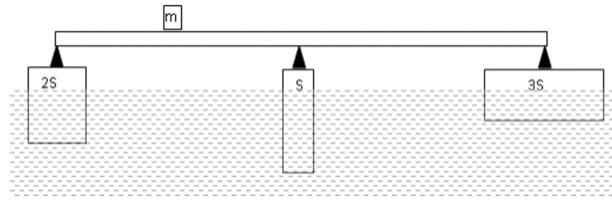
12-րդ դասարան

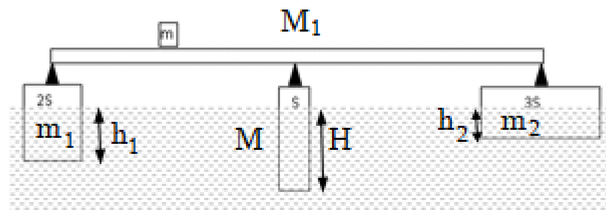
1. Լճի վրա կառուցվել է պոնտոնային կամուրջ՝ տախտակի տեսքով, երեք լողացող հենարանների վրա (տե՛ս նկարը): Հենարանները միմյանցից հավասարահեռ են: Հենարանների հատույթների մակերեսները համապատասխանաբար 2S, S և 3S են, որտեղ S = 1.0 մ² է: Առանց արտաքին բեռի կամուրջը հորիզոնական է: Որքա՞ն է 3S մակերեսով հենակն «ընկղմվում» ջրի մեջ, եթե 2S և S մակերեսներով հենարանների մեջտեղում դրվում է m = 116 կգ զանգվածով մարմին:



Լուծում Նշանակումները նշված են նկարում: Երբ լրացուցիչ բեռ չկա, համակարգի հավասարակշռության պայմաններն են.

$\{m_1 g - \rho g h_1 \cdot 2S\} L = \{m_2 g - \rho g h_2 \cdot 3S\} L$,

$m_1 g - \rho g h_1 \cdot 2S + m_2 g - \rho g h_2 \cdot 3S - \rho g H \cdot S + M g + M_1 g = 0$:



Եթե լրացուցիչ բեռը դնելուց հետո կենտրոնական զլանը իջնում է x_1-ով, իսկ այդ նոր հորիզոնական դիրքից աջ զլանը բարձրանում է x_2-ով, ապա կենտրոնական կետի նկատմամբ մոմենտների հավասարումից ունենք $\{m_1 g - \rho g(h_1 + x_1 + x_2) \cdot 2S\} L + mgL/2 = \{m_2 g - \rho g(h_2 + x_1 - x_2) \cdot 3S\}$L, իսկ ուժերի գումարի զրո լինելու պայմանն է

$m_1 \mathrm{g} - \rho \mathrm{g}(h_1 + x_1 + x_2) \cdot 2\mathrm{S} + \mathrm{mg} + m_2 \mathrm{g} - \rho \mathrm{g}(h_2 + x_1 - x_2) \cdot 3\mathrm{S} - \rho g(H + x_1) \cdot S + M g + M_1 g = 0$:

Առաջին պայմանից, հաշվի առնելով մինչև բեռը դնելու պայմանը, ստանում ենք

$-\rho g(x_1 + x_2) \cdot 2S + mg/2 = -\rho g(x_1 - x_2) \cdot 3S \rightarrow x_1 + \alpha/2 = 5x_2$,

որտեղ $\alpha = \frac{m}{\rho S}$:

Երկրորդ հավասարումից ստանում ենք

$$-\rho \mathrm{g}(x_1 + x_2) \cdot 2\mathrm{S} + \mathrm{mg} - \rho \mathrm{g}(x_1 - x_2) \cdot 3\mathrm{S} - \rho g x_1 \cdot S = 0 \rightarrow -6x_1 + x_2 + \alpha = 0.$$

Լուծելով համակարգը ստանում ենք $x_2 = \frac{4\alpha}{29}, x_1 = \frac{11\alpha}{58}$: Այժմ կարող ենք գտնել աջ պոնտոնի լրացուցիչ ընկղումը՝

$$x_1 - x_2 = \frac{3\alpha}{58} = 6\text{մմ}:$$

2. Անկշիռ, բարակ մխոցը ազատ շարժվում է երկու ծայրը փակ 1 լիտրանոց անոթում: Մխոցի տակ գտնվող տարածք ներմուծվում են m_1 = 0,1 գ ջուր, մխոցից վերևի տարածություն՝ ազոտի m_2= 0,5գ զանգված: Ի՞նչ հարաբերությամբ կբաժանի մխոցն անոթի ծավալը, եթե համակարգը տաքացնեն մինչև 100⁰C:

Լուծում: Դիցուք գոլորշին մխոցի տակ հագեցած է: Այդ դեպքում դրա ճնշումը 100⁰C-ում $p = 10^5$Պա է: Ազոտի ճնշումը նույնպես $p = 10^5$Պա է և դարա զբաղեցրած ծավալը կլինի

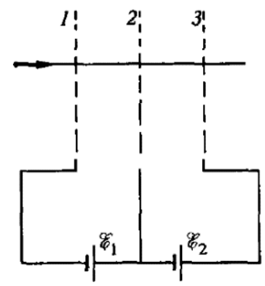
$V_{N_2} = \frac{\nu RT}{p} = \frac{0.5}{28} \cdot 8.3 \cdot 373/10^5 = 5.5 \cdot 10^{-4}\text{մ}^3 = 0.55$լ:

Ուրեմն ջուրը զբաղեցնում է $V_ջ = 0.55$լ: Եթե ջրի ճնշումը $p = 10^5$Պա է, դրա զանգվածը պետք է լինի նվազագույնը $m = M_ջ \cdot \frac{pV_ջ}{RT} = 18 \cdot \frac{10^5 \cdot 4.5 \cdot 10^{-4}}{8.3 \cdot 373} = 2.6 \cdot 10^{-3} = 2.6$գ:

Քանի որ համաձայն խնդրի պայմանի մխոցի տակ կա միայն 0,1գ ջուր, ենթադրությունը որ գոլորշին հագեցած է սխալ է և ջուրը լրիվ գոլորշիանում է: Ունենք որ ազոտի և գոլորշու ճնշումները ու ջերմաստիճանները հավասար են, դրանց զբաղեցրած ծավալները համեմատական են նյութերի քանակին.

$$\frac{V_{N_2}}{V_{\text{ջ}}} = \frac{m_2/M_2}{m_1/M_1} = \frac{0.5 \cdot 18}{0.1 \cdot 28} = 3.2:1$$

