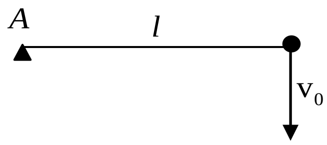
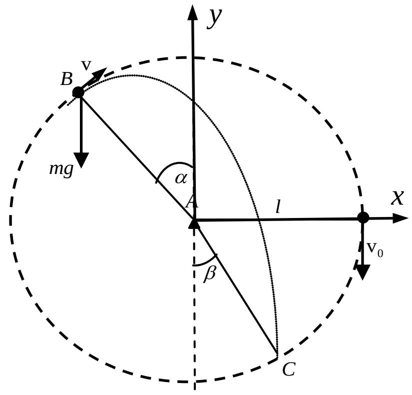
ԴԱՍԱՐԱՆ 12

Յուրաքանչյուր խնդրի համարից հետո նշված են խնդրի միավորներ, իսկ լուծումների մեջ՝ առաջարկվող միավորները՝ նշված կետերից մեկից մյուսին հասնելու համար

1(6 միավոր). A կետում ամրացված $l=20$ սմ երկարությամբ թելի մյուս ծայրին կապված գնդիկը շեղում են հորիզոնական դիրքն այնպես, որ թելը ձգված է (տե՛ս նկ.) և հաղորդում են դեպի ներքև ուղղված $v_0=2$ մ/վ արագություն: Ինչպա՞ն կլինի ուղղաձիգի հետ թելի կազմած անկյունը, երբ հետագա շարժման ժամանակ չձգված վիճակից նա նորից ձգվի:



Լուծում: Եթե թելի լարվածությունը B կետում հավասարվում է զրոյի, ուստի $\frac{mv^2}{R}=mg\cos\alpha, R=l$: Հաշվի առնելով էներգիայի պահպանման օրենքը՝ $\frac{mv^2}{2}+mgl\cos\alpha=\frac{mv_0^2}{2}\Rightarrow 3mgl\cos\alpha=mv_0^2$, որտեղից ստանում ենք $\cos\alpha=\frac{v_0^2}{3gl}\Rightarrow\alpha\approx 47,2^0$ (2)



Հետագա շարժման ժամանակ $x=-R\sin\alpha+v\cos\alpha\cdot t$,

$y=R\cos\alpha+v\sin\alpha\cdot t-\frac{gt^2}{2}$ (0,5), $x^2+y^2=R^2$: (0,5) C կետին հասնելու պայմանը կլինի

$$\cancel{R^2}+v^2t^2-2\frac{gt^2}{2}\left(R\cos\alpha+v\sin\alpha\cdot t\right)+\frac{g^2t^4}{4}=\cancel{R^2}$$

$\frac{g^2t^{\cancel{4}2}}{4}+v^2\cancel{t^2}-g\cancel{t^2}R\cos\alpha-g\,v\sin\alpha\cdot\cancel{t^3}=0$ (0,5): Հաշվի առնելով, որ $v^2=gR\cos\alpha$, ստանում ենք

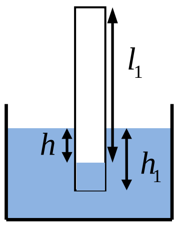
$\frac{g^2t^2}{4}-g\,v\sin\alpha\cdot t=0\Rightarrow t=\frac{4v\sin\alpha}{g}$:(1.0) Քանի որ $x_C=-R\sin\alpha+v\cos\alpha\cdot\frac{4v\sin\alpha}{g}=R\sin\alpha\left(4\cos^2\alpha-1\right)$ (0,5), կարող ենք գրել

$$\sin\beta=\frac{x_C}{R}=\sin\alpha\cdot\left(4\cos^2\alpha-1\right)\Rightarrow\beta=35,4^0:\text{(1)}$$

2. (4 միավոր) $l=60$ սմ երկարությամբ և մի ծայրը փակ խողովակը բաց ծայրով ուղղաձիգ ընկղմվում է սնդիկի մեջ: Ընկղմման ի՞նչ խորության դեպքում խողովակում ցող կառաջանա: Ջերմաստիճանը խողովակում հաստատուն է: Մթնոլորտային ճնշումը նորմալ է, օդի խոնավությունը՝ $\varphi=80\%$:

Լուծում:

Խողովակում կառաջանա ցող երբ գոլորշու ճնշումը հավասարվի հագեցած գոլորշու ճնշմանը: Քանի որ պրոցեսը իզոթերմ է՝ $\varphi p_{հագ}lS=p_{հագ}l_1S$, որտեղից ստանում ենք $l_1=l\varphi$:(1) Այդ դեպքում գազի ճնշումը խողովակում կլինի $p_1=p_0/\varphi$:(0,5) Մյուս կողմից $p_1=p_0/\varphi=p_0+\rho gh$,(0,5) որտեղից ստանում ենք $h=\frac{p_o(1-\varphi)}{\rho g\varphi}$(1): Այսպիսով ստանում ենք, որ ցող կառաջանա երբ խողովակը ընկղմվի սնդիկի մեջ h_1-ով, որտեղ

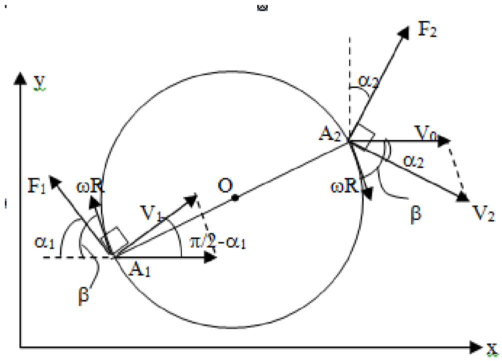


$$h_1=h+(l-l_1)=\frac{p_o(1-\varphi)}{\rho g\varphi}+l(1-\varphi)=\frac{76\cdot0,2}{0,8}+60\cdot0,2=31\text{ սմ: (1)}$$

3. (6 միավոր) Հավասարաչափ լիցքավորված օղակն առանց սահելու գլորվում է մեկուսիչ հորիզոնական հարթության վրայով: Օղակի զանգվածը m է, լիցքը՝ q: Օղակի մակերևույթին ուղղահայաց, հորիզոնական $\vec{B}$ մագնիսական դաշտը միացնելուց հետո

օղակի կողմից հարթության վրա ազդող ճնշման ուժը փոքրացավ երկու անգամ: Ի՞նչ արագությամբ է շարժվում օղակը:

