\alpha_1-\alpha_0\right)}{sin\left(\frac{\pi}{2}-\alpha_1\right)} \approx 1{,}24 \text{ վ} \quad (\mathbf{0,5} \text{ միավոր})$$

Համարենք կատվի գտնվելու դիրքը, որպես հաշվարկման սկզբնակետ: $t_1$ պահին քարի $y$ կոորդինատը կլինի

$$y = h + v_0 t_1 \cos(\alpha_0) - \frac{gt_1^2}{2}$$ **(0,5 միավոր)**

$h$-ը ժայռի բարձրությունն է, սկզբնական տվյալներից հայտնի է, որ $h = L \cdot tg(\alpha_0)$: Իսկ կատվից քարի հեռավորությունը $x$ առանցքով կլինի՝

$$x = L - v_0 t_1 \sin(\alpha_0)$$ **(0,5 միավոր)**

Խնդրի տվյալներից գիտենք՝

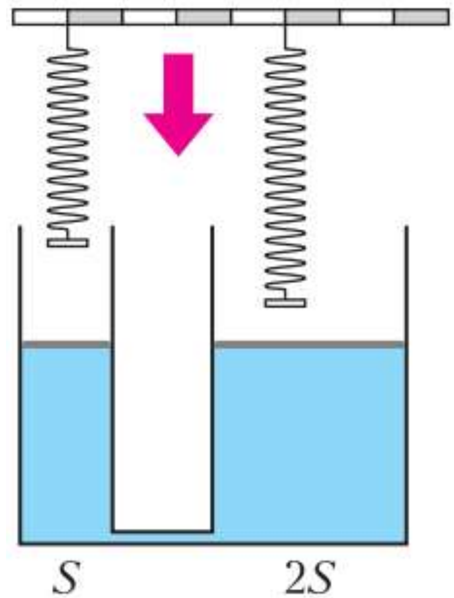
$$tg(\alpha_1) = \frac{y}{x}$$ **(0,5 միավոր)**

Այս բոլոր հավասարումներից ստանում ենք՝

$$L = \frac{v_0 t_1 \cos(\alpha_0) - \frac{gt_1^2}{2} + v_0 t_1 \sin(\alpha_0) tg(\alpha_1)}{tg(\alpha_1) - tg(\alpha_0)}$$ **(0,5 միավոր)**

$$L \approx 24.3 \text{ մ}$$ **(0,5 միավոր)**

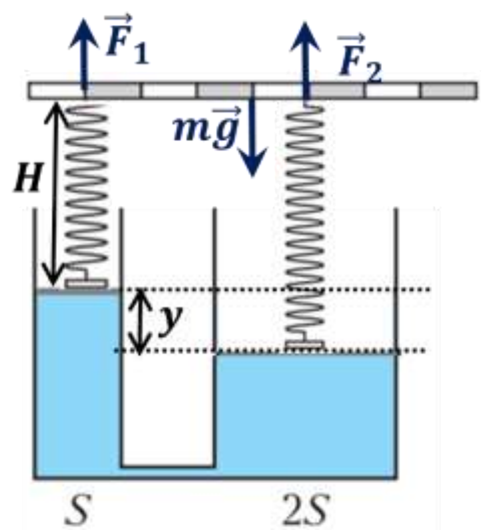
2) Զանգված ունեցող $8l$ երկարությամբ համասեռ ձողին ամրացված են երկու անկշիռ զսպանակ: Աջ զսպանակի կոշտությունը $k$ է, իսկ ձախինը $2k$: Աջ զսպանակի երկարությունը $l$-ով ավելին է քան ձախի երկարությունը: «Զսպանակ-ձող» համակարգը դնում են հաղորդակից անոթների վրա այնպես, ինչպես պատկերված է նկարում (մխոցները անկշիռ են): Պարզվում է, որ համասեռ ձողը մնում է հորիզոնական: Հաղորդակից անոթների մակերեսներն են $S$ (ձախինը), $2S$ (աջինը), իսկ հեղուկի խտությունը $\rho$ է: Գտնել համասեռ ձողի $m$ զանգվածը:




Գրենք ձողի ստատիկ հավասարակշռության մեջ գտնվելու անհրաժեշտ պայմանները՝

$$\begin{cases} F_1 + F_2 = mg \\ mg \cdot 3l = F_2 \cdot 4l \end{cases} \ (\mathbf{0.5}\ \text{միավոր})$$

Մոմենտների կանոնը գրված է ձախ զսպանակի ամրացման կետի նկատմամբ: $F_1$-ը և $F_2$-ը համապատասխանաբար ձախ և աջ զսպանակների կողմից ձողի վրա ազդող ուժերն են: Այս երկու հավասարումից ստացվում է՝
$F_1 = \frac{1}{4}mg$ և $F_2 = \frac{3}{4}mg$ **(0,5 միավոր)**




Մխոցների կողմից հեղուկի վրա ճնշումները կլինեն՝
$P_1 = \frac{mg}{4S}$ և $P_2 = \frac{3mg}{8S}$ (1) **(0,5 միավոր)**