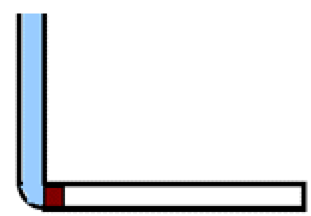
3. $q/m = 0{,}96 \cdot 10^8$ Կլ/ կգ տեսակարար լիցքով պրոտոնը թռչում է երեք հարթ մետաղական ցանցերի համակարգի վրա, որոնց միջև երկու $\mathcal{E}_1 = 500$Վ և $\mathcal{E}_2 = 200$Վ ԷԼՇուներով աղբյուրների օգնությամբ պահպանվում են հաստատուն պոտենցիալների տարբերություններ (տես նկ.): Երկրորդ ցանցի աջ կողմում գտնվող $d/4$-րդ հեռավորության վրա գտնվող կետում պրոտոնի արագությունը հավասարվում է զրոյի: Ինչքա՞ն էր պրոտոնի արագությունը ցանցերից մեծ հեռավորության վրա: Ցանցերի միջև հեռավորությունները հավասար են d-ի և շատ փոքր են ցանցերի լայնակի չափերից:



Լուծում: Նշանակենք 1 ցանցի պոտենցիալը $\varphi_1 = 0$, այդ դեպքում երկրորդինը կլինի $\varphi_2 = \mathcal{E}_1$, երրորդինը՝ $\varphi_3 = \mathcal{E}_1 + \mathcal{E}_2$: d-ից մեծ հեռավորությունների վրա ցանցերի ստեղծած էլեկտրական դաշտի լարվածությունը ձախից և աջից իրար հավասար են, հետևաբար եթե շատ հեռու հեռավորության վրա պոտենցիալը նշանակենք φ,ապա կարող ենք գրել $\varphi - 0 = \mathcal{E}_1 + \mathcal{E}_2 - \varphi$, որտեղից ստանում ենք $\varphi = (\mathcal{E}_1 + \mathcal{E}_2)/2$: Եթե պրոտոնի արագությունը անսահմանությունում v ապա էներգիայի պահպանման օրենքից ունենք $\frac{mv^2}{2} + q\varphi = q(\mathcal{E}_1 + \mathcal{E}_2/4)$,որտեղից ստանում ենք $\frac{mv^2}{2} = q(\mathcal{E}_1/2 - \mathcal{E}_2/4)$: Այստեղից

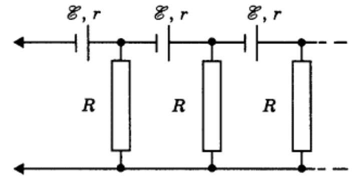
$$v = \sqrt{\frac{(2\mathcal{E}_1 - \mathcal{E}_2)q}{2m}}:$$

4.Ուղիղ անկյունով թեքված հաստատուն հատույթով խողովակի ուղղաձիգ ծունկը լցված է հեղուկով, որը կարելի է համարել իդեալական: Այս ծնկի բարձրությունը հավասար է L- ի (որը զգալիորեն մեծ է խողովակի լայնական չափերից), իսկ հորիզոնական ծնկի մեջ դրա անցումը փակում է թեթև խցանը: Ինչ-որ պահի խցանը բաց են թողնում: Դրանից հետո ինչքա՞ն ժամանակ հետո խցանը դուրս կգա խողովակից: Հորիզոնական ծնկի երկարությունը 3L / 2 է:

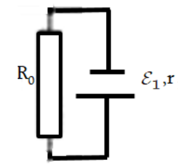


Լուծում Երբ մխոցը տեղաշարժվում է x-ով ապա հեղուկի ρLS զանգվածի և խցանը վրա ազդում է $\rho g(L-x)S$ ուժ: Շարժման հավասարումը կլինի $(\rho LS + m)x'' = \rho g(L-x)S$, որտեղ m-ը խցանի զանգվան է : Նշանակենք $L - x = y \to y'' = -x''$ ու y-ի համար ստանումենք հավասարում կլինի $(\rho LS + m)y'' = -\rho gSy$, որի լուծումն է $y = L - x = Lcos(\omega t)$, որը բավարարում է սկզբնական պայմաններին՝ երբ $t = 0$վ $x = 0$մ: Այստեղ $\omega = \sqrt{\frac{\rho gS}{\rho LS + m}}$
պարբերությունը $T = 2\pi\sqrt{\frac{\rho LS+m}{\rho gS}}$: Եթե խցանը տեղաշարժվում է L-ով, անցնում է $t_1 = \frac{T}{4} = \frac{\pi}{2}\sqrt{\frac{\rho LS+m}{\rho gS}}$ ժամանակ և հեղուկը շարժվում է ωL արագությամբ: Հետևաբար մնացած $L/2$ ճանապարհը կանցնի $t_2 = \frac{L/2}{\omega L} = \frac{1}{2}\sqrt{\frac{\rho LS+m}{\rho gS}}$ ժամանակում: Այսպիսով խցանը դուրս կգա խողովակից $t = t_1 + t_2 = \frac{\pi+1}{2}\sqrt{\frac{\rho LS+m}{\rho gS}}$

5. Նույն r ներքին դիմադրությամբ $\mathcal{E}$ ԷԼՇուները միացված միննույն R դիմադրիչներով նկարում ցուցադրված անվերջ շղթա: Որոշեք այն մարտկոցի ԷԼՇուն և դրա ներքին դիմադրությունը, որով կարելի է փոխորինել այդ շղթան:

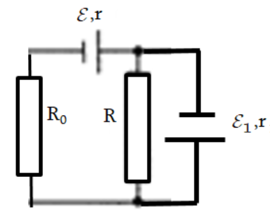


Լուծում. Դիցուք շղթան փոխարիմում ենք $\mathcal{E}_1$-ով, որի ներքին դիմադրությունը r_1 է: Այդ դեպքում, եթե դրան միացնենք արտաքին R_0 դիմադրություն, հոսանքի ուժը այդ դիմադրությունում կլինի



$$I = \frac{\mathcal{E}_1}{R_0 + r_1}:$$

Նույն հոսանքի ուժը պետք է ստացվի շղթայում, որում առաջին տեղամասից հետո բոլոր մարտկոցները նորից փոխարինվել են $\mathcal{E}_1$, r_1-ով: Եթե նշանակենք R_0 դիմադրությամբ հոսանքի ուժը I և $\mathcal{E}_1$-ով հոսանքի ուժը I_1, ապա ունենք՝



$$I(R_0 + r) + R(I - I_1) = \mathcal{E}, \quad I(R_0 + r) + r_1 I_1 = \mathcal{E} + \mathcal{E}_1:$$