Լուծում: Մագնիսական դաշտի կողմից պտտվող անիվի վրա ազդող համազոր ուժը գտնելու համար դիտարկենք տրամագծորեն իրար հակադիր A₁ և A₂ կետերում տեղադրված երկու հավասար Q լիցքերի վրա ազդող լորենցյան ուժերի համազորը: Եթե անիվի համընթաց շարժման արագությունը v_0 է, իսկ կենտրոնի նկատմամբ պտտման անկյունային արագությունը՝ ω, այդ կետերի v_1 և v_2 արագությունները պատկերված են նկարում: Լիցքերի վրա ազդող լորենցյան ուժերը համապատասխանաբար կլինեն՝ $F_1 = Q v_1 B$ (0,5) ու $F_2 = Q v_2 B$ (0,5) և ուղղված են արագություններին ուղղահայաց (տե՛ս նկ.): Պարզ է նաև, որ $F_{1x} = -Q v_1 B\cos\alpha_1$, $F_{2x} = Q v_2 B \sin\alpha_2$:(1) Նկատի ունենալով, որ $v_1\cos\alpha_1 = v_1\sin(\pi/2-\alpha_1) = \omega R\sin\beta$ (0,5)և $v_2\sin\alpha_2 = \omega R\sin\beta$,(0,5) ստանում ենք՝ $F_{1x}+F_{2x}=0$: (0,5)

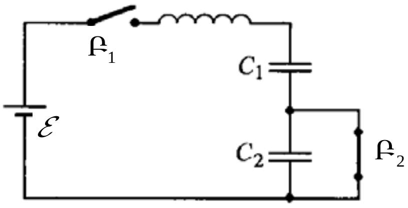


y առանցքի վրա այդ երկու լորեցյան ուժերի համազորի պրոյեկցիան՝

$$F_y = F_{1y}+F_{2y} = QB(v_1\sin\alpha_1 + v_2\cos\alpha_2) = QB(v_1\cos(\pi/2-\alpha_1)+v_2\cos\alpha_2) = \quad (1)$$
$$= QB((v_0-\omega R\cos\beta)+(v_0+\omega R\cos\beta)) = 2QB\,v_0 :$$

Հետևաբար պտտվող անիվի վրա ազդող համազոր ուժն ուղղված է ուղղաձիգով և հավասար է՝ $F = q v_0 B$: Հարթության վրա ազդող ճնշման ուժը՝ $N = mg - q v_0 B$ (0,5): Քանի որ, համաձայն խնդրի պայմանի, $N = \dfrac{mg}{2}$, կստանանք, որ օղակի կենտրոնը շարժվում է $v_0 = \dfrac{mg}{2qB}$ արագությամբ: (1)

4. (5 միավոր) Նկարում պատկերված շղթայում սկզբնական պահին Բ₁ բանալին բաց է, Բ₂-ը՝ փակ, իսկ C₁ և C₂ կոնդենսատորները լիցքավորված չեն: Նախ միացնում են Բ₁ բանալին և երբ դրա լիցքը հասնում է առավելագույն արժեքին անջատում են Բ₂ բանալին: Գտեք C₂ կոնդենսատորի առավելագույն լիցքը Բ₂ բանալին անջատելուց հետո: Հոսանքի աղբյուրի ԷլՇՈւ-ն $\mathcal{E}$ է: Կոճի և հոսանքի աղբյուրի ներքին դիմադրություններն անտեսեք:



Ինչպե՞ս կլինեն կոնդենսատորների լիցքերը, եթե տատանումները մարեն:

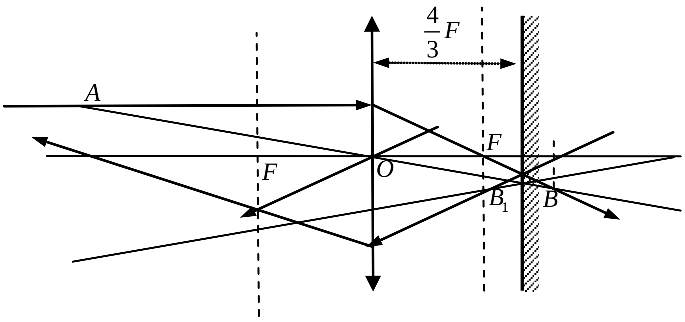
Լուծում: Բ₁ բանալին փակելուց հետո շղթայում առաջանում են տատանումներ, որոնց դեպքում C₁ կոնդենսատորի առավելագույն լիցքը՝ $q_1 = 2C_1\mathcal{E}$:(1) Այդ դեպքում C₂ կոնդենսատորը չի լիցքավորվում, քանի որ նրա վրա լարումը զրո է (ծայրերը կարճ միացված են)(0,5): Բ₂ բանալին անջատելուց հետո շղթայում առաջանում են տատանումներ և քանի որ դիմադրությունները անտեսել ենք, լրիվ էներգիայի փոփոխությունը հավասար է ԷլՇՈւ-ի աշխատանքին(0,5): C₂ կոնդեսատորի լիցքը կլինի առավելագույնը երբ հոսանքի ուժը շղթայում հավասարվի զրոյի(0,5): Հաշվի առնելով որ կոնդենսատորների ներքին թիթեղների գումարային լիցքը պահպանվում է, կարող ենք գրել

$$\frac{q_2^2}{2C_2} + \frac{(-2C_1\mathcal{E}-q_2)^2}{2C_1} - \frac{(2C_1\mathcal{E})^2}{2C_1} = q_2\mathcal{E} \Rightarrow \frac{q_2^2}{2}\left(\frac{1}{C_2}+\frac{1}{C_1}\right) + q_2\mathcal{E} = 0 : \quad (1)$$

Այս հավասարումը ունի երկու լուծում, որից $q_2 = 0$ համապատասխանում է սկզբնական վիճակին, իսկ $q_2 = -\dfrac{2C_1C_2\mathcal{E}}{C_1+C_2}$ (0,5) հավասար է վերևի թիթեղի լիցքին հավասարակշռության վիճակից մյուս առավելագույն շեղման դեպքում: Տատանումները մարելուց հետո C_1 կոնդենսատորի վերևի թիթեղի լիցքը կլինի $q_{10} = C_1\mathcal{E}\frac{2C_1 + C_2}{C_1 + C_2}$ (0,5), իսկ C_2 կոնդենսատորի վերևի թիթեղի լիցքը կլինի $q_{20} = -\frac{C_1C_2\mathcal{E}}{C_1 + C_2}$ (0,5):