Հիդրոստատիկայի կանոններից ունենք՝
$P_2 = P_1 + \rho g y$ (2) **(0,5 միավոր)**
Գրելով Հուկի օրենքը երկու զսպանակների համար ունենք՝

$$\begin{cases} 2k(L_0 - H) = \frac{1}{4}mg & (\mathbf{0,5}\ \text{միավոր}) \\ k(L_0 + l - H - y) = \frac{3}{4}mg & (\mathbf{1}\ \text{միավոր}) \end{cases}$$

Այս երկու հավասարումից կստանանք
$k(l - y) = \frac{5}{8}mg$ (3)
(1)-(3) հավասարումներից ունենք՝

$$k\left(l - \frac{mg}{8\rho g S}\right) = \frac{5}{8}mg$$

(լուծման ճիշտ ընթացքի համար **(1 միավոր)**)
Որտեղից էլ ստանում ենք՝

$$m = \frac{8kl}{g\left(5 + \frac{k}{\rho g S}\right)}$$ **(0,5 միավոր)**

3) Տաք ջրով լցված կալորաչափի մեջ գցում են սառույցի կտոր, որի ջերմաստիճանը $0^0C$ է: Ջերմային հավասարակշռության հաստատվելուց հետո տաք ջրի ջերմաստիճանը իջավ $12^0C$-ով: Երկրորդ միատեսակ սառույցի կտոր գցելուց հետո, եղած ջրի ջերմաստիճանը իջավ ևս $10^0C$-ով: Ինչքա՞նով կիջնի ջրի ջերմաստիճանը, եթե կալորաչափի մեջ գցենք երրորդ սառույցի կտորը (որը ամբողջությամբ հալում է): Ջերմային կորուստները և կալորաչափի ջերմունակությունը անտեսել: Պատասխանը ներկայացրեք $^0C$ միավորով և տասնորդական Ցելսիուսի ճշտությամբ:

Գրենք ջերմային հաշվեկշռի հավասարումը երեք դեպքերի համար՝

Մեկ սառույց գցելուց հետո

$$Mc(t_0 - \Delta t_1 - t_0) + m\lambda + mc(t_0 - \Delta t_1) = 0 \text{ (1 միավոր)}$$

Երկու սառույցի կտոր գցելուց հետո

$$Mc(t_0 - \Delta t_1 - \Delta t_2 - t_0) + 2m\lambda + 2mc(t_0 - \Delta t_1 - \Delta t_2) = 0 \text{ (1 միավոր)}$$

Երեք սառույցի կտոր գցելուց հետո

$$Mc(t_0 - \Delta t_1 - \Delta t_2 - \Delta t_3 - t_0) + 3m\lambda + 3mc(t_0 - \Delta t_1 - \Delta t_2 - \Delta t_3) = 0 \text{ (1 միավոր)}$$

Այս երեք հավասարումներից կազմված համակարգը լուծելուց ստանում ենք:

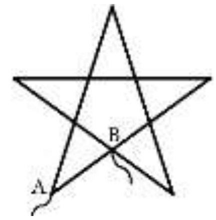
$$t_0 + \frac{\lambda}{c} = \frac{\Delta t_1(\Delta t_1 + \Delta t_2)}{\Delta t_1 - \Delta t_2} = 132^0C$$

Որտեղից ստանում ենք

$$\Delta t_3 = \frac{\left(t_0 + \frac{\lambda}{c}\right)(2\Delta t_1 - \Delta t_2) - 2\Delta t_1(\Delta t_1 + \Delta t_2)}{t_0 + \frac{\lambda}{c} + 2\Delta t_1} \text{ (1 միավոր)}$$

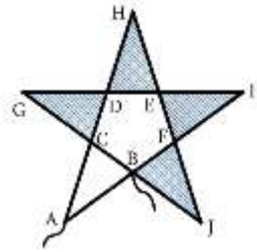
$$\Delta t_3 == \frac{1320}{156}\ {}^0C = 8.5^0C \text{ (1 միավոր)}$$

4) Հաղորդիչներից պատրաստված է հնգաթև աստղ, որի 15 հատվածներից յուրաքանչյուրի դիմադրությունը 20 Օմ է (հատվածի վերջնակետ է համարվում ցանկացած երկու հատվածի հատման կետ): Հոսանքի աղբյուրը միացված է $A$ և $B$ կետերին: Գտնել ստացված շղթայի դիմադրությունը:

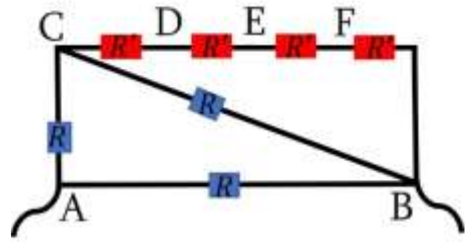



Դժվար չի նկատել, որ գծանշած եռանկյուններից յուրաքանչյուրի դիմադրությունը՝

$$R' = 2R/3 \text{ (1 միավոր)}$$




Հետևաբար աստղաձև հաղորդիչը կարող ենք ձևափոխել և այն ներկայացնել հետևյալ ձևով (1 միավոր).