Այս հավասարումներից դուրս հանելով I_1-ը ստանում ենք

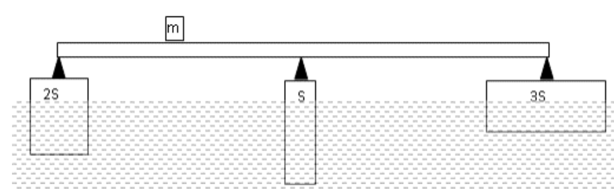
$$I = \frac{\mathcal{E}r_1 + (\mathcal{E}_1 + \mathcal{E})R}{(R_0 + r)(R + r_1) + Rr_1} = \frac{[\mathcal{E}r_1 + (\mathcal{E}_1 + \mathcal{E})R]/(R + r_1)}{R_0 + r + Rr_1/(R + r_1)}:$$

Համեմատելով ստացված հավասարումը նախորդ արտահայտության հետ ստանում ենք $r + \frac{Rr_1}{R + r_1} = r_1$, $[\mathcal{E}r_1 + (\mathcal{E}_1 + \mathcal{E})R]/(R + r_1) = \mathcal{E}_1$:

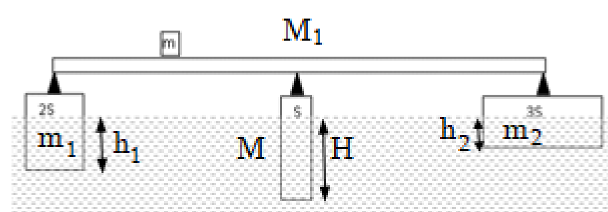
Առաջին հավասարումից ունենք՝ $r_1 = \frac{r + \sqrt{r^2 + 4Rr}}{2}$, երկրորդից ՝ $\mathcal{E}_1 = \mathcal{E}\left(1 + \frac{R}{r_1}\right)$

11-րդ դասարան

1. Լճի վրա կառուցվել է պոնտոնային կամուրջ ՝ տախտակի տեսքով, երեք լողացող հենարանների վրա (տե՛ս նկարը): Հենարանները միմյանցից հավասարահեռ են: Հենարանների հատույթների մակերեսները համապատասխանաբար $2S$, S և $3S$ են, որտեղ $S = 1.0$ մ² է: Առանց արտաքին բեռի կամուրջը հորիզոնական է: Որքա՞ն է 3S մակերեսով հենակն «ընկղմվում» ջրի մեջ, եթե $2S$ և S մակերեսներով հենարանների մեջտեղում դրվում է $m = 116$ կգ զանգվածով մարմին: Ջրի խտությունը՝ ρ = 1000կգ/մ³



Լուծում Նշանակումները նշված են նկարում: Երբ լրացուցիչ բեռ չկա, համակարգի հավասարակշռության պայմաններն են.
$\{m_1 g - \rho g h_1 \cdot 2S\}L = \{m_2 g - \rho g h_2 \cdot 3S\}L$,
$m_1 g - \rho g h_1 \cdot 2S + m_2 g - \rho g h_2 \cdot 3S - \rho g H \cdot S = Mg + M_1 g$:
Եթե լրացուցիչ բեռը դնելուց հետո կենտրոնական գլանը իջնում է x_1-ով, իսկ աջ նոր հորիզոնական դիրքից աջ գլանը բարձրանում է x_2-ով, ապա կենտրոնական կետի նկատմամբ մոմենտների հավասարումից ունենք $\{m_1 g - \rho g(h_1 + x_1 + x_2) \cdot 2S\}L + mgL/2 = \{m_2 g - \rho g(h_2 + x_1 - x_2) \cdot 3S\}$L, իսկ ուժերի գումարի զրո լինելու պայմանն է
$m_1 \mathrm{g} - \rho \mathrm{g}(h_1 + x_1 + x_2) \cdot 2\mathrm{S} + \mathrm{mg} + m_2 \mathrm{g} - \rho \mathrm{g}(h_2 + x_1 - x_2) \cdot 3\mathrm{S} - \rho g(H + x_1) \cdot S = Mg + M_1 g$:



Առաջին պայմանից, հաշվի առնելով մինչև բեռը դնելու պայմանը, ստանում ենք
$-\rho g(x_1 + x_2) \cdot 2S + mg/2 = -\rho g(x_1 - x_2) \cdot 3S \rightarrow x_1 + \alpha/2 = 5x_2$,
որտեղ $\alpha = \frac{m}{\rho S}$:

Երկրորդ հավասարումից ստանում ենք
$-\rho g(x_1+x_2)\cdot 2S+mg-\rho g(x_1-x_2)\cdot 3S-\rho g x_1\cdot S=0\rightarrow -6x_1+x_2+\alpha=0.$

Լուծելով համակարգը ստանում ենք $x_2=\frac{4\alpha}{29}, x_1=\frac{11\alpha}{58}$: Այժմ կարող ենք գտնել աջ պոնտոնի լրացուցիչ ընկղումը՝

$$x_1-x_2=\frac{3\alpha}{58}=6\text{մմ}$$

2. Անկշիռ, բարակ մխոցը ազատ շարժվում է երկու ծայրը փակ 1 լիտրանոց անոթում: Մխոցի տակ գտնվող տարածք ներմուծվում են m_1 = 0,1 գ ջուր, մխոցից վերևի տարածություն՝ ազոտի m_2= 0,5գ զանգված: Ի՞նչ հարաբերությամբ կբաժանի մխոցն անոթի ծավալը, եթե համակարգը տաքացնեն մինչև 100⁰C:

Լուծում: Դիցուք գոլորշին մխոցի տակ հագեցած է: Այդ դեպքում դրա ճնշումը 100⁰C-ում $p=10^5$Պա է: Ազոտի ճնշումը նույնպես $p=10^5$Պա է և դարա զբաղեցրած ծավալը կլինի
$V_{N_2}=\frac{\nu RT}{p}=\frac{0.5}{28}\cdot 8.3\cdot 373/10^5=5.5\cdot 10^{-4}\text{մ}^3=0.55\text{լ}$:
Ուրեմն ջուրը զբաղեցնում է $V_{\text{ջ}}=0.55\text{լ}$: Եթե ջրի ճնշումը $p=10^5$Պա է, դրա զանգվածը պետք է լինի նվազագույնը $m=M_{\text{ջ}}\cdot\frac{pV_{\text{ջ}}}{RT}=18\cdot\frac{10^5\cdot 4.5\cdot 10^{-4}}{8.3\cdot 373}=2.6\cdot 10^{-3}=2.6\text{գ}$:
Քանի որ համաձայն խնդրի պայմանի մխոցի տակ կա միայն 0,1գ ջուր, ենթադրությունը որ գոլորշաին հագեցած է սխալ է և ջուրը լրիվ գոլորշիանում է: Ունենք որ ազոտի և գոլորշու ճնշումները ու ջերմաստիճանները հավասար են, դրանց զբաղեցրած ծավալները համեմատական են նյութերի քանակին.