5. (4 միավոր)F = 12 սմ կիզակետային երկարությամբ բարակ հավաքող ոսպնյակից հետո տեղադրված է հարթ հայելի ուղղահայաց ոսպնյակի գլխավոր օպտիկական առանցքին, ոսպնյակից L = 4F / 3 հեռավորության վրա: Առարկայի և ոսպնյակի միջև ինչ հեռավորությունների դեպքում նրա պատկերը ոսպնյակ-հայելի-ոսպնյակ համակարգում կլինի ուղիղ, և ինչ հեռավորությունների դեպքում ՝շրջված:

Լուծում: Նկատենք, որ հայելին չի շրջում պատկերը, ուստի պատկերը շեղվում է միայն ոսպնյակում(0,5): Երբ առարկան մոտենում է ոսպնյակին անսահմանությունից, նրա պատկերը կիզակետից շարժվում է դեպի հայելի: Հայելուց անդրադառնալուց հետո հանդիսանում է ոսպնյակի համար աղբյուր, որը գտնվում է նախկին պատկերի հայելային պատկեր(0,5): Օրինակ եթե A կետի պատկերը B կետում է, հայելուց անդրադառնալուց հետո ոսպնյակի վրա ընկնում են B_L կետից դուրս եկող ճառագայթներ: Եթե B_1 կետը գտնվում է կիզակետից հեռու, պատկերը կշրջվի, եթե մոտ, չի շրջվի: Այսպիսով պատկերը կշրջվի երկու անգամ, եթե առարկան գտնվում է մոտ այն հեռավորությունից, որի դեպքում պատկերը ստացվում է ոսպնյակից հետո $\frac{5}{3}F$ -ից մոտ հեռավորության վրա՝



$$d = \frac{fF}{f - F} = \frac{F^2 5/3}{5F/3 - F} = 30 \text{ սմ:}$$ (1)

Այսպիսով, եթե առարկան գտնվում է ոսպնյակից 30 սմ մեծ հեռավորության վրա, ոսպնյակը երկու անգամ շրջում է պատկերը և արդյունքում համակարգից հետո պատկերը ուղիղ է: (0,5)

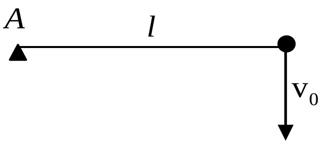
Եթե առարկան մոտ է 30 սմ-ից բայց մեծ է 12 սմ, դրա պատկերի ոսպնյակում շրջված է, իսկ պատկերը հայելում ստացվում է ոսպնյակի և կիզակետի միջև, ուստի ոսպնյակում ստացվում է ուղիղ կեղծ պատկեր: Արդյունքում այդ դեպքերում պատկերը շրջված է (0,5): Երբ առարկան գտնվում է ոսպնյակից կիզակետից փոքր հեռավորության վրա, դրա պատկերը գտնվում է ոսպնյակից դեպի ձախ, հետևաբար հայելում պատկերը ստացվում է հայելուց դեպի աջ F -ից մեծ հեռավորության վրա, ինչի պատկերը ոսպնյակում կլինի իրական, շրջված: (0,5)

Այսպիսով պատկերը ոսպնյակ-հայելի-ոսպնյակ համակարգում կլինի ուղիղ երբ առարկայի հեռավորությունը ոսպնյակից մեծ է 30սմ -ից , և 30սմ փոքր հեռավորությունների դեպքում կլինի շրջված: (0,5)

ԴԱՍԱՐԱՆ 11

Յուրաքանչյուր խնդրի համարից հետո նշված են խնդրի միավորներ, իսկ լուծումների մեջ՝ առաջարկվող միավորները՝ նշված կետերից մեկից մյուսին հասնելու համար

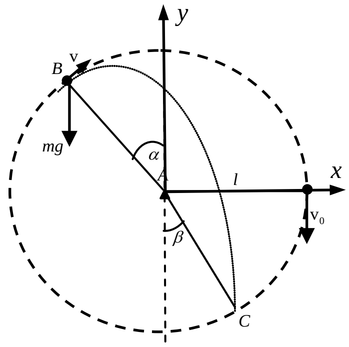
1. (6 միավոր) A կետում ամրացված $l = 20$ սմ երկարությամբ թելի մյուս ծայրին կապված գնդիկը շեղում են հորիզոնական դիրքն այնպես, որ թելը ձգված է (տե՛ս նկ.) և հաղորդում են դեպի ներքև ուղղված $v_0 = 2$ մ/վ արագություն: Ինչքա՞ն կլինի ուղղաձիգի հետ թելի կազմած անկյունը, երբ հետագա շարժման ժամանակ չձգված վիճակից նա նորից ձգվի:



Լուծում: Եթե թելի լարվածությունը B կետում հավասարվում է զրոյի, ուստի $\frac{m v^2}{R} = mg\cos\alpha, R = l$: Հաշվի առնելով էներգիայի պահպանման օրենքը՝

$$\frac{m v^2}{2} + mgl\cos\alpha = \frac{m v_0^2}{2} \Rightarrow 3mgl\cos\alpha = m v_0^2,$$ որտեղից ստանում ենք

$$\cos\alpha = \frac{v_0^2}{3gl} \Rightarrow \alpha \approx 47{,}2^0$$ (2)



Հետագա շարժման ժամանակ $x = -R\sin\alpha + v\cos\alpha \cdot t$,

$y = R\cos\alpha + v\sin\alpha \cdot t - \frac{gt^2}{2}$ (1), $x^2 + y^2 = R^2$: (0,5) C կետին հասնելու պայմանը կլինի

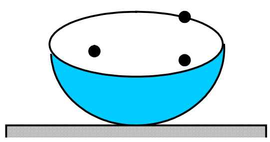
$$\cancel{R^2} + v^2 t^2 - 2\frac{gt^2}{2}\left(R\cos\alpha + v\sin\alpha \cdot t\right) + \frac{g^2 t^4}{4} = \cancel{R^2}$$

$\frac{g^2 t^{\cancel{4}2}}{4} + v^2 \cancel{t^2} - g\cancel{t^2} R\cos\alpha - g v\sin\alpha \cdot \cancel{t^2} = 0$ (1): Հաշվի առնելով, որ $v^2 = gR\cos\alpha$, ստանում ենք

$\frac{g^2 t^2}{4} - g v\sin\alpha \cdot t = 0 \Rightarrow t = \frac{4 v\sin\alpha}{g}$:(1.0) Քանի որ $x_C = -R\sin\alpha + v\cos\alpha \cdot \frac{4 v\sin\alpha}{g} = R\sin\alpha\left(4\cos^2\alpha - 1\right)$ (0,5), կարող ենք գրել

$$\sin\beta = \frac{x_C}{R} = \sin\alpha \cdot \left(4\cos^2\alpha - 1\right) \Rightarrow \beta = 35{,}4^0$$:(1)