Այստեղից էլ կարող ենք գտնել

$$R_{CFB} = 4R' = 8R/3 \text{ (0,5 միավոր)}$$

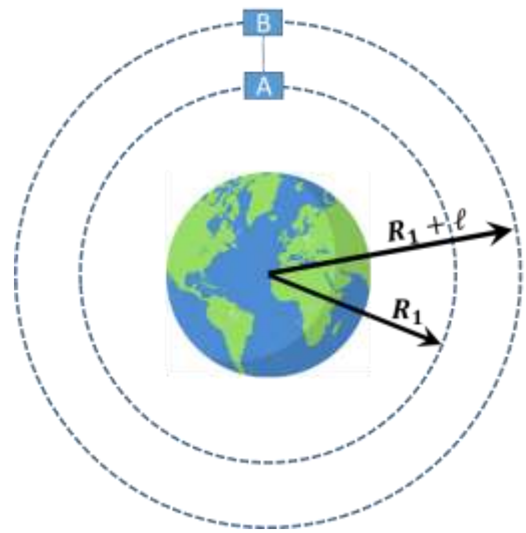
$$R_{CB} = \frac{R \cdot R_{CFB}}{(R + R_{CFB})} = \frac{8R}{11} \text{ (0,5 միավոր)}$$

$$R_{ACB} = R + R_{CB} = \frac{19R}{11} \text{ (1 միավոր)}$$

$$R_{AB} = R \cdot \frac{R_{ACB}}{(R + R_{ACB})} = \frac{19R}{30} \approx 12.7 \text{ Օմ (1 միավոր)}$$

Պատ.՝ 19 Օմ:

5) Անկշիռ պարանով կապված միատեսակ $A$ և $B$ արբանյակները պտտվում են երկրի շուրջ $R_1$ և $R_1+\ell$ երկարությամբ ուղեծրերով այնպես, որ պարանով անցնող ուղիղը միշտ անցնում է Երկրագնդի կենտրոնով: Հայտնի է, որ արբանյակի զանգվածը $m$ է, Երկրագնդի շառավիղը՝ $R$, ազատ անկման արագացումը երկրի մակերևույթի մոտ՝ $g$:




ա) Գտնել արբանյակները կապող պարանի լարումը:

բ) $A$ արբանյակում կշռում են $m_0$ զանգվածով բեռը զսպանակավոր կշեռքով, պահելով զսպանակը ուղեծրի շառավղի երկայնքով: Ինչքա՞ն է լինելու արբանյակում զսպանակավոր կշեռքի ցուցմունքը, եթե վերջինս Երկրի մակերևույթին ճիշտ է աշխատում:

ա) Գրենք դինամիկայի հավասարումները երկու արբանյակների համար՝

$$\begin{cases} mg\cdot\dfrac{R^2}{R_1^2}-T=mw^2R_1 & (\mathbf{1}\ \text{միավոր}) \\ mg\cdot\dfrac{R^2}{(R_1+l)^2}+T=mw^2(R_1+l) & (\mathbf{1}\ \text{միավոր}) \end{cases}$$

$$T=\frac{mgR^2\left(\frac{1}{R_1^3}-\frac{1}{(R_1+l)^3}\right)}{\frac{1}{R_1}+\frac{1}{R_1+l}}$$ **(0,5 միավոր)**

Պտտման անկյունային արագության համար կստանանք՝

$$w^2=\frac{gR^2}{2R_1+l}\left(\frac{1}{R_1^2}+\frac{1}{(R_1+l)^2}\right)\quad (\mathbf{0,5}\ \text{միավոր})$$

Կշեռքից կախված բեռի վրա ազդում է առաձգականության ուժը և գրավիտացիոն ուժը, դինամիկայի հավասարումներից ունենք՝

$$m_0g\frac{R^2}{R_1^2}-F_{\text{առ}}=m_0w^2R_1\quad (\mathbf{1}\ \text{միավոր})$$

Լուծման ընթացքի համար ունենք **(0,5 միավոր)**

Որտեղից ստանում ենք՝

$$F_{\text{առ}}=m_0g\left(\frac{R^2}{R_1^2}-\frac{w^2R_1}{g}\right)=m_0g\left(\frac{R^2}{R_1^2}-\frac{R_1\cdot R^2}{2R_1+l}\left(\frac{1}{R_1^2}+\frac{1}{(R_1+l)^2}\right)\right)\quad (\mathbf{0,5}\ \text{միավոր})$$

$$F_{\text{առ}}=m_0g\frac{R^2}{R_1^2}\left(1-\frac{1+\dfrac{1}{\left(1+\dfrac{l}{R_1}\right)^2}}{2\left(1+\dfrac{l}{2R_1}\right)}\right)\approx m_0g\frac{R^2}{R_1^2}\cdot\frac{3l}{2R_1}$$