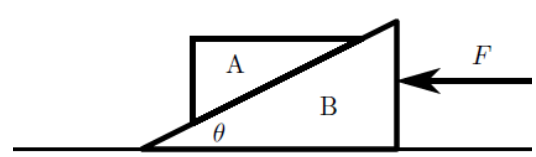
$$\frac{V_{N_2}}{V_{\text{ջ}}}=\frac{m_2/M_2}{m_1/M_1}=\frac{0.5\cdot 18}{0.1\cdot 28}=3.2:1$$

3. $-q$ լիցքով և m զանգվածով մասնիկն առանց սկզբնական արագության t ժամանակում հասնում է $+Q$ լիցքով և R շառավղով անշարժ գնդին դրա կենտրոնից L հեռավորությունից: Ինչքա՞ն ժամանակում կհասնի այդ լիցքը ազատ, $+Q$ լիցքով, M զանգվածով և R շառավղով գնդին նույն հեռավորությունից:

Լուծում Եթե L_1 հեռավորության վրա լիցքերի պոտենցիալ էներգիայի փոփոխությունը U է, ապա անշարժ մեծ գնդի դեպքում $-q$ լիցքի արագությունը $v=\sqrt{\frac{2U}{m}}$ և հեռավորությունը փոխվում ΔL-ով

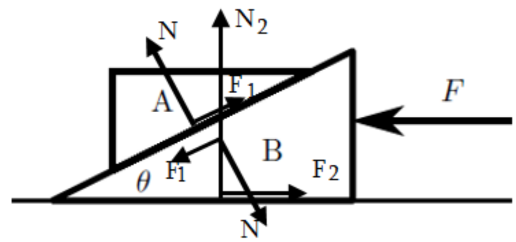
$\Delta t=\frac{\Delta L}{v}$ ժամանակում: Երբ մեծ գունդը նույնպես շարժվում է, ապա էներգիայի պահպանումից ունենք $U=\frac{p^2}{2m}+\frac{p^2}{2M}$, որտեղ p – ն գնդիկի իմպուլսն է: Այստեղից ստանում ենք, $v_1=\sqrt{\frac{2U}{m(M+m)}M}$ և այդ արագությամբ նա պետք է անցնի ΔL-ի $\Delta L\frac{M}{M+m}$ մասը: Դրա համար պահանջվում է $\Delta t_1=\frac{\Delta L}{v_1}\frac{M}{M+m}=\Delta t\sqrt{\frac{M}{M+m}}$ ժամանակ: Լրիվ ճանապարհը անցնելու ժամանակները նույնպես կհարաբերվեն՝ է $t_1=t\sqrt{\frac{M}{M+m}}$

4. Երկու սեպ տեղադրված են հորիզոնական մակերևույթի վրա (տե՛ս նկ.): Սեպերի միջև շփման գործակիցը μ է, ներքևի B սեպի և հորիզոնական մակերևույթի միջև շփման գործակիցը՝



նույնպես μ , իսկ սեպի անկյունը θ է: Վերին A սեպի զանգվածը m է, ներքևի սեպի զանգվածը՝ $M = 2\,m$: Ներքևի սեպի ձախ նիստին ուղղահայաց կիրառվում է F ուժ, ինչպես ցույց է տրված նկարում: Որոշեք F ուժի արժեքների տիրույթը, որի դեպքում վերին սեպը չի սահի ներքևի սեպի վրայով: Արտահայտեք ձեր պատասխանը m, g, θ, ու μ -ի միջոցով:

Լուծում Նկարում ցույց են տրված համակարգում ազդող ուժերը այն դեպքի համար, երբ վերևի սեպի վրա ազդող F_1 շփման ուժը ուղղված է սեպի երկայնքով դեպի վեր: Եթե համակարգը շարժվում է առանց հարաբերական շարժման, $F - \mu N_2 = (M + m)a$: Քանի որ $N_2 = (M + m)g$, ստանում ենք



$a = \frac{F}{M+m} - \mu g$:

Վերևի սեպի համար ունենք.$N\,cos\,\theta + F_1\,sin\,\theta = mg, N\,sin\,\theta - F_1\,cos\,\theta = ma$: Այստեղից ստանում ենք $N = mg\,cos\,\theta + ma\,sin\,\theta$, $F_1 = mgsin\theta - ma\,cos\,\theta$: Քանի որ F_1 դադարի շփման ուժ է՝ $F_1 \leq \mu N$, wusti

$\mathrm{mgsin}\theta - \mathrm{ma}\,cos\,\theta \leq \mu(\mathrm{mg}\,cos\,\theta + \mathrm{ma}\,sin\,\theta) \rightarrow ma \geq \frac{\mathrm{mg}(\sin\theta - \mu\,cos\,\theta)}{\mu\sin\theta + \,cos\,\theta}$:

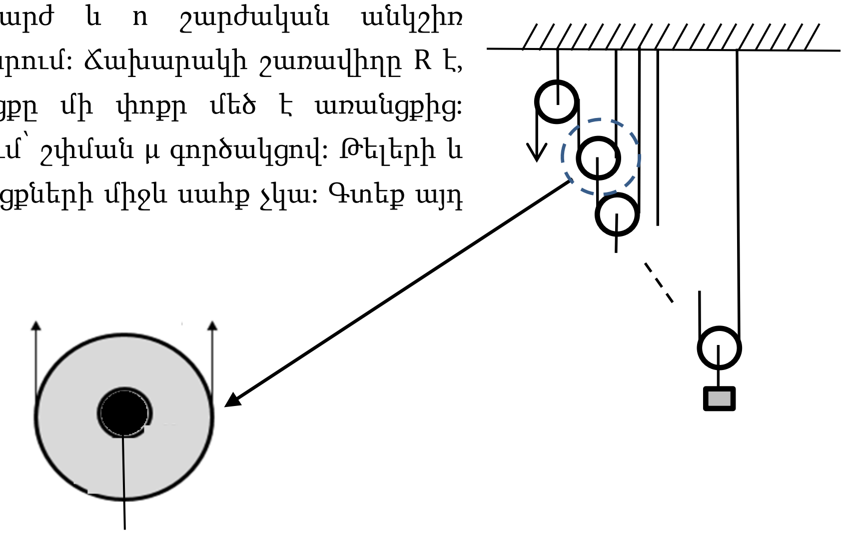
Օգտվելով նախորդ արտահայտությունից ստանում ենք, որ եթե շփման ուժը ուղղված է դեպի վերի համակարգի վրա ազդող ուժը