2. (4 միավոր) Երեք փոքր մարմին, որոնց զանգվածները հարաբերում են ինչպես 3:4:5, պահվում են ողորկ R շառավղով կիսասֆերայի ներքին մակերևույթի վրա (տե՛ս նկ.): Մարմիններից փոքրի զանգվածը m է: Ինչ որ պահի մարմինները բաց են թողնում:

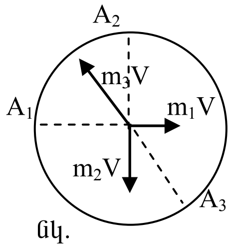


ա) Ի՞նչ առավելագույն ջերմության քանակ կարող է անջատվել այդ համակարգում:

բ) Ինչպիսի՞ սկզբնական դասավորվածության դեպքում դա տեղի կունենա:

Բոլոր բախումները բացարձակ ոչ առաձգական են:

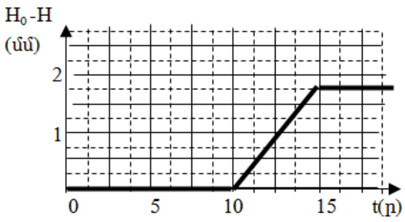
Լուծում: Եթե պոտենցիալ էներգիայի զրոյական մակարդակն ընտրենք կիսասֆերայի ամենացածր կետում, երեք մարմինների լրիվ մեխանիկական էներգիան կլինի առավելագույնը(0,5),: Եթե դրանք սկզբնական դիրքում ունենան հնարավոր ամենամեծ պոտենցիալ էներգիան՝ գտնվեն զրոյական մակարդակից R հեռավորության վրա: Դժվար չէ հաշվել, որ այդ առավելագույն էներգիան՝ $E = (m_1 + m_2 + m_3)gR = m(1 + \frac{4}{3} + \frac{5}{3})gR = 4mgR$:



նկ.

(1),Մարմինների լրիվ մեխանիկական էներգիան կվերածվի ջերմության, եթե հնարավոր լինի գտնել այնպիսի դասավորվածություն, որի դեպքում բախումներից հետո մարմինները կանգ կառնեն: Նախ նշենք, որ քննարկվող դեպքում մարմինները հասնում են ամենացածր կետին նույն ժամանակում և նույն՝ $v = \sqrt{2gR}$ արագությամբ (1),: Եթե մարմինների սկզբնական դասավորվածությունը լինի այնպիսին, որ կիսասֆերայի ստորին կետին հասնելիս մարմինների իմպուլսները, որոնք հարաբերում են ինչպես 3:4:5, ուղղված լինեն այնպես, ինչպես ցույց է տրված նկարում (0,5),, ապա մարմինները բախումից հետո կանգ կառնեն և նրանց լրիվ՝ $4mgR$, մեխանիկական էներգիան կվերածվի ջերմության: (1),

3. (5 միավոր) Հաստատուն հզորությամբ ջեռուցչով տաքացվում է S=20սմ^2 հիմքի մակերեսով գլանաձև անոթում լցված ջուրը: Ջրում գտնվում է սառույցի մի կտոր, որի մեջ կա է V=8սմ^3 ծավալով պինդ մարմին: Համակարգի սկզբնական ջերմաստիճանը 0^{0}C է: Նկարում պատկերված է անոթում սկզբնական և t պահին ջրի մակարդակների H_0 - H տարբերության ժամանակից կախվածության գրաֆիկը: Հայտնի է, որ սառույցը լրիվ հալվում է t=15 ր-ում:



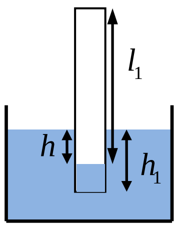
Որոշեք՝ a) սառույցի զանգվածը, b) պինդ մարմնի խտությունը:

Լուծում: Նկատենք, որ առաջին 10 րոպեների ընթացքում անոթում ջրի մակարդակը չի փոխվում, ուստի սառույցը լողում էր ջրի մակերևույթին: Սառույցի հավասարակշռության կայունությունից հետևում է, որ պինդ մարմինը գտնվում է սառցակտորի ստորին մասում(0,5): Եթե սառույցը լրիվ ընկղմված լիներ ջրի մեջ, ապա հալվելուց հետո դա կզբաղեցներ ավելի փոքր ծավալ և ջրի մակարդակը կիջներ(0,5): Նկարում պատկերված գրաֆիկից երևում է, որ ջրի մակարդակն սկսում է իջնել տաքացնելն սկսելուց 10 րոպե հետո: Այդ պահից սկսած պինդ մարմինը դուրս է մղում իր ծավալով ջուր(0,5): Ջրի մակարդակի փոփոխությունը պայմանավորված է միայն սառույցի հալվելով: Այսպիսով, ունենք՝ $S(H_0-H)=\dfrac{m_1}{\rho_1}-\dfrac{m_1}{\rho_0}\Rightarrow m_1=\dfrac{S(H_0-H)\rho_0\rho_1}{(\rho_0-\rho_1)}$, (1), որտեղ m$_1$-ը 10-րդ րոպեից մինչև 15-րդ րոպեն (5 րոպեում) հալված սառույցի զանգվածն է, իսկ ρ_1-ը և ρ_0-ն համապատասխանաբար սառույցի և ջրի խտություններն են: Տեղադրելով $H_0-H=1,75$ մմ, $\rho_0=1$գ/սմ^3, $\rho_1=0,9$գ/սմ^3, ստանում ենք՝ $m_1=31,5$գ(0,5): Սառույցի սկզբնական զանգվածը՝ $M_1=\dfrac{15}{5}m_1=94,5$գ(0,5): Մարմնի զանգվածը կարելի է որոշել, եթե հաշվի առնենք, որ $t=10$ րոպե պահին սառույցը և մարմինը լրիվ ընկղմվում են հեղուկի մեջ, այսինքն՝ $M_2+m_1=(\dfrac{m_1}{\rho_1}+V)\rho_0$, որտեղից էլ ստանում ենք՝ $M_2=\left(\dfrac{m_1}{\rho_1}+V\right)\rho_0-m_1=11,5$գ: (1)Այստեղից կարող ենք ստանալ մարմնի խտությունը՝ $\dfrac{M_2}{V}=\dfrac{11,5}{8}=1,44$գ/սմ^3: (0,5)

