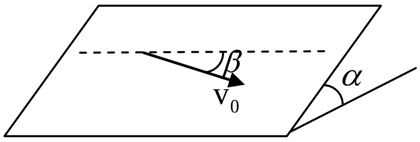
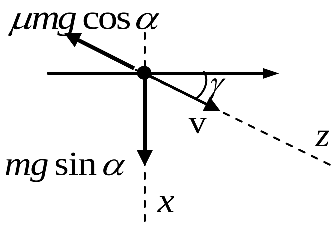
12 դասարան



1. Հորիզոնի հետ α անկյուն կազմող թեք հարթության վրա տեղադրված չորսուին հաղորդում են թեք հարթության վրայի հորիզոնականի հետ β անկյուն կազմող v_0 արագություն (տե՛ս նկ.): Ինչքա՞ն ժամանակից չորսուն կանգ կառնի, եթե դրա և հարթության միջև շփման գործակիցը՝ $\mu > \mathrm{tg}\,\alpha$:

Լուծում:



Պրոյեկտենք շարժման հավասարումը x և z առանցքների վրա: Ունենք

$$m\Delta \mathrm{v}_x = \left(mg\sin\alpha - \mu mg\cos\alpha\sin\gamma\right)\Delta t\ ,$$

$$m\Delta \mathrm{v} = \left(mg\sin\alpha\sin\gamma - \mu mg\cos\alpha\right)\Delta t\ :$$

Եթե առաջին հավասարումը բազմապատկենք $\sin\alpha$ -ով, իսկ երկրորդը $\mu\cos\alpha$ -ով և գումարենք, կստանանք

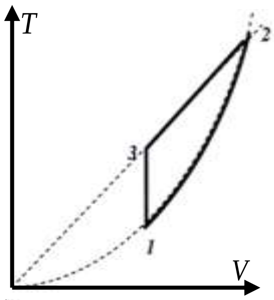
$$m\sin\alpha\cdot\Delta \mathrm{v}_x + \mu m\cos\alpha\cdot\Delta \mathrm{v} = \left(mg\sin^2\alpha - \mu mg\cos^2\alpha\right)\Delta t\ :$$

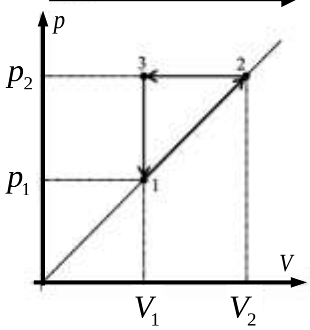
Քանի որ $\mu > \mathrm{tg}\,\alpha$, մարմինը կանգ կառնի ու և՛ v -ն, և՛ v_x -ը կհավասարվեն զրոյի: Նախորդ հավասարումից ստանում ենք

$$m\sin\alpha\cdot\left(0 - \mathrm{v}_0\sin\beta\right) + \mu m\cos\alpha\cdot\left(0 - \mathrm{v}_0\right) = \left(mg\sin^2\alpha - \mu mg\cos^2\alpha\right)t\ ,$$ որտեղից ստանում ենք

$$t = \frac{\mathrm{v}_0}{g}\,\frac{\sin\alpha\cdot\sin\beta + \mu\cos\alpha}{\mu\cos^2\alpha - \sin^2\alpha} = \frac{\mathrm{v}_0}{g}\,\frac{\mu + \mathrm{tg}\,\alpha\sin\beta}{\cos\alpha\left(\mu - \mathrm{tg}^2\alpha\right)}\ :$$

2. Մեկ մոլ հելիումի հետ կատարվում է նկարում պատկերված 1-2-3-1 ցիկլը: 1-2 տեղամասում գազի ջերմաստիճանը կախված է ծավալից, ինչպես $T = bV^2$, որտեղ b -ն հաստատուն է: Ցիկլի ընթացքում գազի առավելագույն ջերմաստիճանը չորս անգամ մեծ է նվազագույն ջերմաստիճանից: 1-2 տեղամասում գազին հաղորդել են Q ջերմաքանակ: Ինչքա?ն ջերմաքանակ է տվել գազը 2-3-1 տեղամասում:





__Լուծում:__ Գազի վիճակի հավասարումից ստանում ենք

$$pV = RT = RbV^2 \Rightarrow p = bRV\ ,$$

ուստի p, V առանցքներով այդ պրոցեսը ներկայացվում է նկարում: Ցիկլի առավելագույն ջերմաստիճանը կլինի 2 կետում, իսկ նվազագույնը՝ 1 կետում: Ունենք

$$T_2 = \frac{p_2V_2}{R} = \frac{b}{R}V_2^2 = 4T_1 = 4\frac{b}{R}V_1^2,$$

որտեղից ստանում ենք $V_2 = 2V_1$:

Ջերմադինամիկայի առաջին օրենքից ունենք

$$Q_{12} = \frac{3}{2}\Delta\left(pV\right) + \frac{p_2 + p_1}{2}\left(V_2 - V_1\right) = \frac{3}{2}3p_1V_1 + \frac{3p_1}{2}V_1 = 6p_1V_1:$$

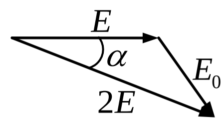
Մյուս կողմից

$$Q_{231} = \frac{3}{2}\Delta\left(pV\right) - p_2\left(V_2 - V_1\right) = -\frac{3}{2}3p_1V_1 - 2p_1V_1 = -6{,}5p_1V_1 = -\frac{13}{12}Q:$$

Այսպիսով՝ $Q_{321} = -\dfrac{13}{12}Q$:

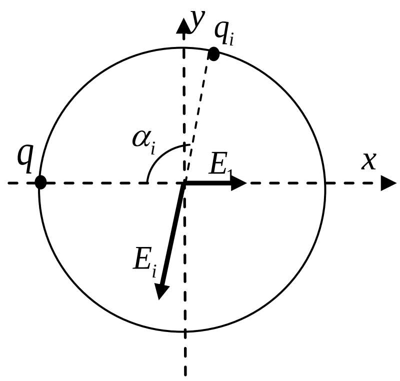
3. R շառավղով շրջանագծին ներգծած կանոնավոր N անկյան n-րդ գագաթում տեղադրված է $2^{n-1}q$ լիցք: Գտեք դաշտի լարվածությունը շրջանագծի կենտրոնում:

Լուծում: Դիցուք շրջանագծի կենտրոնում դաշտի լարվածության մոդուլը E է: Դիտարկենք մեկ այլ կանոնավոր N անկյուն, որի յուրաքանչյուր գագաթում լիցքը երկու անգամ մեծ է, քան նախորդ կանոնավոր N անկյան գագաթներում: Պարզ է, որ այդ դեպքում դաշտի լարվածության մոդուլը, կենտրոնում կլինի $2E$, իսկ ուղղությունը կլինի նույնը: Եթե այս նոր N անկյունը պտտենք $\dfrac{2\pi}{N}$ անկյունով, բոլոր գագաթներում լիցքերը կլինեն նույնը, ինչ սկզբնական N անկյան գագաթներում, միայն առաջին գագաթում կլինի լրացուցիչ $\left(2^N-1\right)q$ լիցք: Շրջանագծի կենտրոնում այդ լիցքը ստեղծում է $E_0=k\dfrac{q}{R^2}\left(2^N-1\right)$ լարվածությամբ դաշտ, որը գումարվելով E լարվածությամբ դաշտին պետք է տա դրա հետ $\alpha=\dfrac{2\pi}{N}$ կազմող $2E$ լարվածությամբ դաշտ (տե՛ս նկ.):



Այսպիսով ունենք՝ $E_0^2=E^2+\left(2E\right)^2-2\cdot E\cdot 2E\cdot\cos\alpha\Rightarrow E=\dfrac{E_0}{\sqrt{5-4\cos\alpha}}$:

Լուծման երկրորդ եղանակ



$$E_x=-k\frac{q}{R^2}\sum_{k=1}^{N}2^{k-1}\cos\left(\left(k-1\right)\frac{2\pi}{N}\right),$$

$$E_y=k\frac{q}{R^2}\sum_{k=1}^{N}2^{k-1}\sin\left(\left(k-1\right)\frac{2\pi}{N}\right)$$

Եթե հաշվի առնենք Էյլերի բանաձևը՝ $e^{i\alpha}=\cos\alpha+i\sin\alpha$ և նայենք $E=-k\dfrac{q}{R^2}\sum\limits_{k=1}^{N}2^{k-1}e^{-i(k-1)\alpha}$ արտահայտությանը, ապա $E_x=\operatorname{Re}E$, $E_y=\operatorname{Im}E$: Ունենք երկրաչափական պրոգրեսիայի համար

$$E=-k\frac{q}{R^2}\sum_{k=1}^{N}2^{k-1}e^{-i(k-1)\alpha}=-k\frac{q}{R^2}\frac{2^Ne^{-iN\alpha}-1}{2e^{-i\alpha}-1}:$$

Հաշվի առնենք, որ $N\alpha=2\pi$, ստանում ենք

$$E=-k\frac{q}{R^2}\frac{2^N-1}{2\cos\alpha-1-2i\sin\alpha}=-k\frac{q}{R^2}\frac{2^N-1}{5-4\cos\alpha}\left(\left(2\cos\alpha-1\right)-2i\sin\alpha\right):$$

Այստեղից նորից ստանում ենք

$$\left|E\right|=k\frac{q}{R^2}\frac{2^N-1}{\sqrt{5-4\cos\alpha}}:$$

4. Քարը նետում են ուղղաձիգ ուղղությամբ: Թռիչքի վերջին վայրկյան վայրկյանում այն անցնում է թռիչքի ընթացքում անցած ճանապարհի կեսը: Ինչքա՞ն է առավելագույն հնարավոր թռիչքի ժամանակը: Ինչքա՞ն անկման կետի հեռավորությունը նետման կետից: Ազատ անկման արագացումը 10 մ / վ² է:

Լուծում: $\dfrac{\mathrm{v}_1^2}{2g}+\dfrac{\mathrm{v}_2^2}{2g}=2\dfrac{\mathrm{v}_2^2-\left(\mathrm{v}_2-g\tau\right)^2}{2g}$, $\mathrm{v}_2^2-4g\tau\mathrm{v}_2+\mathrm{v}_1^2+2g^2\tau^2=0$

$$\mathrm{v}_2=2g\tau\pm\sqrt{4g^2\tau^2-\mathrm{v}_1^2-2g^2\tau^2}\Rightarrow\mathrm{v}_2=2g\tau\pm\sqrt{2g^2\tau^2-\mathrm{v}_1^2}$$

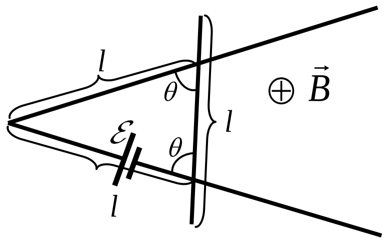
$$t=\frac{\mathrm{v}_1}{g}+\frac{\mathrm{v}_2}{g}=2\tau+\sqrt{2\tau^2-x^2}+x,\ x=\frac{\mathrm{v}_1}{g},$$

$$\left(t-2\tau-x\right)^2=2\tau^2-x^2\Rightarrow 2x^2-2x\left(t-2\tau\right)+\left(t-2\tau\right)^2-2\tau^2=0,$$

$$D=\left(t-2\tau\right)^2-2\left(\left(t-2\tau\right)^2-2\tau^2\right)=4\tau^2-\left(t-2\tau\right)^2\geq 0,\ t-2\tau\leq 2\tau\Rightarrow t\leq 4\tau$$

$$\frac{\mathrm{v}_1}{g}=\sqrt{2}\tau\sin\alpha,\ t=2\tau+\sqrt{2}\tau\left(\sin\alpha+\cos\alpha\right)\leq 4\tau\quad \alpha=\frac{\pi}{4},\ \mathrm{v}_1=g\tau,\ \mathrm{v}_2=3g\tau\ \ H=\frac{\mathrm{v}_2^2}{2g}-\frac{\mathrm{v}_1^2}{2g}=2g\tau^2:$$

5. Շղթան պարունակում է հորիզոնական հարթության վրա տեղադրված երկու երկար ուղիղ հաղորդալար և $\mathcal{E}$ ԷլՇՈւ-ով իդեալական հոսանքի աղբյուր: Լարերը վրա սիմետրիկ տեղադրված l երկարությամբ ուղիղ մետաղալարը պահված է այդ դիրքում: Բոլոր լարերի միավորի երկարության դիմադրությունը ρ է: l երկարությամբ լարի զանգվածը m է, θ անկյունը տրված է: Համակարգը տեղադրված է դեպի դիտորդը ուղղված $\vec{B}$ ինդուկցիայով համասեռ մագնիսական դաշտում: Ի՞նչ առավելագույն արագություն ձեռք կբերի լարը եթե այն ազատ տողնեն: Մակածված ԷլՇՈւ-ն և շփումը անտեսեք:



Լուծում: Լարի $2x\cos\theta$ երկարությամբ հատվածի վրա ազդում է $2x\cos\theta IB$ Ամպերի ուժը: Հոսանքի ուժը հավասար է $I=\dfrac{\mathcal{E}}{2\rho x\left(1+\cos\theta\right)}$, հետևաբար Ամպերի ուժը կլինի հավասար

$$F=\frac{Bl\mathcal{E}}{2\rho x\left(1+\cos\theta\right)}2x\cos\theta=\frac{Bl\mathcal{E}\cos\theta}{\rho\left(1+\cos\theta\right)}:$$

Ուստի ձողը շարժվում է հաստատուն $a=\dfrac{\mathcal{E}\cos\theta Bl}{\rho m\left(1+\cos\theta\right)}$: Ձողը կհասնի իր առավելագույն արագության այն կետում, երբ լարերի միջև հեռավորությունը կհավասարվի l-ի, այսինքն երբ $x=\dfrac{l}{2\cos\theta}$: Դա նշանակում է, որ ձողը անցնում է $S=\left(x-l\right)\sin\theta=\dfrac{l\left(1-2\cos\theta\right)}{2\cos\theta}\sin\theta$ ճանապարհ և դրա առավելագույն արագությունը կլինի

$$\mathrm{v}=\sqrt{2aS}=\sqrt{2\frac{lB\mathcal{E}\cos\theta}{\rho m\left(1+\cos\theta\right)}\frac{l\left(1-2\cos\theta\right)\sin\theta}{2\cos\theta}}=\sqrt{\frac{\mathcal{E}lB\left(1-2\cos\theta\right)\sin\theta}{\rho m\left(1+\cos\theta\right)}}:$$

11 դասարան

1. Քարը նետում են ուղղաձիգ ուղղությամբ: Թռիչքի վերջին վայրկյան վայրկյանում այն անցնում է թռիչքի ընթացքում անցած ճանապարհի կեսը: Ինչքա՞ն է առավելագույն հնարավոր թռիչքի ժամանակը: Ինչքա՞ն անկման կետի հեռավորությունը նետման կետից: Ազատ անկման արագացումը 10 մ / վ^2 է:

Լուծում: $\frac{v_1^2}{2g}+\frac{v_2^2}{2g}=2\frac{v_2^2-\left(v_2-g\tau\right)^2}{2g}$, $v_2^2-4g\tau v_2+v_1^2+2g^2\tau^2=0$

$$v_2=2g\tau\pm\sqrt{4g^2\tau^2-v_1^2-2g^2\tau^2}\Rightarrow v_2=2g\tau\pm\sqrt{2g^2\tau^2-v_1^2}$$

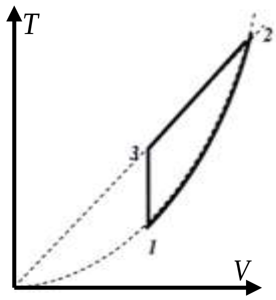
$$t=\frac{v_1}{g}+\frac{v_2}{g}=2\tau+\sqrt{2\tau^2-x^2}+x,\ x=\frac{v_1}{g},$$

$$\left(t-2\tau-x\right)^2=2\tau^2-x^2\Rightarrow 2x^2-2x\left(t-2\tau\right)+\left(t-2\tau\right)^2-2\tau^2=0,$$

$$D=\left(t-2\tau\right)^2-2\left(\left(t-2\tau\right)^2-2\tau^2\right)=4\tau^2-\left(t-2\tau\right)^2\ge 0,\ t-2\tau\le 2\tau\Rightarrow t\le 4\tau$$

$$\frac{v_1}{g}=\sqrt{2}\tau\sin\alpha,\ t=2\tau+\sqrt{2}\tau\left(\sin\alpha+\cos\alpha\right)\le 4\tau\quad \alpha=\frac{\pi}{4},\ v_1=g\tau,\ v_2=3g\tau\ \ H=\frac{v_2^2}{2g}-\frac{v_1^2}{2g}=2g\tau^2:$$

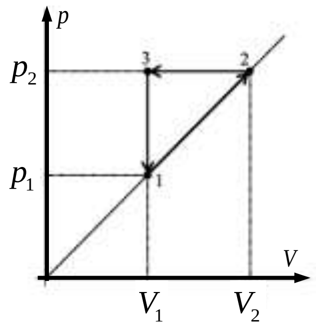
2. Մեկ մոլ հելիումի հետ կատարվում է նկարում պատկերված 1-2-3-1 ցիկլը: 1-2 տեղամասում գազի ջերմաստիճանը կախված է ծավալից, ինչպես $T=bV^2$, որտեղ b -ն հաստատուն է: Ցիկլի ընթացքում գազի առավելագույն ջերմաստիճանը չորս անգամ մեծ է նվազագույն ջերմաստիճանից: 1-2 տեղամասում գազին հաղորդել են Q ջերմաքանակ: Ինչքան ջերմաքանակ է տվել գազը 2-3-1 տեղամասում:



__Լուծում:__ Գազի վիճակի հավասարումից ստանում ենք

$$pV=RT=RbV^2\Rightarrow p=bRV,$$

ուստի p,V առանցքներով այդ պրոցեսը ներկայացվում է նկարում: Ցիկլի առավելագույն ջերմաստիճանը կլինի 2 կետում, իսկ նվազագույնը՝ 1 կետում: Ունենք



$$T_2=\frac{p_2V_2}{R}=\frac{b}{R}V_2^2=4T_1=4\frac{b}{R}V_1^2,$$

որտեղից ստանում ենք $V_2=2V_1$:

Ջերմադինամիկայի առաջին օրենքից ունենք

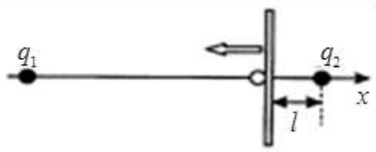
$$Q_{12}=\frac{3}{2}\Delta\left(pV\right)+\frac{p_2+p_1}{2}\left(V_2-V_1\right)=\frac{3}{2}3p_1V_1+\frac{3p_1}{2}V_1=6p_1V_1:$$

Մյուս կողմից

$$Q_{231}=\frac{3}{2}\Delta\left(pV\right)-p_2\left(V_2-V_1\right)=-\frac{3}{2}3p_1V_1-2p_1V_1=-6,5p_1V_1=-\frac{13}{12}Q:$$

Այսպիսով՝ $Q_{321}=-\frac{13}{12}Q$:

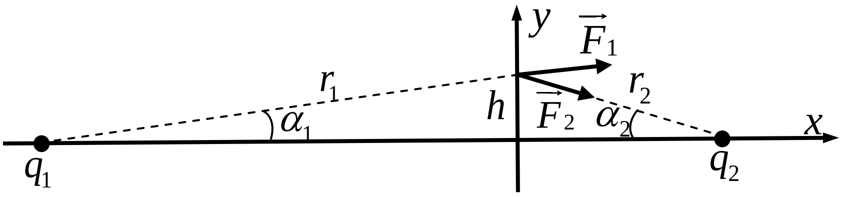
3. Դրական q_1 և բացասական q_2 լիցքերը ամրացված են x առանցքի վրա, դրան ուղղահայաց ոորրկ մեկուսիչ հարթ թիթեղի տարբեր կողմերում: Փոքր դրական լիցքավորված գնդիկը նույնպես գտնվում է x առանցքի վրա, հպվելով հարթությանը (տե՛ս նկ.):



Սկզբնական դիրքում թիթեղը գտնվում է բացասական լիցքի մոտ և գնդիկը գտնվում է հավասարակշռված վիճակում: Թիթեղը սկսում են համընթաց շարժել, դանդաղ մեծացնելով դրա l հեռավորությունը բացասական լիցքից: Երբ l հավասարվում լիցքերի հեռավորության $1/3$-ն, գնդիկը դուրս է թռչում x առանցքից: Գտեք q_1/q_2 հարաբերությունը: Թիթեղի ազդեցությունը էլեկտրական դաշտի վրա և ծանրության ուժն անտեսեք:

Լուծում: Դիցուք գնդիկը շեղվել է y առանցքի ուղղությամբ h-ով (տե՛ս նկ.): Լիցքերի կողմից գնդիկի վրա ազդող համազոր ուժի բաղադրիչը y առանցքի ուղղությամբ հավասար է

$F_y = F_1 \sin\alpha_1 - F_2 \sin\alpha_2$, որտեղ $\sin\alpha_1 = \dfrac{h}{r_1}$, $\sin\alpha_2 = \dfrac{h}{r_2}$, r_1, r_2 գնդիկի հեռավորություններ են համապատասխանաբար q_1 ու q_2 լիցքից: Գնդիկի դիրքը x առանցքի վրա կլինի կայուն, եթե $F_y < 0$: Կայունությունը կվերանա, երբ $F_1 \sin\alpha_1 = F_2 \sin\alpha_2$: Կուլոնի օրենքից ունենք



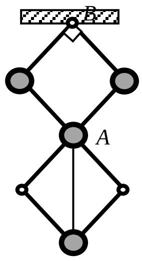
$\dfrac{F_1}{F_2} = \dfrac{q_1}{-q_2} \cdot \dfrac{r_2^2}{r_1^2}$:

Հետևաբար

$$\frac{q_1}{-q_2} \cdot \frac{r_2^2}{r_1^2} = \frac{\sin\alpha_2}{\sin\alpha_1} = \frac{r_1}{r_2} \Rightarrow \frac{q_1}{q_2} = -\left(\frac{r_1}{r_2}\right)^3 :$$

Փոքր h-երի դեպքում r_1 և r_2 մոտավորապես հավասար են գնդիկից լիցքերի հեռավորություններին, ուսրի $\dfrac{q_1}{q_2} = -\left(\dfrac{2l}{l}\right)^3 = -8$

4. Հոդակապերով իրար միացված անկշիռ ձողերից պատրաստված է համակարգ, որն ունի երկու միացված շեղանկյունների տեսք:



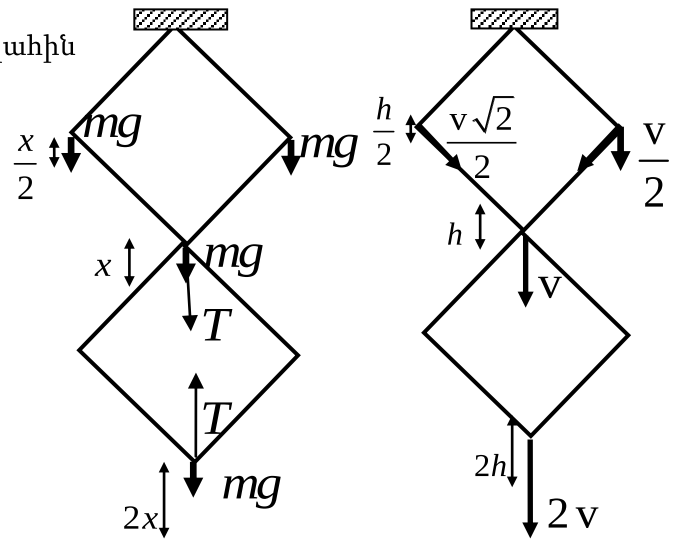
Չորս միանման գնդիկ ամրացված են հանգույցներից չորսի վրա (տե՛ս նկ.): Երկու գնդիկը կապված են թելով, որի լարման ուժը T է, իսկ ձողերի կազմած անկյունը 90^0 է: Թելը կտրում են:

Գտեք

ա A գնդի արագությունը, երբ այն իջնում է h-ով

բ A գնդի արագացումը սկզբնական պահին

գ B կախման կետում ազդող ուժը սկզբնական պահին



Լուծում: Մեխանիկայի ոսկի կանոնից ունենք

$T \cdot 2x - Tx = 2mg \cdot \dfrac{x}{2} + mg \cdot x + mg \cdot 2x \Rightarrow T = 4mg$:

Էներգիայի պահպանման օրենքից՝

$$2\frac{m\left(v\sqrt{2}/2\right)^2}{2} + \frac{mv^2}{2} + \frac{m(2v)^2}{2} =$$

$$= 2mg\frac{h}{2} + mgh + mg \cdot 2h \Rightarrow 3mv^2 = 4mgh:$$

Ուստի $v = \sqrt{\dfrac{4}{3}gh}$:

Հաշվի առնելով, որ $h' = \text{v}$, $\text{v}' = a$, ստանում ենք՝

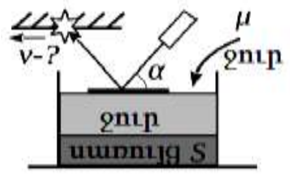
$$a = \frac{2}{3} g :$$

Քանի որ A կետը համընկնում համակարգի զանգվածների կենտրոնի հետ, ունենք

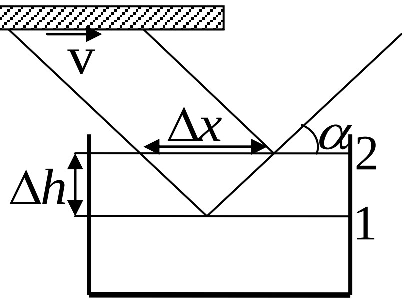
$$4mg - N = 4ma ,$$

որտեղից հետևում է, որ $N = \frac{4}{3} mg = \frac{1}{3} T$:

5 Ուղղաձիգ պատերով անոթի հատակին կպած սառույց է և ջուր (տե՛ս նկ.): Ջրի մակերևույթին լողում է հորիզոնական հայելի, որի վրա α անկյան տակ ուղղված է լազերային ցուցչի ճառագայթման նեղ փունջը: Բաժակի մեջ սկսում են լցնել T ջերմաստիճանի ջուր: Գտեք հորիզոնական առաստաղի վրա լազերային լույսի v արագությունը, եթե միավոր ժամանակում անոթի մեջ լցնում են μ զանգված ջուր: Ճառագայթի անկման ուղղությունը չի փոխվում: Ընդունեք, որ ժամանակի ցանկացած պահին համակարգը գտնվում է ջերմային հավասարակշռության վիճակում, ջերմային կորուստները անտեսեք: Անոթի հիմքի մակերեսը S է, սառույցի հալման տեսակարար ջերմությունը λ, ջրի տեսակարար ջերմունակությունը c, ջրի խտությունը $\rho_{\text{ջ}}$, սառույցինը՝ $\rho_{\text{ս}}$:



Լուծում: Եթե ջրի մակարդակը բարձրանում է Δh-ով, առաստաղի վրա լազերային ճառագայթը շեղվում է $\Delta x = 2\Delta h\,\text{ctg}\,\alpha$-ով, հետևաբար բծի շարժման արագությունը կլինի



$$\text{v} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = 2\frac{\Delta h}{\Delta t}\,\text{ctg}\,\alpha = 2\frac{\Delta V}{S\Delta t}\,\text{ctg}\,\alpha ,$$

որտեղ ΔV-ն հեղուկի և սառույցի գումարային ծավալն է: ΔV-ն հավասար լրացուցիչ ջրի ծավալի և սառույցի հալման հետևանքով ծավալի փոփոխության գումարին: Ջերմային կորուստներ չկան, հետևաբար եթե միավոր ժամանակում հալվում է $m_{\text{ս}}$ զանգվածի սառույց, ապա ջերմային հաշվեկշռի հավասարումից ունենք

$$m_{\text{ս}} \Delta t \lambda = \Delta t \left(T - 0^0 C\right) \Rightarrow m_{\text{ս}} = \frac{c\rho_{\text{ջ}} \mu}{\lambda} T :$$

Ծավալի գումարային փոփոխությունը՝

$$\Delta V = \mu\Delta t - \frac{m_{\text{ս}}\Delta t}{\rho_{\text{ս}}} + \frac{m_{\text{ս}} \Delta t}{\rho_{\text{ջ}}} :$$

Արդյունքում բծի արագության համար ստանում ենք

$$\text{v} = \frac{2\mu\,\text{ctg}\,\alpha}{S}\left(1 - \frac{cT}{\lambda}\left(\frac{\rho_{\text{ջ}}}{\rho_{\text{ս}}} - 1\right)\right) :$$

10 դասարան

1. A ու B քաղաքների հեռավորությունը 188 կմ է, իսկ դրանց միջև գտնվող C վայրի հեռավորությունը A-ից 31 կմ է:. A քաղաքից դեպի B դուրս եկավ հեծանվորդը, նրա հետ միաժամանակ B-ից դեպի A շարժվեց սպորտային ավտոմեքենան: Մեկ ժամ հետո ավտոմեքենայի հեռավորությունը C-ից 5 անգամ ավելի փոքր էր, քան հեծանվորդինը: Եվս. 1/5 ժամ հետո հեծանվորդ գտնվում էր 5 ավելի մոտ է C-ին, քան մեքենան: Որքա՞ն են հեծանվորդի և մեքենայի արագությունները

Լուծում: Եթե նշանակենք հեծանվորդի և մեքենայի արագությունները համապատասխանաբար v_1 և v_2, ապա խնդիրների պայմաններից ունենք $|31-v_1| = 5|157-v_2|$, $5\left|31-\frac{6}{5}v_1\right| = \left|157-\frac{6}{5}v_2\right|$: Ունենք նաև $\frac{6}{5}v_2 < 188 \Rightarrow v_2 < 156\frac{2}{3}$ կմ/ժ:

Այսպիսով խնդիրը լուծելու համար հարկավոր է քննարկել տարբեր հնարավորությունները

$$\left\{\begin{array}{l}\left[\begin{array}{l}5\left(31-\frac{6}{5}v_1\right)=157-\frac{6}{5}v_2\\ 5\left(31-\frac{6}{5}v_1\right)=\frac{6}{5}v_2-157\end{array}\right.\\ \left[\begin{array}{l}31-v_1=5(157-v_2)\\ v_1-31=5(157-v_2)\end{array}\right.\end{array}\right. :$$

Ունենք

$$\left\{\begin{array}{l}\left[\begin{array}{l}\frac{6}{5}v_2-6v_1=2\\ \frac{6}{5}v_2+6v_1=312\end{array}\right.\\ \left[\begin{array}{l}5v_2-v_1=754\\ 5v_2+v_1=816\end{array}\right.\end{array}\right. \Rightarrow \left[\begin{array}{l}\begin{cases}5v_2-v_1=754\\ 1,2v_2-6v_1=2\end{cases} \Rightarrow v_2=157,01\text{կմ/ժ}, v_1=31,07\text{կմ/ժ}\\ \begin{cases}5v_2-v_1=754\\ 1,2v_2+6v_1=312\end{cases} \Rightarrow v_2=155\text{կմ/ժ}, v_1=21\text{կմ/ժ}\\ \begin{cases}5v_2+v_1=816\\ 1,2v_2+6v_1=312\end{cases} \Rightarrow v_2=159,17\text{կմ/ժ}, v_1=2,02\text{կմ/ժ}\\ \begin{cases}5v_2+v_1=816\\ 1,2v_2-6v_1=2\end{cases} \Rightarrow v_2=156,99\text{կմ/ժ}, v_1=31,06\text{կմ/ժ}\end{array}\right. ,$$

որոնցից $v_2 < 156\frac{2}{3}$ կմ/ժ պայմանին բավարարում է միայն $v_2 = 155$ կմ/ժ, $v_1 = 21$ կմ/ժ:

2. Մասնիկը շարժվում էր հաստատուն $\vec{v}_0$ արագությամբ: Ինչ որ պահին դրա վրա սկսում է ազդել հաստատուն $\vec{F}$ ուժ: τ ժամանակ հետո մասնիկի արագության մոդուլը փոքրացավ երկու անգամ: Եվս τ ժամանակ հետո մասնիկի արագության մոդուլը նորից փոքրացավ երկու անգամ: Ինչքա՞ն կլինի մասնիկի արագության մոդուլը ուժի ազդման սկսելուց $n\tau$ ժամանակ հետո:

Լուծում: Դիցուք ուժի ազդեցությամբ մասնիկը շարժվում է հաստատուն $\vec{a}$ արագացումով:

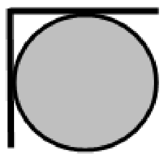
τ ժամանակ հետո մասնիկի արագության մոդուլը կլինի $|\vec{v}_0+\vec{a}\tau|$, և համաձայն խնդրի պայմանի $4(\vec{v}_0+\vec{a}\tau)^2 = \vec{v}_0^2$, $16(\vec{v}_0+2\vec{a}\tau)^2 = \vec{v}_0^2$: Պարզեցնելով այդ հավասարումները ստանում ենք

$$3\vec{v}_0^2+8\vec{v}_0\cdot\vec{a}\tau+4(\vec{a}\tau)^2=0,\ 15\vec{v}_0^2+64\vec{v}_0\cdot\vec{a}\tau+64(\vec{a}\tau)^2=0:$$

Այդ հավասարումները բավարարվում են, եթե $(\vec{a}\tau)^2 = \frac{9\vec{v}_0^2}{32}$, $\vec{v}_0\cdot\vec{a}\tau = -\frac{33\vec{v}_0^2}{64}$: Դա նշանակում է, որ $n\tau$ ժամանակ հետո մասնիկի արագության մոդուլը կլինի

$$v_n = \sqrt{(\vec{v}_0+n\vec{a}\tau)^2} = \sqrt{\vec{v}_0^2+2n\vec{v}_0\cdot\vec{a}\tau+n^2(\vec{a}\tau)^2} = \frac{v_0}{8}\sqrt{2(32-33n+9n^2)}:$$

3. $4R$ երկարությամբ համասեռ ուղղանկյուն թիթեղը ծալում են մեջտեղով ուղիղ անկյան տակ և տեղադրում են R շառավղով հորիզոնական գլանի վրա, ինչպես ցույց է տրված նկարում: Թիթեղի վերին մասը հորիզոնական է, գլանը ամրացված է: Գլանի և թիթեղի միջև շփման գործակցի ինչպիսի նվազագույն արժեքի դեպքում թիթեղը կգտնվի հավասարակշռված վիճակում:

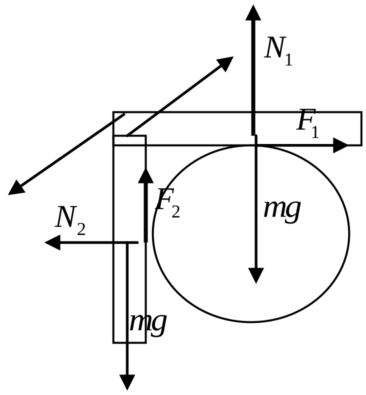


Լուծում: Հավասարակշռության վիճակում: $N_1 + F_2 = 2mg$, $F_1 = N_2$:

Ունենք նաև $F_1 \le \mu N_1$, $F_2 \le \mu N_2$

Մոմենտների հավասարակշռումից A կետի նկատմամբ ստանում ենք

$N_1 R = (mg + N_2) R$:



Ստացված հավասարումներից ունենք

$$F_1 + F_2 = mg \text{ , } F_2 \le \mu F_1 \text{ , } F_1 \le \frac{\mu mg}{1-\mu} :$$

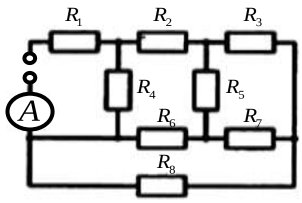
Նվազագույն շփման գործակցի համար ունենք հավասարումներ:

$$\frac{\mu mg}{1-\mu}(1+\mu) = mg \Rightarrow \mu^2 + 2\mu - 1 = 0 :$$

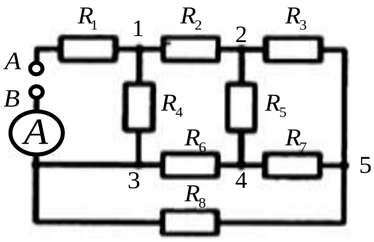
Այստեղից ստանում ենք

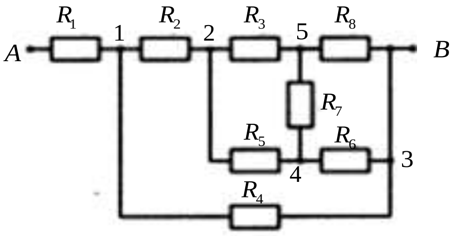
$$\mu = \sqrt{2} - 1$$

4. Նկարում պատկերված էլեկտրական շղթայում բոլոր դիմադրությունները հավասար են $R = 300$ Օմ: Երբ այդ շղթան միացնում են հոսանքի աղբյուրին, իդեալական ամպերմետրը ցույց է տալիս $I = 10$ մԱ: Ինչքա՞ն է աղբյուրի լարումը:



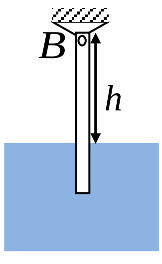
Լուծում: Գտնենք շղթայի դիմադրությունը: Դրա համար ներկայացնենք շղթան այնպես, ինչպես ցույց է տրված աջ նկարում (թվերը ցույց են տալիս համապատասխան հանգույցները): Համաչափությունից հետևում է, որ R_7 դիմադրությունով հոսանքը