$$F \geq (m + M)g\,\frac{(1+\mu^2)tg\theta}{(1+\mu)tg\theta}:$$

Երբ F –ը մեծանում է և շփման ուժը ուղղված է դեպի ներքև նույնանման հաշվարկներով ստանում ենք, որ վերևի սեպը չի շարժվում ներքևինի նկատմամբ եթե

$$F \leq (m + M)g\,\frac{2\mu + (1 - \mu^2)tg\theta}{(1 - \mu)tg\theta}:$$

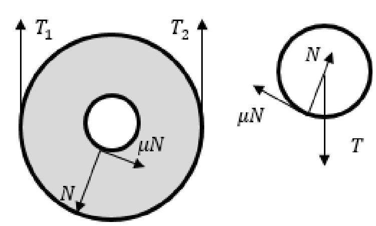
5. Համակարգը բաղկացած է մեկ անշարժ և n շարժական անկշիռ ճախարակներից՝ ինչպես ցույց է տրված նկարում: Ճախարակի շառավիղը R է, դրա առանցքինը՝ r, իսկ ճախարակի անցքը մի փոքր մեծ է առանցքից: Ճախարակի և իր առանցքի մեջ առկա է շփում՝ շփման μ գործակցով: Թելերի և ճախարակների, ինչպես նաև թելերի և առանցքների միջև սահք չկա: Գտեք այդ համակարգի ՕԳԳ-ն:



Լուծում

Դիտարկենք շարժական ճախարակը, որի առանցքից կախված թելն ունի T լարվածություն: Առանցքի վրա հավասարակշռությունից ունենք.

$$\begin{cases} N\sin\alpha = \mu N\cos\alpha \\ N\cos\alpha + \mu N\sin\alpha = T \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \mathrm{tg}\,\alpha = \mu \\ \mu N = T\,\dfrac{\mu}{\sqrt{1+\mu^2}} \end{cases}$$



Որտեղ α-ն N-ի՝ ուղղաձիգի հետ կազմած անկյունն է: Այստեղ մոմենտներ գրելը միանշանակ սխալ է, քանի որ թելի առաջացրած մոմենտի մասին ոչինչ հայտնի չէ: Ճախարակի վրա հավասարակշռությունից և մոմենտներից ունենք.

$$\begin{cases} T_1 + T_2 = T \\ RT_1 - RT_2 = r\mu N \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} T_1 = \dfrac{T}{2}\left(1 + \dfrac{\mu}{\sqrt{1+\mu^2}}\dfrac{r}{R}\right) \\ T_2 = \dfrac{T}{2}\left(1 - \dfrac{\mu}{\sqrt{1+\mu^2}}\dfrac{r}{R}\right) \end{cases}$$

Ակնհայտ է, որ n շարժական ճախարակներից հետո թելի լարվածությունը կլինի

$$T_n = \frac{mg}{2^n}\left(1 + \frac{\mu}{\sqrt{1+\mu^2}}\frac{r}{R}\right)^n$$

Անշարժ ճախարակի համար հավասարումները նույնն են, ու դրանից հետո թելի լարումը կլինի.

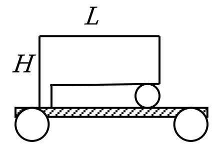
$$T_{\text{կ}} = \frac{mg}{2^n}\frac{\left(1 + \dfrac{\mu}{\sqrt{1+\mu^2}}\dfrac{r}{R}\right)^{n+1}}{1 - \dfrac{\mu}{\sqrt{1+\mu^2}}\dfrac{r}{R}}$$

Բեռը l-ով բարձրացնելու համար պետք է քաշել թելը $2^n l$-ով, և ՕԳԳ-ի համար կստանանք.

$$\eta T_{\text{կ}} \cdot 2^n l = mgl \Rightarrow \eta = \frac{1 - \dfrac{\mu}{\sqrt{1+\mu^2}}\dfrac{r}{R}}{\left(1 + \dfrac{\mu}{\sqrt{1+\mu^2}}\dfrac{r}{R}\right)^{n+1}}$$

10-րդ դասարան

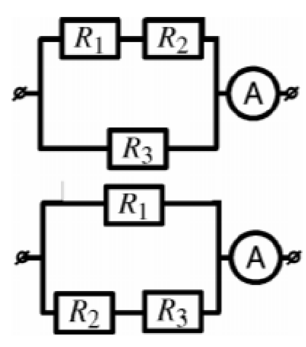
1. Երկաթուղային վագոնի մեջ, պատերից հեռու, գտնվում է H բարձրությամբ և L երկարությամբ արկղ, որը մի կողմից ունի փոքր անիվներ: Երբ գնացքի թափավազքի արագացումը գերազանցում է a_0 արժեքը, արկղը սկսում է շարժվել աջ վագոնի նկատմամբ:



ա/ Ի՞նչ նվազագույն արագացմամբ պետք է արգելակի գնացքը, որպեսզի արկղը շարժվի ձախ վագոնի նկատմամբ:
բ/ Ի՞նչ արագացմամբ արգելակման դեպքում արկղը շուռ կգա:
գ/ a_0 – ի ի՞նչ արժեքների դեպքում արգելակման ժամանակ արկղը շուռ կգա:

Լուծում: Դիտարկենք արկղի վրա ազդող ուժերը և գրենք Նյուտոնի II օրենքն արկղի համար՝ պրոյեկտած հորիզոնական և ուղղաձիգ առանցքների վրա.
$N_1 + N_2 - mg = 0, \qquad F_{2փ} = ma_0$:
Սահելու պահին $F_{2փ} = \mu N_1$: Գրենք նաև արկղի չպտտվելու պայմանը՝ մոմենտների կանոնը ծանրության կենտրոնի նկատմամբ.
$F_{2փ}\frac{H}{2} + N_1\frac{L}{2} - N_2\frac{L}{2} = 0$:
Այս հավասարումներից կստանանք՝ $\mu = \frac{2a_0}{g - a_0\frac{H}{L}}$ (1):
Արգելակման ժամանակ շփման ուժը կլինի $F'_{2փ} = ma$ և ուղղված կլինի դեպի աջ: Մյուս հավասարումները կլինեն
$N'_1 + N'_2 - mg = 0\ , \quad -F'_{2փ}\frac{H}{2} + N'_1\frac{L}{2} - N'_2\frac{L}{2} = 0$:
Սահելու պահին $F'_{2փ} = \mu N'_1$, որտեղից
$\mu = \frac{2a}{g + a\frac{H}{L}}$ (2):
Հավասարեցնելով (1)-ը և (2)-ը, կստանանք՝ $a = \frac{a_0}{1 - 2\frac{a_0 H}{g\ L}}$:
Արկղը շուռ գալու պահին $N'_2 = 0,\ \ N'_1 = mg\ \ ,\ \ -F'_{2փ}\frac{H}{2} + N'_1\frac{L}{2} = 0\ \ ,\ \ F'_{2փ} = ma_{սահմ}$, որտեղից $a_{սահմ} = g\frac{L}{H}$, $\mu_{սահմ} = \frac{L}{H}$:
Եթե (1) բանաձևից $\mu > \mu_{սահմ}$, այսինքն՝ $a_0 > \frac{gL}{3H}$, ապա արգելակվելիս արկղը միանգամից շուռ կգա:

2. Ունենք 1 Օմ, 4 Օմ, 5 Օմ դիմադրություններ, սակայն դրանց վրա նշված չեն արժեքները: Եթե այդ դիմադրություններով հավաքենք նկարում պատկերված վերևի շղթան և միացնենք 1,2 Վ լարման աղբյուրին, ապա ամպերաչափը ցույց կտա 0,5 Ա: Իսկ եթե հավաքենք ներքևի շղթան և միացնենք նույն լարման աղբյուրին, ապա ամպերաչափը կփչանա:

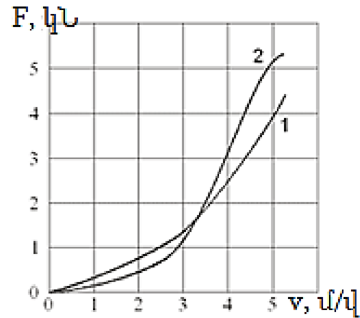


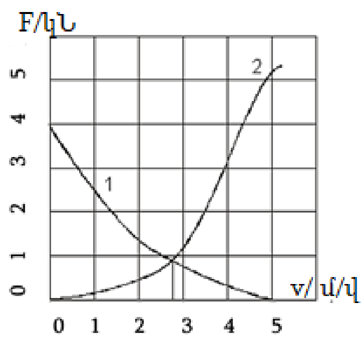
ա/ Ինչքա՞ն են R_1, R_2, R_3 դիմադրությունները: Ամպերաչափը փչանում է, երբ հոսանքի ուժը նրանում գերազանցում է 1 Ա:
բ/ Հիմա ոչ թե հավաքում ենք երկրորդ շղթան, այլ փոխում ենք R_2 դիմադրության և ամպերաչափի տեղերը: Հնարավո՞ր է արդյոք կռահել ամպերաչափի ցուցմունքն առանց հստակ իմանալու դիմադրությունները: Ամպերմետրերը իդեալական են:

Լուծում: ա/ Ընդհանուր դիմադրությունները `$R_{01} = \frac{(R_1+R_2)R_3}{R_1+R_2+R_3}$, $R_{02} = \frac{(R_2+R_3)R_1}{R_1+R_2+R_3}$: Հոսանքի ուժն առաջին դեպքում՝ $I_1 = \frac{U}{R_{01}} = \frac{U(R_1+R_2+R_3)}{(R_1+R_2)R_3}$; $(R_1+R_2)R_3 = \frac{U(R_1+R_2+R_3)}{I_1} = 24$: Դիտարկելով հնարավոր տարբերակները, կստանանք $R_1 + R_2 = 6$ Օմ, $R_3 = 4$ Օմ: Ենթադրենք $R_1 = 5$ Օմ, $R_2 = 1$ Օմ: Այդ դեպքում հոսանքի ուժը երկրորդ շղթայում կլիներ $I_2 = \frac{U}{R_{02}} = \frac{U(R_1+R_2+R_3)}{(R_2+R_3)R_1} = 0{,}48$ Ա, որի դեպքում ամպերաչափը չէր փչանա: Հետևաբար $R_1 = 1$ Օմ, $R_2 = 5$ Օմ:

բ/ Եթե ամպերաչափի ցուցմունքը նշանակենք I´, ապա այն կորոշվի հետևյալ հավասարումից.
$I'R_1 + \left(I' + \frac{I'R_1}{R_3}\right)R_2 = U$, որտեղից $I' = \frac{U}{R_1+R_2+\frac{R_1R_2}{R_3}} \approx 0{,}17$ Ա, որտեղ օգտագործվեցին $R_1 + R_2 = 6$ Օմ, $R_3 = 4$ Օմ տվյալները:

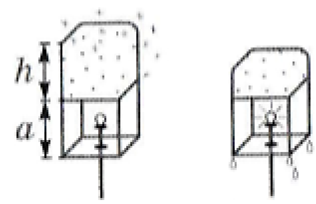
3. Նկարում պատկերված 1 գրաֆիկում պատկերված է առագաստի վրա ազդող օդի դիմադրության ուժի՝ օդի նկատմամբ արագությունից կախվածության գրաֆիկը: 2 գրաֆիկում պատկերված է նավակի վրա ազդող ջրի դիմադրության ուժի՝ ջրի նկատմամբ արագությունից կախվածության գրաֆիկը: Ի՞նչ արագության ձեռք կբերի կանգնած ջրում առագաստը բացած նավակը քամու u=5մ/վ արագության դեպքում: Նավակի շարժման ուղղությունը համընկնում է քամու ուղղության հետ:





Լուծում: Նավակի հաստատված արագության դեպքում նրա վրա ազդող ջրի դիմադրության և առագաստի վրա ազդող օդի դիմադրության ուժերն իրար համակշռում են: Եթե նավակի արագությունը կանգնած ջրում v է, ապա օդի նկատմամբ u-v է: Այդ դեպքում $F_2(v)=F_1(u-v)$: Խնդրի լուծման համար պետք է կառուցել $F_1(5-v)$ գրաֆիկը և գտնել դրա հետ $F_2(v)$ գրաֆիկի հատման կետը (տե՛ս նկարը): Արդյունքում կստանանք մոտ v=2,75 մ/վ:

4. Փողոցային լապտերը a=20 սմ կողմով թափանցիկ խորանարդ է, որի կենտրոնում տեղադրված է P=100 Վտ հզորությամբ փոքր լամպ: Ձյան տեղումներից հետո լապտերի վրա առաջացել է $h = a$ բարձրությամբ ձնե «գլխարկ»: Գիշերն օդի ջերմաստիճանը հաստատվեց 0°C, և ամբողջ գիշերվա ընթացքում (τ=10 ժամ), երբ լապտերը վառվում էր, հալվեց ձնե «գլխարկի» կեսը: Համարելով, որ ձյունն անդրադարձնում է իր վրա ընկած լույսի 90% -ը, գտեք թե ձյան մեջ օդի խոռոչները նրա ծավալի որ մասն են կազմում: Սառույցի հալման տեսակարար ջերմությունը՝ $\lambda = 34.10^4$ Ջ/կգ է, սառույցի խտությունը՝ 900 կգ/մ^3:



Լուծում: Ձյան ուղղությամբ ճառագայթվում է լապտերի արձակած լույսի 1/6 –րդ մասը, որի միայն 10% -ն է ծախսվում ձյունը հալեցնելու համար: Գիշերվա ընթացքում հալված սառույցի զանգվածը կլինի՝ $m = \frac{0{,}1P\tau}{6\lambda} = 0{,}18$ կգ, իսկ ծավալը՝ $V_{\text{ս}} = \frac{m}{\rho} = 2\cdot10^{-4}$մ^3: Հալված ձյան ծավալը հավասար է $V = \frac{a^3}{2} = 4\cdot10^{-3}$մ^3: Հալված ձյան մեջ օդի ծավալը կլինի $V - V_{\text{ս}} = 38\cdot10^{-4}$ մ^3, որը կկազմի ձյան ծավալի 95%-ը:

5. Մարմինը նետված է անկյան տակ գրավիտացիոն դաշտում: Նկարում բերված են նրա դիրքերը նետելու 1, 2 և 4 վ պահերին: Կառուցելով գտեք նրա նետման կետը և դիրքը 5վ պահին: Կառուցելու համար տետրի եջում նկարեք կոորդինատային առանցքներ և ընդունելով որպես միավոր երկու վանդակը նշեք համապատասխան կետերը. 1 վ-A(4;7), 2վ-B(7;10), 4վ- C(11, 11):

9-րդ դասարան

1. Մոտոցիկլավարը դուրս է գալիս A վայրից դեպի B վայր: Հասնելով B վայրը՝ նա 10 րոպե հանգստանալուց հետո վերադառնում է դեպի A վայր: Երկու ուղղություններով շարժվելիս նրա արագությունը նույնն է՝ 48կմ/ժ: Մոտոցիկլավարի՝ A վայրից դուրս գալու հետ միաժամանակ, B վայրից նրան ընդառաջ դուրս է գալիս հետիոտնը: Հետիոտնը հանդիպում է մոտոցիկլավարին 17ժ15ր-ին: 17ժ 25ր-ին հետիոտնը գտնվում է A վայրից 23կմ հեռավորության վրա: B-ից A վայր շարժվելիս մոտոցիկլավարը վազանցում է հետիոտնին 17ժ 35ր-ին:

ա) Որոշեք AB հեռավորությունը:

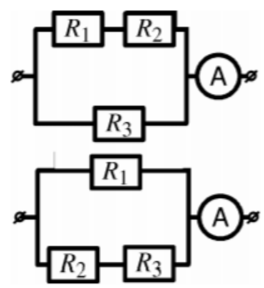
բ) Որոշեք, թե որ ժամին էին սկսել շարժումները մոտոցիկլավարը և հետիոտնը:

գ) Ե՞րբ հետիոտնը կհասնի A և B վայրերից հավասարահեռ (AC=CB) C վայրը:

ա. ab=27կմ

բ. շարժումը սկսել են ժամը 16ժ45ր

գ. 19ժ00ր



2. Ունենք 1 Օմ, 4 Օմ, 5 Օմ դիմադրություններ, սակայն դրանց վրա նշված չեն արժեքները: Եթե այդ դիմադրություններով հավաքենք նկարում պատկերված վերևի շղթան և միացնենք 1,2 Վ լարման աղբյուրին, ապա ամպերաչափը ցույց կտա 0,5 Ա: Իսկ եթե հավաքենք ներքևի շղթան և միացնենք նույն լարման աղբյուրին, ապա ամպերաչափը կփչանա:

ա/ Ինչքա՞ն են R_1, R_2, R_3 դիմադրությունները: Ամպերաչափը փչանում է, երբ հոսանքի ուժը նրանում գերազանցում է 1 Ա:

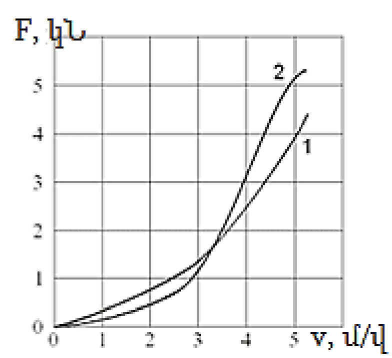
բ/ Հիմա ոչ թե հավաքում ենք երկրորդ շղթան, այլ փոխում ենք R_2 դիմադրության և ամպերաչափի տեղերը: Հնարավո՞ր է արդյոք կռահել ամպերաչափի ցուցմունքն առանց հստակ իմանալու դիմադրությունները:

Ամպերմետրերը իդեալական են:

Լուծում: ա/ Ընդհանուր դիմադրությունները `$R_{01} = \frac{(R_1+R_2)R_3}{R_1+R_2+R_3}$, $R_{02} = \frac{(R_2+R_3)R_1}{R_1+R_2+R_3}$: Հոսանքի ուժն առաջին դեպքում՝ $I_1 = \frac{U}{R_{01}} = \frac{U(R_1+R_2+R_3)}{(R_1+R_2)R_3}$; $(R_1+R_2)R_3 = \frac{U(R_1+R_2+R_3)}{I_1} = 24$: Դիտարկելով հնարավոր տարբերակները, կստանանք $R_1+R_2 = 6\ \text{Օմ}, R_3 = 4\ \text{Օմ}$: Ենթադրենք $R_1 = 5\ \text{Օմ}$, $R_2 = 1\ \text{Օմ}$: Այդ դեպքում հոսանքի ուժը երկրորդ շթղայում կլիներ $I_2 = \frac{U}{R_{02}} = \frac{U(R_1+R_2+R_3)}{(R_2+R_3)R_1} = 0{,}48\ \text{Ա}$, որի դեպքում ամպերաչափը չէր փչանա: Հետևաբար $R_1 = 1\ \text{Օմ}$, $R_2 = 5\ \text{Օմ}$:

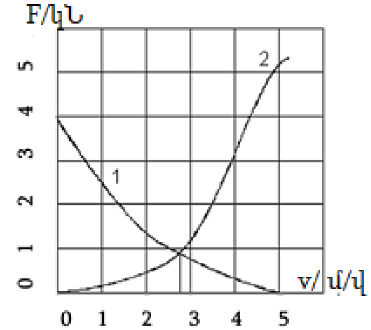
բ/ Եթե ամպեաչափի ցուցմունքը նշանակենք I՛, ապա այն կորոշվի հետևյալ հավասարումից.