4. (5միավոր) $l=60$ սմ երկարությամբ և մի ծայրը փակ խողովակը բաց ծայրով ուղղաձիգ ընկղմվում է սնդիկի մեջ: Ընկղմման ի՞նչ խորության դեպքում խողովակում ցող կառաջանա: Ջերմաստիճանը խողովակում հաստատուն է: Մթնոլորտային ճնշումը նորմալ է, օդի խոնավությունը՝ $\varphi=80\%$:

Լուծում:

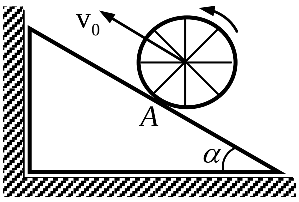
Խողովակում կառաջանա ցող երբ գոլորշու ճնշումը հավասարվի հագեցած գոլորշու ճնշմանը: Քանի որ պրոցեսը իզոթերմ է՝ $\varphi p_{հագ}lS=p_{հագ}l_1S$, որտեղից ստանում ենք $l_1=l\varphi$:(1) Այդ դեպքում գազի ճնշումը խողովակում կլինի $p_1=p_0/\varphi$:(0,5) Մյուս կողմից $p_1=p_0/\varphi=p_0+\rho gh$,(1) որտեղից ստանում ենք $h=\dfrac{p_o(1-\varphi)}{\rho g\varphi}$(1): Այսպիսով ստանում ենք, որ ցող կառաջանա երբ խողովակը



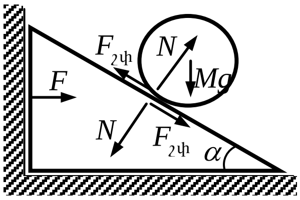
ընկղմվի սնդիկի մեջ h_1 -ով, որտեղ

$$h_1 = h + (l - l_1) = \frac{p_o(1-\varphi)}{\rho g \varphi} + l(1-\varphi) = \frac{76\cdot 0,2}{0,8} + 60\cdot 0,2 = 31 \text{ սմ}:$$ (1,5)

5. (5 միավոր) Հարթ հորիզոնական մակերեսով սեղանին դրված է պրիզմա, որը հենվում հարթ ուղղաձիգ պատին. Պրիզման հորիզոնականի հետ կազմում է $\alpha=45^0$ անկյուն (տե՛ս նկ.): m զանգվածով հեծանվի ակը շարժվում է պրիզմայով դեպի վեր, գլորվելով առանց սահքի և անցնելով A կետն v_0 արագությամբ: Անիվի վեր շարժվելու ժամանակ պրիզման ազդում է պատի վրա հաստատուն F ուժով: A կետից ի՞նչ առավելագույն հեռավորության կհասնի անիվը վեր շարժվելիս:



Լուծում: Նկարում պատկերված են մարմինների վրա ազդող ուժերը: Անիվի վեր շարժվելու ժամանակ սեպը չի շարժվում, ուստի դրա վրա ազդող բոլոր ուժերի համազորի պրոյեկցիան x առանցքի վրա զրո է՝ $F + F_{շփ}\cos\alpha - N\sin\alpha = 0$:(1,5) Այստեղ $F_{շփ}$ -ը դադարի շփման ուժն է, $N = Mg\cos\alpha$ ը (0,5) սեպի կողմից անիվի վրա ազդող հակազդեցության ուժն է: Բերված հավասարումից ստանում ենք $F_{շփ} = Mg\sin\alpha - \frac{F}{\cos\alpha}$:(0,5) Անիվի շարժման հավասարումն է սեպի երկայնքով $F_{շփ} - Mg\sin\alpha = Ma_z$:(1) Տեղադրելով $F_{շփ}$ -ը ստանում ենք $a_z = -\frac{F}{M\cos\alpha}$:(0,5) Ուստի շարժումը հավասարաչափ դանդաղող է և առավելագույն հեռավորությունը A կետից կլինի՝



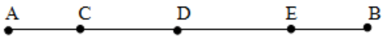
$$S = \frac{v_0^2}{2|a_z|} = \frac{M v_0^2\cos\alpha}{2F}$$ (1):

ԴԱՍԱՐԱՆ 10

Յուրաքանչյուր խնդրի համարից հետո նշված են խնդրի միավորներ, իսկ լուծումների մեջ՝ առաջարկվող միավորները՝ նշված կետերից մեկից մյուսին հասնելու համար

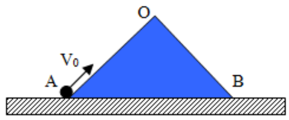
1. (5 միավոր) Նավը լճով A նավահանգստից գնում է B նավահանգիստ և 10 րոպե տևողությամբ կանգառից հետո վերադառնում է A, շարժվելով երկու ուղղություններով էլ նույն հաստատուն արագությամբ: A-ից B գնալիս նավը ժամը 8^{00}-ին հանդիպեց նավակին, որը հաստատուն՝ 3կմ/ժ արագությամբ գնում էր A-ից B: 8ժ10ր-ին նավակը գտնվում էր A-ից 1,5կմ հեռավորության վրա: B-ից վերադառնալիս նավը հանդիպեց նավակին 8ժ20ր-ին և շարունակելով ճանապարհը, հասավ A նավահանգիստը նույն պահին, երբ նավակը հասավ B նավահանգիստը: Որոշեք՝ 1) ո՞ր ժամին նավակը հասավ B վայրը, 2) նավի արագությունը:

Լուծում: AB հատվածի վրա նավի և նավակի առաջին և երկրորդ հանդիպման կետերը նշանակենք համապատասխանաբար C և E, իսկ նավակի դիրքը 8ժ10ր-ին՝ D (տե՛ս նկ.): Համաձայն խնդրի պայմանի, CD=DE=3կմ/ժ·10ր=0,5 կմ:

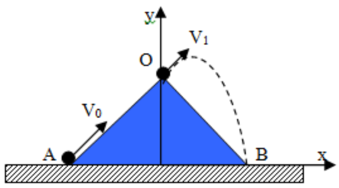


Եթե նավի արագությունը նշանակենք v-ով, երկրորդ հանդիպման պահին ունենք՝ $\frac{1+2\mathrm{EB}}{\mathrm{v}}=\frac{1}{3}-\frac{1}{6}$ (1,5), որտեղ հաշվի է առնվել, որ նավի կանգառը B-ում տևել է 10ր=1/6ժ : Նկատի ունենալով, որ AD=1,5կմ, և որ նավն ու նավակը շարժումն ավարտել են միաժամանակ, կստանանք՝ $\frac{1,5+0,5}{\mathrm{v}}=\frac{\mathrm{EB}}{3}$ (1,5): Ստացված հավասարումներից հետևում է, որ EB=0,5կմ: Այդ ճանապարհը նավակը կանցնի 0,5/3=1/6ժ= 10 րոպեում, ուստի այն կհասնի B նավահանգիստ 8ժ20ր-ին: (1) Նախորդ հավասարումներից հետևում է նաև, որ նավի արագությունը՝ v=12կմ/ժ: (1)

2. (5 միավոր) Անշարժ, ուղղանկյուն հավասարասրուն ողորկ սեպի AB հիմքի A կետում գտնվող պողպատյա գնդիկին հաղորդում են AO կողմի երկայնքով ուղղված V_0 արագություն (տե՛ս նկ.): Արագության ի՞նչ արժեքի դեպքում գնդիկը կհայտնվի B կետում առանց BO նիստին բախվելու: AB հիմքի երկարությունը L է:



Լուծում: Գնդիկը հասնելով O կետը կունենա V_1 արագություն (տե՛ս նկ.): Այդ պահից հետո գնդիկը կատարում է ազատ անկում: Նկարում ընտրված հաշվարկման համակարգում գնդիկի շարժման հավասարումներն են՝ $y=\frac{L}{2}+\mathrm{v}_1 t\cos 45^0-\frac{gt^2}{2}$, $x=\mathrm{v}_1 t\sin 45^0$ (1,5): B կետում ընկնելու պահին $x=L/2$, $y=0$ (0,5): Այդ պայմանների դեպքում շարժման հավասարումներից ստանում ենք՝ $\mathrm{v}_1=\sqrt{gL/4}$ (0,5): V_1-ի մյուս հնարավոր արժեքը՝ $V_1=0$ է, քանի որ այդ դեպքում մարմինը հասնելով սեպի գագաթին, սկսում է սահել OB նիստով: Էներգիայի պահպանման օրենքից ունենք $\mathrm{v}_0^2=\mathrm{v}_1^2+2g\frac{L}{2}$ (1), որտեղից ստանում ենք սկզբնական արագության հնարավոր արժեքները՝ $\mathrm{v}_0=\sqrt{gL}, \mathrm{v}_0=\frac{1}{2}\sqrt{5gL}$ (1,5):



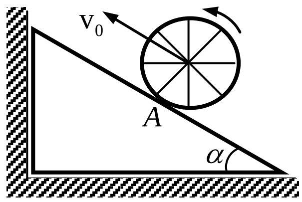
3. (5 միավոր) Բաժակի մեջ լցված է 0,75կգ 20^0C ջերմաստիճանի ջուր: Դրա մեջ գցում են 0^0C ջերմաստիճանի սառույցի կտոր, որի մեջ կա քար: Սառցակտորի ընկղմված մասի ծավալը կազմում է ամբողջ ծավալի n=0,95 մասը: Որոշ ժամանակ հետո սառույցն ամբողջությամբ ընկղմվում է ջրի մեջ: Որոշեք ջրի ջերմաստիճանն այդ պահին, եթե սառցակտորի զանգվածը քարի հետ միասին 0,21կգ է: Ջրի և սառույցի խտությունները, ջրի տեսակարար ջերմունակությունը, սառույցի հալման տեսակարար ջերմությունը համապատասխանաբար հավասար են. ρ_1=1000կգ/մ^3, ρ_2=900կգ/մ^3, c=4200Ջ/(կգԿ), λ=3,4·10^5

Ջ/կգ: Բաժակի ջերմունակությունն ու շրջապատի հետ ջերմափոխանակությունն անտեսեք:

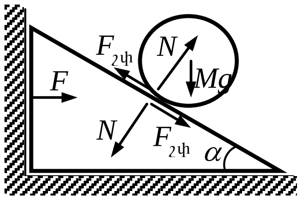
Լուծում: Եթե սառցակտորի ծավալը նշանակենք V, ապա ընկղմված մասի ծավալը կլինի $V_1 = nV$: Օգտվելով արքիմեդյան ուժի բանաձևից, կստանանք՝
$V_1\rho_1 = m,\ V_2\rho_2 = m-\Delta m$ (0,5), որտեղ V_2-ը սառցակտորի ծավալն է սուզվելու պահին, m-ը սառցակտորի սկզբնական, իսկ Δm-ը՝ հալված սառույցի զանգվածներն են: Հալված սառույցի ծավալը կլինի $V - V_2 = \frac{\Delta m}{\rho_1}$ (0,5) կամ $\frac{\Delta m}{\rho_1} = \frac{V_1}{n} - V_2 = \frac{m}{n\rho_1} - \frac{m-\Delta m}{\rho_2}$ (0,5),
որտեղից՝ $\Delta m = \frac{m\rho_2(1-n)}{n(\rho_1-\rho_2)} \approx 0,1$ կգ: (1) Օգտվելով ջերմային հաշվեկշռի հավասարումից, կստանանք՝ $cM(t_0 - t) = \lambda\Delta m + c\Delta m\cdot t$ (1), որտեղ M-ը բաժակի մեջ ջրի զանգվածն է, իսկ t_0-ն և t-ն այդ ջրի ջերմաստիճաններն են սկզբում և սառցակտորը լրիվ ընկղմվելու պահին:

Այս հավասարումից՝ $t = \frac{cMt_0 - \lambda\Delta m}{c(M+\Delta m)}$ (1): Վերջին արտահայտության մեջ տեղադրելով ֆիզիկական մեծությունների թվային արժեքները, կստանանք՝ $t \approx 8,1^0 C$ (0,5):

4. (5 միավոր) Հարթ հորիզոնական մակերեսով սեղանին դրված է պրիզմա, որը հենվում հարթ ուղղաձիգ պատին. Պրիզման հորիզոնականի հետ կազմում է $\alpha=45^0$ անկյուն (տե՛ս նկ.): m զանգվածով հեծանվի ակը շարժվում է պրիզմայով դեպի վեր, գլորվելով առանց սահքի և անցնելով A կետն v_0 արագությամբ: Անիվի վեր շարժվելու ժամանակ պրիզման ազդում է պատի վրա հաստատուն F ուժով: A կետից ի՞նչ առավելագույն հեռավորության կհասնի անիվը վեր շարժվելիս:

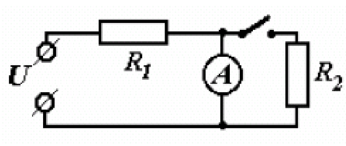


Լուծում: Նկարում պատկերված են մարմինների վրա ազդող ուժերը: Անիվի վեր շարժվելու ժամանակ սեպը չի շարժվում, ուստի դրա վրա ազդող բոլոր ուժերի համազորի պրոյեկցիան x առանցքի վրա զրո է՝ $F + F_{\text{շփ}}\cos\alpha - N\sin\alpha = 0$:(1,5) Այստեղ $F_{\text{շփ}}$-ը դադարի շփման ուժն է, $N = Mg\cos\alpha$ ը (0,5) սեպի կողմից անիվի վրա ազդող հակազդեցության ուժն է: Բերված հավասարումից ստանում ենք $F_{\text{շփ}} = Mg\sin\alpha - \frac{F}{\cos\alpha}$:(0,5) Անիվի շարժման հավասարումն է սեպի երկայնքով $F_{\text{շփ}} - Mg\sin\alpha = Ma_z$:(1) Տեղադրելով $F_{\text{շփ}}$-ը ստանում ենք $a_z = -\frac{F}{M\cos\alpha}$:(0,5) Ուստի շարժումը հավասարաչափ դանդաղող է և առավելագույն հեռավորությունը A կետից կլինի՝



$$S = \frac{v_0^2}{2|a_z|} = \frac{M v_0^2\cos\alpha}{2F}$$ (1):

5. (5 միավոր) Նկարում պատկերված շղթան միացնում են U=4,5 Վ արտաքին աղբյուրին: Ռեզիստորների դիմադրությունները հավասար են R_1=3,0 Օհմ, R_2=8,0 Օհմ: Երբ բանալին անջատված է, ամպերմետրի ցուցմունքը՝ I=1,2 Ա: Ի՞նչ ցույց կտա ամպերմետրը բանալին փակելուց հետո:



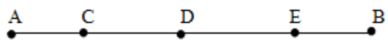
Լուծում: Օհմի օրենքից ունենք $R_A = \frac{U}{I_1} - R_1 = 0,75$ Օմ(1): Երբ բանալին փակում ենք, ամպերմետրը միացված է զուգահեռ R_2 դիմադրությանը, հետևաբար $I_AR_A = I_2R_2$ (0,5): Հոսանքի ուժը շղթայում՝ $I = I_2 + I_A = I_A(1+\frac{R_A}{R_2})$ (1): Լրիվ շղթայի համար
$U = IR_1 + I_AR_A = I_A(1+\frac{R_A}{R_2})R_1 + I_AR_A$ (1,5), որտեղից հետևում է, որ $I_A = \frac{UR_2}{R_1R_2+R_1R_A+R_AR_2} \approx 1,12$ Ա:(1)

ԴԱՍԱՐԱՆ 9

Յուրաքանչյուր խնդրի համարից հետո նշված են խնդրի միավորներ, իսկ լուծումների մեջ՝ առաջարկվող միավորները՝ նշված կետերից մեկից մյուսին հասնելու համար

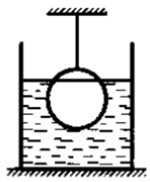
1. (5 միավոր) Նավը լճով A նավահանգստից գնում է B նավահանգիստ և 10 րոպե տևողությամբ կանգառից հետո վերադառնում է A, շարժվելով երկու ուղղություններով էլ նույն հաստատուն արագությամբ: A-ից B գնալիս նավը ժամը 8^{00}-ին հանդիպեց նավակը, որը հաստատուն՝ 3կմ/ժ արագությամբ գնում էր A-ից B: 8ժ10ր-ին նավակը գտնվում էր A-ից 1,5կմ հեռավորության վրա: B-ից վերադառնալիս նավը հանդիպեց նավակը 8ժ 20ր-ին և շարունակելով ճանապարհը հասավ A նավահանգիստը նույն պահին, երբ նավակը հասավ B նավահանգիստը: Որոշեք՝ 1) ո՞ր ժամին նավակը հասավ B վայրը, 2) նավի արագությունը:

Լուծում: AB հատվածի վրա նավի և նավակի առաջին և երկրորդ հանդիպման կետերը նշանակենք համապատասխանաբար C և E, իսկ նավակի դիրքը 8ժ10ր-ին՝ D (տե՛ս նկ.): Համաձայն խնդրի պայմանի, CD=DE=3կմ/ժ·10ր=0,5 կմ:



Եթե նավի արագությունը նշանակենք v-ով, երկրորդ հանդիպման պահին ունենք՝ $\frac{1+2EB}{v}=\frac{1}{3}-\frac{1}{6}$ (1,5), որտեղ հաշվի է առնվել, որ նավի կանգառը B-ում տևել է 10ր=1/6ժ : Նկատի ունենալով, որ AD=1,5կմ, և որ նավն ու նավակը շարժումն ավարտել են միաժամանակ, կստանանք՝ $\frac{1,5+0,5}{v}=\frac{EB}{3}$ (1,5): Ստացված հավասարումներից հետևում է, որ EB=0,5կմ: Այդ ճանապարհը նավակը կանցնի 0,5/3=1/6ժ= 10 րոպեում, ուստի այն կհասնի B նավահանգիստ 8ժ20ր-ին: (1) Նախորդ հավասարումներից հետևում է նաև, որ նավի արագությունը՝ v=12կմ/ժ: (1)

2. (5 միավոր)Թելից կախված փայտե գունդը մասամբ ընկղմված է գլանաձև անոթում լցված ջրի մեջ: Թելի լարման ուժը T=3Ն է: Եթե թելը կտրենք, գնդիկը կլողա ջրի մեջ: Այդ դեպքում ինչքա՞ն կփոխվի ջրի մակարդակը անոթում: Անոթի հատակի մակերեսը S = 300սմ² է, ջրի խտությունը՝ ρ = 1գ/սմ³:



Լուծում: Գնդի հավասարակշռության պայմանից ունենք $mg=T+\rho gV_1$ (1), որտեղ V_1-ը ընկղմված ծավալն է: Երբ թելը կտրենք $mg=\rho gV_2$ (1), որտեղ V_2-ը ընկղմված ծավալն է այդ դեպքում: Այսպիսով $V_2-V_1=S\Delta h=\frac{T}{\rho g}$ (1),որտեղից ստանում ենք որ ջրի մակարդակի բարձրանում է

$$\Delta h=\frac{T}{\rho gS}=\frac{3}{10^3\cdot 10\cdot 3\cdot 10^{-2}}=10^{-2}\text{ մ=1սմ: (2)}$$

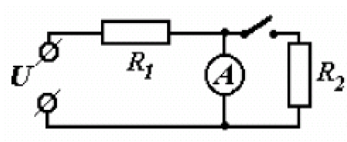
3. (5 միավոր) Բաժակի մեջ լցված է 0,75կգ 20⁰C ջերմաստիճանի ջուր: Դրա մեջ գցում են 0⁰C ջերմաստիճանի սառույցի կտոր, որի մեջ կա քար: Սառցակտորի ընկղմված մասի ծավալը կազմում է ամբողջ ծավալի n=0,95 մասը: Որոշ ժամանակ հետո սառույցն ամբողջությամբ ընկղմվում է ջրի մեջ: Որոշեք ջրի ջերմաստիճանն այդ պահին, եթե սառցակտորի զանգվածը քարի հետ միասին 0,21կգ է: Ջրի և սառույցի խտությունները, ջրի տեսակարար ջերմունակությունը, սառույցի հալման տեսակարար ջերմությունը համապատասխանաբար հավասար են. ρ_1=1000կգ/մ³, ρ_2=900կգ/մ³, c=4200Ջ/(կգ·Կ), λ=3,4·10⁵ Ջ/կգ: Բաժակի ջերմունակությունն ու շրջապատի հետ ջերմափոխանակությունն անտեսեք:

Լուծում: Եթե սառցակտորի ծավալը նշանակենք V, ապա ընկղմված մասի ծավալը կլինի $V_1=nV$: Օգտվելով արքիմեդյան ուժի բանաձևից, կստանանք՝

$V_1\rho_1=m,\ V_2\rho_2=m-\Delta m$ (0,5), որտեղ V_2-ը սառցակտորի ծավալն է սուզվելու պահին, m-ը սառցակտորի սկզբնական, իսկ Δm-ը՝ հալված սառույցի զանգվածներն են: Հալված սառույցի ծավալը կլինի $V - V_2 = \frac{\Delta m}{\rho_1}$ (0,5) կամ $\frac{\Delta m}{\rho_1} = \frac{V_1}{n} - V_2 = \frac{m}{n\rho_1} - \frac{m-\Delta m}{\rho_2}$ (0,5), որտեղից՝ $\Delta m = \frac{m\rho_2(1-n)}{n(\rho_1-\rho_2)} \approx 0,1$ կգ: (1) Օգտվելով ջերմային հաշվեկշռի հավասարումից, կստանանք՝ $cM(t_0 - t) = \lambda\Delta m + c\Delta m \cdot t$ (1), որտեղ M-ը բաժակի մեջ ջրի զանգվածն է, իսկ t_0-ն և t-ն այդ ջրի ջերմաստիճաններն են սկզբում և սառցակտորը լրիվ ընկղմվելու պահին:

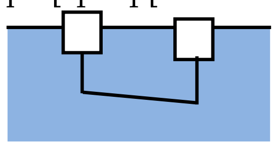
Այս հավասարումից՝ $t = \frac{cMt_0 - \lambda\Delta m}{c(M+\Delta m)}$ (1): Վերջին արտահայտության մեջ տեղադրելով ֆիզիկական մեծությունների թվային արժեքները, կստանանք՝ $t \approx 8,1^0 C$ (0,5):

4. (5 միավոր)Նկարում պատկերված շղթան միացնում են U=4,5 Վ արտաքին աղբյուրին: Ռեզիստորների դիմադրությունները հավասար են R_1=3,0 Օհմ, R_2=8,0 Օհմ: Երբ բանալին անջատված է, ամպերմետրի ցուցմունքը՝ I=1,2 Ա: Ի՞նչ ցույց կտա ամպերմետրը բանալին փակելուց հետո:



Լուծում: Օհմի օրենքից ունենք $R_A = \frac{U}{I_1} - R_1 = 0,75$ Օմ(1): Երբ բանալին փակում ենք, ամպերմետրը միացված է զուգահեռ R_2 դիմադրությանը, հետևաբար $I_A R_A = I_2 R_2$ (0,5): Հոսանքի ուժը շղթայում՝ $I = I_2 + I_A = I_A(1+\frac{R_A}{R_2})$ (1): Լրիվ շղթայի համար $U = IR_1 + I_A R_A = I_A(1+\frac{R_A}{R_2})R_1 + I_A R_A$ (1,5), որտեղից հետևում է, որ $I_A = \frac{UR_2}{R_1R_2 + R_1R_A + R_AR_2} \approx 1,12$ Ա:(1)

5. (5 միավոր) Անկշիռ ձողի ծայրերին նույն երկարությամբ թելերով կապված են 10 սմ կողով երկու խորանարդ, որոնք լողում են ջրում(տե՛ս նկ.): Խորանարդներից մեկի նյութի խտությունը 700կգ/մ³, մյուսինը՝ 850կգ/մ³: Ձողի թեթև խորանարդին կապված ծայրից ի՞նչ հեռավորության վրա պետք է կախել V=1լ ծավալով և 1,2կգ զանգվածով բեռը, որպեսզի ձողը ընդունի հորիզոնական դիրք:



Լուծում: Ըստ խնդրի պայմանի $m=1,2$կգ զանգվածով բեռը կախելուց հետո ձողն ընդունում է հորիզոնական դիրք, ուստի ձողի ծայրերից կախված մարմինների ջրում ընկղմված ծավալները և դրանց վրա ազդող F_1 արքիմեդյան ուժերը հավասար են (նկ.10): Համակարգի հավասարակշռության պայմանից ունենք՝ $2F_1 + F_2 - m_1g - m_2g - mg = 0$ (1) որտեղից՝ $F_1 = (m_1g + m_2g + mg - F_2)/2$ (1): Ձողի թեթև խորանարդին կապված ծայրի նկատմամբ ազդող ուժերի մոմենտների հանրահաշվական գումարի զրո լինելու պայմանից կստանանք $(F_1 - m_1g)L = (mg - F_2)x$ (1): Այսպիսով, կստանանք $x = L(m_2g + mg - m_1g - F_2)/(2(mg-F_2))$ (1): Ըստ խնդրի պայմանի, ունենք $m_1 = \rho_1 a^3$, $m_2 = \rho_2 a^3$, $F_2 = \rho_0 gV$ որտեղ ρ_0-ն ջրի խտությունն է (ρ_0=1000 կգ/մ³): Տեղադրելով մեծությունների թվային արժեքները, կստանանք $x = L/8 = 0,125$մ: (1)