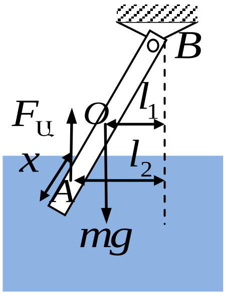
զրո է, ուստի այն կարելի է հեռացնել շղթայից և շղթայի դիմադրությունը չի փոխվի: Այժմ հեշտ է հաշվել ստացված շղթայի դիմադրությունը՝ $R_{AB} = \frac{5}{3}R$: Հետևաբար աղբյուրի լարումը կլինի

$$U = IR_{AB} = \frac{5}{3} IR = 5 \text{ Վ:}$$



5. B հոդակապով L երկարությամբ բարակ փայտե ձողը դանդաղ իջեցնում են ջրի մեջ (տե՛ս նկ.) : Ջրի մակարդակից հոդակապի ինչպիսի h հեռավորության դեպքում ձողը կշեղվի ուղղաձիգ ուղղությունից: Փայտի խտությանը երկու անգամ փոքր է հեղուկի խտությունից: h -ի ի՞նչ արժեքի դեպքում ձողի ուղղաձիգի հետ կազմած անկյունը կլինի 45^0:

Լուծում: Դիցուք ձողը ընկղմված է ջրի մեջ x-ով: Այդ դեպքում նրա վրա ազդող արքիմեդյան ուժը կլինի $F_{\text{Ա}} = \rho_{\text{ջ}} g S x$, որտեղ S-ը ձողի կտրվածքի մակերեսն է, և այն կիրառված է B հոդակապից $L - \frac{x}{2}$ հեռավորության վրա: Ծանրության ուժը՝ $mg = \rho_{\text{փ}} g S L$ ու կիրառված է B հոդակապից $\frac{L}{2}$ հեռավորության վրա: ուղղաձիգից փոքր շեղումների դեպքում ձողը կվերադառնա ուղղաձիգ դիրք եթե $mgl_1 > F_{\text{Ա}} \cdot l_2 \Rightarrow mg\frac{L}{2} > F_{\text{Ա}} \cdot \left(L - \frac{x}{2}\right)$, որտեղ օգտվել ենք $\frac{l_1}{L/2} = \frac{l_2}{L - x/2}$ հավասարումից: Ստացված հավասարումից ստանում ենք



$$x^2 - 2Lx + \frac{\rho_{\text{փ}}}{\rho_{\text{ջ}}} L^2 > 0 \Rightarrow x^2 - 2Lx + \frac{1}{2} L^2 > 0:$$

Այսպիսով ձողը կլինի ուղղաձիգ դիրքում, եթե $x < \left(1 - \frac{\sqrt{2}}{2}\right) L \Rightarrow h = \frac{\sqrt{2}}{2} L:$

Երբ $h < \frac{\sqrt{2}}{2} L$-ից փողը գտնվում է հավասարակշռության վիճակում, կազմելով ուղղաձիգի հետ ինչ որ անկյուն, իսկ դրա ջրից դուրս եկող մասը միշտ հավասար է $\frac{\sqrt{2}}{2} L$: Հետևաբար ձողի ուղղաձիգի հետ կազմած անկյունը կլինի 45^0 երբ $h = \frac{L}{2}$:

9 դասարան

1. A ու B քաղաքների հեռավորությունը 188 կմ է, իսկ դրանց միջև գտնվող C վայրի հեռավորությունը A-ից 31 կմ է:. A քաղաքից դեպի B դուրս եկավ հեծանվորդը, նրա հետ միաժամանակ B-ից դեպի A շարժվեց սպորտային ավտոմեքենան: Մեկ ժամ հետո ավտոմեքենայի հեռավորությունը C-ից 5 անգամ ավելի փոքր էր, քան հեծանվորդինը: Եվս. 1/5 ժամ հետո հեծանվորդ գտնվում էր 5 ավելի մոտ է C-ին, քան մեքենան:. Որքա՞ն են հեծանվորդի և մեքենայի արագությունները:

Լուծում: Եթե նշանակենք հեծանվորդի և մեքենայի արագությունները համապատասխանաբար v_1 և v_2, ապա խնդիրների պայմաններից ունենք $|31-v_1| = 5|157-v_2|$, $5\left|31-\frac{6}{5}v_1\right| = \left|157-\frac{6}{5}v_2\right|$:

Ունենք նաև $\frac{6}{5}v_2 < 188 \Rightarrow v_2 < 156\frac{2}{3}$կմ/ժ:

Այսպիսով խնդիրը լուծելու համար հարկավոր է քննարկել տարբեր հնարավորությունները

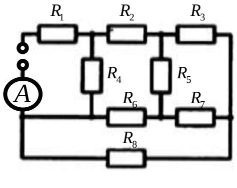
$$\begin{cases} \left[\begin{array}{l} 5\left(31-\frac{6}{5}v_1\right) = 157-\frac{6}{5}v_2 \\ 5\left(31-\frac{6}{5}v_1\right) = \frac{6}{5}v_2-157 \end{array}\right. \\ \left[\begin{array}{l} 31-v_1 = 5\left(157-v_2\right) \\ v_1-31 = 5\left(157-v_2\right) \end{array}\right. \end{cases}:$$

Ունենք

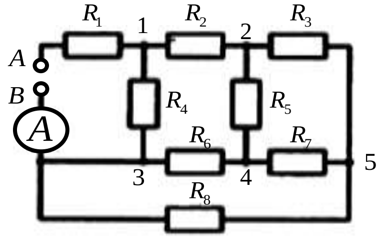
$$\begin{cases} \left[\begin{array}{l} \frac{6}{5}v_2-6v_1 = 2 \\ \frac{6}{5}v_2+6v_1 = 312 \end{array}\right. \\ \left[\begin{array}{l} 5v_2-v_1 = 754 \\ 5v_2+v_1 = 816 \end{array}\right. \end{cases} \Rightarrow \left[\begin{array}{l} \begin{cases} 5v_2-v_1 = 754 \\ 1,2v_2-6v_1 = 2 \end{cases} \Rightarrow v_2 = 157,01\text{կմ/ժ}, v_1 = 31,07\text{կմ/ժ} \\ \begin{cases} 5v_2-v_1 = 754 \\ 1,2v_2+6v_1 = 312 \end{cases} \Rightarrow v_2 = 155\text{կմ/ժ}, v_1 = 21\text{կմ/ժ} \\ \begin{cases} 5v_2+v_1 = 816 \\ 1,2v_2+6v_1 = 312 \end{cases} \Rightarrow v_2 = 159,17\text{կմ/ժ}, v_1 = 2,02\text{կմ/ժ} \\ \begin{cases} 5v_2+v_1 = 816 \\ 1,2v_2-6v_1 = 2 \end{cases} \Rightarrow v_2 = 156,99\text{կմ/ժ}, v_1 = 31,06\text{կմ/ժ} \end{array}\right.,$$

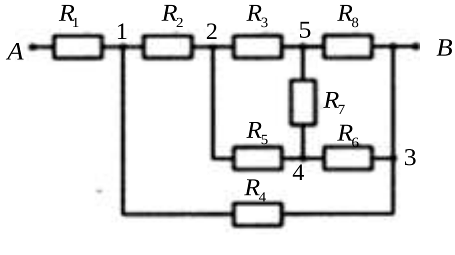
որոնցից $v_2 < 156\frac{2}{3}$կմ/ժ պայմանին բավարարում է միայն $v_2 = 155$կմ/ժ$, v_1 = 21$կմ/ժ:

2. Նկարում պատկերված էլեկտրական շղթայում բոլոր դիմադրությունները հավասար են $R = 300$ Օմ: Երբ այդ շղթան միացնում են հոսանքի աղբյուրին, իդեալական ամպերմետրը ցույց է տալիս $I = 10$ մԱ: Ինչքա՞ն է աղբյուրի լարումը:



Լուծում: Գտնենք շղթայի դիմադրությունը: Դրա համար ներկայացնենք շղթան այնպես, ինչպես ցույց է տրված աջ նկարում (թվերը ցույց են տալիս համապատասխան հանգույցները): Համաչափությունից հետևում է, որ R_7 դիմադրությունով հոսանքը զրո է, ուստի այն կարելի է հեռացնել շղթայից և շղթայի

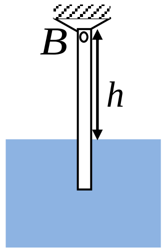




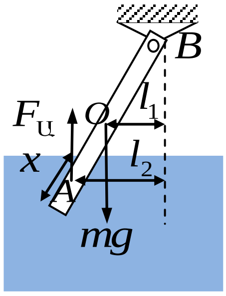
դիմադրությունը չի փոխվի: Այժմ հեշտ է հաշվել ստացված շղթայի դիմադրությունը՝ $R_{AB}=\frac{5}{3}R$: Հետևաբար աղբյուրի լարումը կլինի

$$U = IR_{AB} = \frac{5}{3}IR = 5\text{ Վ}:$$

3. B հոդակապով L երկարությամբ բարակ փայտե ձողը դանդաղ իջեցնում են ջրի մեջ (տե՛ս նկ.): Ջրի մակարդակից հոդակապի ինչպիսի h հեռավորության դեպքում ձողը կշեղվի ուղղաձիգ ուղղությունից: Փայտի խտությանը երկու անգամ փոքր է հեղուկի խտությունից: h-ի ի՞նչ արժեքի դեպքում ձողի ուղղաձգի հետ կազմած անկյունը կլինի 45^0:



Լուծում: Դիցուք ձողը ընկղմված է ջրի մեջ x-ով: Այդ դեպքում նրա վրա ազդող արքիմեդյան ուժը կլինի $F_{\text{Ա}}=\rho_{\text{ջ}} gSx$, որտեղ S-ը ձողի կտրվածքի մակերեսն է, և այն կիրառված է B հոդակապից $L-\frac{x}{2}$ հեռավորության վրա: Ծանրության ուժը՝ $mg=\rho_{\text{փ}}gSL$ ու կիրառված է B հոդակապից $\frac{L}{2}$ հեռավորության վրա: ուղղաձիգից փոքր շեղումների դեպքում ձողը կվերադառնա ուղղաձիգ դիրք եթե $mgl_1>F_{\text{Ա}}\cdot l_2 \Rightarrow mg\frac{L}{2}>F_{\text{Ա}}\cdot\left(L-\frac{x}{2}\right)$, որտեղ օգտվել ենք $\frac{l_1}{L/2}=\frac{l_2}{L-x/2}$ հավասարումից: Ստացված հավասարումից ստանում ենք

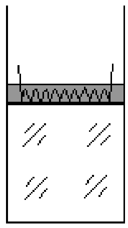


$$x^2-2Lx+\frac{\rho_{\text{փ}}}{\rho_{\text{ջ}}}L^2>0 \Rightarrow x^2-2Lx+\frac{1}{2}L^2>0:$$

Այսպիսով ձողը կլինի ուղղաձիգ դիրքում, եթե $x<\left(1-\frac{\sqrt{2}}{2}\right)L \Rightarrow h=\frac{\sqrt{2}}{2}L$:

Երբ $h<\frac{\sqrt{2}}{2}L$-ից փողը գտնվում է հավասարակշռության վիճակում, կազմելով ուղղաձիգի հետ ինչ որ անկյուն, իսկ դրա ջրից դուրս եկող մասը միշտ հավասար է $\frac{\sqrt{2}}{2}L$: Հետևաբար ձողի ուղղաձիգի հետ կազմած անկյունը կլինի 45^0 երբ $h=\frac{L}{2}$:

4. $S=300$ սմ² մակերեսով գլանաձև մխոցի տակ գտնվում է $t=0^0C$ ատիճանի սառույց: Մխոցում գտնվում է $P=1$ կՎտ հզորությամբ ջեռուցիչ: Ջեռուցիչը միացնելուց հետո մխոցը սկսում է հավասարաչափ իջնել: Գտեք այդ արագությունը: Ջրի խտությունը՝ $\rho_{\text{ջ}}=1000\text{կգ/մ}^3$, սառույցինը՝ $\rho_{\text{ս}}=900\text{կգ/մ}^3$, սառույցի հալման տեսակարար ջերմությունը՝ $\lambda_{\text{ս}}=330\text{կՋ/կգ}$: Ջերմափոխանակումը շրջակա միջավայրի հետ անտեսել:



Լուծում: τ ժամանակում համակարգին հաղորդած $P\tau$ էներգիան կհալեցնի $m_{\text{ս}}=\frac{P\tau}{\lambda}$ զանգվածով սառույց, ինչի հետևանքով մխոցի կիջնի: Ունենք $hS=\frac{m_{\text{ս}}}{\rho_{\text{ս}}}-\frac{m_{\text{ս}}}{\rho_{\text{ջ}}}=\frac{P\tau}{\lambda}\frac{\rho_{\text{ջ}}-\rho_{\text{ս}}}{\rho_{\text{ս}}\rho_{\text{ջ}}}$:

Այստեղից ստանում ենք

$$v=\frac{h}{\tau}=\frac{P}{\lambda S}\frac{\rho_{\text{ջ}}-\rho_{\text{ս}}}{\rho_{\text{ս}}\rho_{\text{ջ}}}=\frac{10^3\cdot 100}{330\cdot 10^3\cdot 3\cdot 10^{-2}\cdot 900\cdot 1000}\approx 1{,}1\cdot 10^{-5}\text{մ/վ}:$$