$I'R_1 + \left(I' + \frac{I'R_1}{R_3}\right)R_2 = U$, որտեղից $I' = \frac{U}{R_1+R_2+\frac{R_1R_2}{R_3}} \approx 0{,}17\ \text{Ա}$, որտեղ օգտագործվեցին $R_1+R_2 = 6\ \text{Օմ}, R_3 =$ 4 Օմ տվյալները:

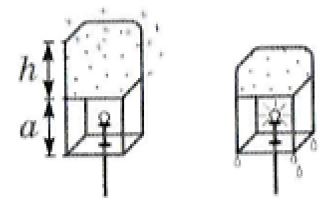


3. Նկարում պատկերված 1 գրաֆիկում պատկերված է առագաստի վրա ազդող օդի դիմադրության ուժի՝ օդի նկատմամբ արագությունից կախվածության գրաֆիկը: 2 գրաֆիկում պատկերված է նավակի վրա ազդող ջրի դիմադրության ուժի՝ ջրի նկատմամբ արագությունից կախվածության գրաֆիկը: Ի՞նչ արագության ձեռք կբերի կանգնած ջրում առագաստը բացած նավակը քամու u=5մ/վ արագության դեպքում: Նավակի շարժման ուղղությունը համընկնում է քամու ուղղության հետ:

Լուծում: Նավակի հաստատված արագության դեպքում նրա վրա ազդող ջրի դիմադրության և առագաստի վրա ազդող օդի դիմադրության ուժերն իրար համակշռում են: Եթե նավակի արագությունը կանգնած ջրում v է, ապա օդի նկատմամբ u-v է: Այդ դեպքում $F_2(v)=F_1(u-v)$: Խնդրի լուծման համար պետք է կառուցել $F_1(5-v)$ գրաֆիկը և գտնել դրա հետ $F_2(v)$ գրաֆիկի հատման կետը (տե՛ս նկարը): Արդյունքում կստանանք մոտ v=2,75 մ/վ:

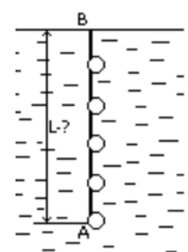


4. Փողոցային լապտերը a=20 սմ կողմով թափանցիկ խորանարդ է, որի կենտրոնում տեղադրված է P=100 Վտ հզորությամբ փոքր լամպ: Ձյան տեղումներից հետո լապտերի վրա առաջացել է $h=a$ բարձրությամբ ձնե «գլխարկ»: Գիշերն օդի ջերմաստիճանը հաստատվեց 0ºC, և ամբողջ գիշերվա ընթացքում (τ=10 ժամ), երբ լապտերը վառվում էր, հալվեց ձնե «գլխարկի» կեսը: Համարելով, որ ձյունն անդրադարձնում է իր վրա ընկած լույսի 90% -ը, գտեք թե ձյան մեջ օդի խոռոչները նրա ծավալի որ մասն են կազմում: Սառույցի հալման տեսակարար ջերմությունը՝ $\lambda=34.10^4$ Ջ/կգ է, սառույցի խտությունը՝ 900 կգ/մ³:



Լուծում: Ձյան ուղղությամբ ճառագայթվում է լապտերի արձակած լույսի 1/6 –րդ մասը, որի միայն 10% -ն է ծախսվում ձյունը հալեցնելու համար: Գիշերվա ընթացքում հալված սառույցի զանգվածը կլինի՝ $m=\frac{0,1P\tau}{6\lambda}=0,18$ կգ, իսկ ծավալը՝ $V_{\text{u}}=\frac{m}{\rho}=2\cdot10^{-4}$մ³: Հալված ձյան ծավալը հավասար է $V=\frac{a^3}{2}=4\cdot10^{-3}$մ³: Հալված ձյան մեջ օդի ծավալը կլինի $V-V_{\text{u}}=38\cdot10^{-4}$ մ³, որը կկազմի ձյան ծավալի 95%-ը:

5. AB ձողի երկարությունը բնական թիվ է: Սկսած ձողի A ծայրից, յուրաքանչյուր l =1 մ-ը մեկ, ամրացնում են ոչ մեծ փուչիկներ: B կետում փուչիկ չկա: Ձողի 1 մ-ի զանգվածը m=2,7 կգ է, փուչիկի ծավալը օդում՝ V=0,003 մ³: Ձողի ծավալը կարելի է անտեսել: Արտաքին ճնշման ΔP=10 կՊա մեծացման դեպքում փուչիկի ծավալը փոքրանում է ΔV=100 սմ³-ով: Ձողն ուղղահայաց իջեցնում են ջրի մեջ այնպես, որ B կետը համնկնում է ջրի մակարդակի հետ: Ինչքա՞ն պետք լինի ձողի L նվազագույն երկարությունը, որպեսզի բաց թողնելուց հետո այն դուրս չգա ջրից: Ընդունեք g=9,8մ/վ²:



Լուծում: Դիցուք ամրացված են n փուչիկ: Վերևից հաշված k-րդ փուչիկը գտնվում է $h_k=kl$ խորության վրա: k-րդ փուչիկի ծավալը կլինի $V_k=V-\frac{\Delta V}{\Delta P}\rho g h_k$, իսկ նրա վրա ազդող արքիմեդյան ուժը՝ $F_{\text{Ա}k}=\rho g V_k=\rho g\left(V-\frac{\Delta V}{\Delta P}\rho g h_k\right)$: Գումարային արքիմեդյան ուժը՝

$F_{\text{Ա}}=n\rho g V-\frac{\Delta V}{\Delta P}\rho^2 g^2 l(1+2+\cdots+n)=n\rho g V-\frac{\Delta V}{\Delta P}\rho^2 g^2 l\frac{n(n+1)}{2}$:

Ձողի դուրս չլողալու պայմանը՝ $F_{\text{Ա}}\le nmg$, որտեղից $n\ge\frac{2(\rho V-m)}{\rho g l}\frac{\Delta P}{\Delta V}-1$: Տեղադրելով տվյալները, կստանանք $n\ge6$, հետևաբար, ձողի նվազագույն երկարությունը պետք է լինի L=6 մ: