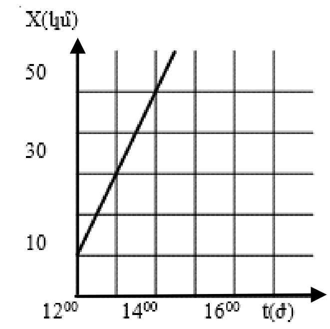
Միջվարժանարային օլիմպիադա 28.10.2019
Ֆիզիկա, 9-րդ դասարան

1. Ժամը 12^{00} A վայրից դուրս եկած հեծանվորդի շարժման գրաֆիկը բերված է նկարում: Միաժամանակ B վայրից դուրս է գալիս ավտոմեքենա, որի արագությունը 3 անգամ մեծ է հեծանվորդի արագությունից: Ժամը 15^{15}-ին ավտոմեքենան հասնում է հեծանվորդին: Գտնել հեռավորությունը A և B վայրերի միջև և այն պահը, երբ մեքենան անցնում էր A –ով:



Լուծում: Գրաֆիկից երևում է, որ հեծանվորդի արագությունը հավասար է $\frac{50-10}{14-12} = 20\,կմ/ժ$: Ուստի ավտոմեքենայի արագությունը հավասար է 20*3=60կմ/ժ: Քանի որ մինչև հանդիպելը անցնում է 15,25-12=3,25ժ, ստանում ենք, որ եթե նրանք շարժվում են նույն ուղղությամբ հեռավորությունը A և B վայրերի միջև կլինի հավասար 60*3,25-20*3,25= 130կմ, իսկ հանդիպակաց շարժման դեպքում՝ 60*3,25+20*3,25= 260կմ:

2. Տաքացրած մարմինը ջրով լի անոթի մեջ իջեցնելուց որոշ ժամանակ անց հաստատվեց ջրի սկզբնական ջերմաստիճանից $\Delta t_1 = 30^0 C$-ով բարձր ընդհանուր ջերմաստիճան: Երբ առաջին մարմինը չհանելով, ջրի մեջ իջեցրեցին ևս մի այդպիսի մարմին նույն սկզբնական ջերմաստիճանով, անոթում հաստատվեց ջրի սկզբնական ջերմաստիճանից $\Delta t_2 = 35^0$C -ով բարձր ընդհանուր ջերմաստիճան:

Որոշեք տաքացված մարմինների և ջրի սկզբնական ջերմաստիճանների տարբերությունը:

Գտեք 10 այնպիսի մարմին իջեցնելուց հետո խարնուրդի և ջրի սկզբնական ջերմաստիճանների տարբերությունը:

Լուծում: Ունենք $c_1\Delta t_1 = c_0\,(T - \Delta t_1)$, որտեղ c_1-ը ջրով լի անոթի ջերմունակությունն է, T –ն մարմինների և ջրի սկզբնական ջերմաստիճանների տարբերությունը: Երկու միանման մարմին իջեցնելուց հետո ունենք՝ $c_1\Delta t_2 = 2c_0\,(T - \Delta t_2)$: Բաժանելով ստացված հավասարումների աջ և ձախ մասերը ստանում ենք $T = \frac{\Delta t_1 \Delta t_2}{2\Delta t_2 - \Delta t_1} = 42^0 C$: к այնպիսի մարմին իջեցնելուց հետո ունենք $c_1\Delta t_k = 2k(T - \Delta t_k)$,որտեղ $\Delta t_k -$ ն խարնուրդի և ջրի սկզբնական ջերմաստիճանների տարբերությունն է: Այստեղից ստանում ենք $\Delta t_k = \frac{k\Delta t_1 \Delta t_2}{2(k-1)\Delta t_1 - (k-2)\Delta t_2}$: $k = 10$ դեպքում ստանում ենք $\Delta t_k = 40{,}4^0 C$:

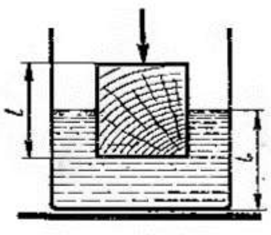
3. Հաղորդակից անոթների երկու գլանաձև ծնկների հատույթի մակերեսները S = 11.5 սմ² են: Երկու ծնկներում էլ լցված է սնդիկ (խտությունը 13,6 գ/սմ³): Ծնկներից մեկի մեջ՝ սնդիկի վրա ավելացնում են V = 1 լ ծավալով ջուր (խտությունը 1,0 գ/սմ³) և դրա մեջ իջեցնում m = 150 գ զանգվածով մարմին: Դիտարկենք դեպք, երբ մարմնի խտությունը 0,60 գ/սմ³ է:

Ինչքա՞ն կբարձրանա սնդիկի մակարդակը մյուս անոթում:$x \cdot y$

Լուծում: Քանի որ մարմնի խտությունը փոքր է ջրի խտությունից այն լողում է ջրում: Հետևաբար այս դեպքը համրժեք է ρV + m զանգվածով ջուր լցնելում: Հաղորդակից անոթներում հավասարակշռության պայմանից ստանում ենք $\rho_{սնդ} \times 2x = (\rho V + m)/S$, որտեղից ստանում ենք

$$x = \frac{\rho V + m}{S\rho_{սնդ}} = \frac{1500}{2\ \cdot\ 11.5\ \cdot\ 13.6} = 4.8սմ$$

4. l բարձրությամբ և S հատույթով գլանաձև չորսուն լողում է ջրի մեջ գլանաձև անոթում (տե՛ս նկ.): Ինչ աշխատանք է պետք կատարել որպեսզի բարակ պողպատե ձողի օգնությամբ չորսուն դանդաղորեն իջեցնել բաժակի հատակին: Բաժակի հատույթի մակերեսը S_1 = 3S, ջրի սկզբնական բարձրությունը բաժակում l է: Գլանի նյութի խտությունը երկու անգամ փոքր է ջրի խտությունից:



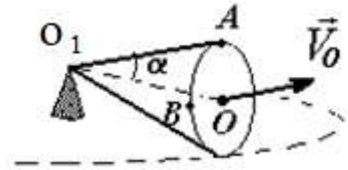
Լուծում: Կատարած աշխատանքը հավասար է համակարգի պոտենցիալ էներգիայի փոփոխությանը: Չորսուն բաժակի հատակին իջեցնելուց նրա վերնի կեսը իջնում է l -ով: Հաշվի առնելով որ չորսուի խտությունը երկու անգամ փոքր է ջրի խտությունից, ստանում ենք, որ չորսուի պոտենցիալ էներգիայի փոփոխությունը կլինի $\frac{l}{2}\frac{\rho}{2}S\cdot lg$: Վերև է բարձրանում $\frac{l}{2}S$ ծավալով ջուր, որի բարձրությունը վերևում հավասար է բարձրանում $\frac{l}{2}S/(3S)=\frac{l}{6}$: Դա նշանակում է, որ $\frac{l}{2}\rho S$ զանգվածով ջրի զանգվածի կենտրոնը բարձրացել է $l/4+l/2+l/12=\frac{5}{6}l$: Այսպիսով համակարգի պոտենցիալ էներգիայի փոփոխությունը հավասար է $\frac{l}{2}\rho Sg\frac{5}{6}l-\frac{l}{2}\frac{\rho}{2}Slg=\frac{1}{6}\rho Sl^2g$:

5. Գեյգերի հաշվիչը մի սարք է, որը կարողանում է գրանցել ռադիոակտիվ աղբյուրից ճառագայթվող լիցքավորված մասնիկներին՝ չափելով ընդհանուր լիցքը: Ռադիոակտիվ նյութի բնութագրիչներից է գրանցումների միջև միջին ժամանակը: Լաբորատորիայում կան երկու նույն տեսակի մասնիկներ ճառագայթող աղբյուրներ: Երբ առաջինն ենք մոտեցնում հաշվիչին, հաջորդական գրանցումների միջև միջին ժամանակը ստացվում է $t_1=10$ մվ: Երկրորդը մոտեցնելիս՝ հաջորդական գրանցումների միջև միջին ժամանակը ստացվում է $t_2=15$ մվ: Ինչքա՞ն կլինի գրանցումների միջև միջին ժամանակը, եթե հաշվիչին մոտեցնենք երկու աղբյուրներն էլ միաժամանակ:

Լուծում: t ժամանակում Գեյգերի հաշվիչը գրանցում է առաջին աղբյուրի t/t_1 մասնիկ և t/t_2 երկրորդ աղբյուրի մասնիկ: Արդյունքում գրանցվում է $t/t_1+t/t_2$ մասնիկ: Ուստի այդ դեպքում գրանցումների միջև միջին ժամանակը կլինի $t/(t/t_1+t/t_2)=\frac{t_1t_2}{t_1+t_2}$=6վ:

Միջվարժանարային օլիմպիադա 28․10․2019
Ֆիզիկա, 10-րդ դասարան

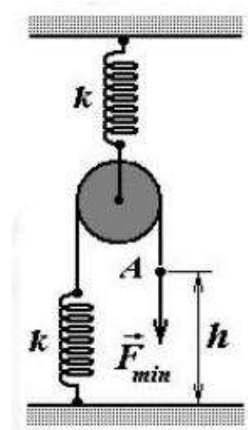
1. Կոնաձև մարմինը առանց սահքի գլորվում է հենվելով հիմքի վրա այնպես, որ գագաթը մնում է անշարժ, իսկ կոնի առանցքը հորիզոնական է: Կոնի հիմքի շառավիղը r է, իսկ ծնորդի և առանցքի կազմած անկյունը α: Կոնի հիմքի O կենտրոնը շարժվում է հաստատուն V_0 արագությամբ: Գտեք A և B կետերի արագությունները հատակի նկատմամբ: A-ն հնարավոր ամենաբարձր դիրքում է, իսկ B-ն r բարձրության վրա:



Լուծում: Կնր որպես պինդ մարմին պտտվում է O_1 կետով անցնող ուղղաձիգ առանցքի շուրջ Ω անկյունային արագությամբ և O_1O առանցքի շուրջ ω անկյունային արագությամբ: Քանի որ կոնը գլորվում է առանց սահքի՝ $\Omega \cdot O_1O = \omega r = V_0$: A կետի արագությունը հավասար է $V_A = \Omega \cdot O_1O + \omega r = 2V_0$: B կետի արագության հորիզոնական բաղադրիչը հավասար է՝ $V_{B,հոր} = \Omega \cdot O_1B = \Omega \cdot O_1O/\cos\alpha = V_0/\cos\alpha$,իսկ ուղղաձիգ բաղադրիչը՝ $V_{B,ուղ} = \omega r = V_0$: Այսպիսով B կետի արագության մոդուլը հավասար է

$V_B = \sqrt{V_0^2 + \left(\frac{V_0}{\cos\alpha}\right)^2}$:

2. Անկշիռ ճախարակը կախված է k=0.50 կՆ/մ կոշտությամբ զսպանակից: Ճախարակի վրայով գցված է անկշիռ թել, որը միատեսակ զսպանակով ամրացված է հատակին: Թելի մյուս A ծայրը h = 10 սմ բարձրության վրա է: Ինչքա՞ն է $\vec{F}_{min}$ նվազագույն ուժը, որով հնարավոր է թելի ծայրը կպցնել հատակին:



Լուծում: Եթե ճախարակը իջնում է x_1-ով, A կետը իջնում է $2x_1$-ով, իսկ եթե ներքևի զսպանակի վերևի կետը բարձրանում է x_2-ով A կետը իջնում է x_2-ով: Թելի լարման ուժը հավասար է F-ի: Այդ դեպքում վերևի զսպանակի վրա ազդում է 2F ուժ, հետևաբար $kx_1 = 2\mathrm{F} \to \mathrm{x}_1 = \frac{2\mathrm{F}}{\mathrm{k}}$, իսկ ներքևի զսպանակի վրա ազդում է F ուժ, ուստի $kx_2 = \mathrm{F} \to \mathrm{x}_2 = \frac{\mathrm{F}}{\mathrm{k}}$: Ունենք՝ $2x_1 + x_2 = h$, որտեղից ստանում ենք

$$2\frac{2\mathrm{F}}{\mathrm{k}} + \frac{\mathrm{F}}{\mathrm{k}} = \frac{5\mathrm{F}}{\mathrm{k}} = h \to F = \frac{kh}{5}$$

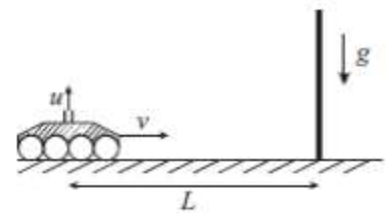
3. Տաքացրած մարմինը ջրով լի անոթի մեջ իջեցնելուց որոշ ժամանակ անց հաստատվեց ջրի սկզբնական ջերմաստիճանից $\Delta t_1 = 30^0C$ -ով բարձր ընդհանուր ջերմաստիճան: Երբ առաջին մարմինը չհանելով, ջրի մեջ իջեցրեցին ևս մի այդպիսի մարմին նույն սկզբնական ջերմաստիճանով, անոթում հաստատվեց ջրի սկզբնական ջերմաստիճանից $\Delta t_2 = 35^0C$ -ով բարձր ընդհանուր ջերմաստիճան:

Որոշեք տաքացված մարմինների և ջրի սկզբնական ջերմաստիճանների տարբերությունը:

Գտեք 10 այնպիսի մարմին իջեցնելուց հետո խարնուրդի և ջրի սկզբնական ջերմաստիճանների տարբերությունը:

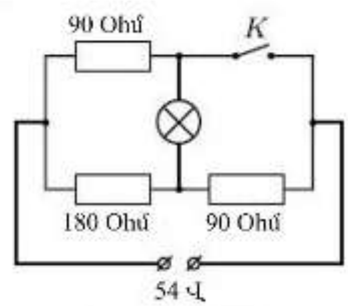
Լուծում: Ունենք $c_1\Delta t_1 = c_0\,(T - \Delta t_1)$, որտեղ c_1-ը ջրով լի անոթի ջերմունակությունն է, T –ն մարմինների և ջրի սկզբնական ջերմաստիճանների տարբերությունը: Երկու միանմամն մարմին իջեցնելուց հետո ունենք՝ $c_1\Delta t_2 = 2c_0\,(T - \Delta t_2)$: Բաժանելով ստացված հավասարումների աջ և ձախ մասերը ստանում ենք $\mathrm{T} = \frac{\Delta t_1 \Delta t_2}{2\Delta t_2 - \Delta t_1} = 42^0C$: к այնպիսի մարմին իջեցնելուց հետո ունենք $c_1\Delta t_k = 2k(T - \Delta t_k)$,որտեղ $\Delta t_k -$ խարնուրդի և ջրի սկզբնական ջերմաստիճանների տարբերությունն է: Այստեղից ստանում ենք $\Delta t_k = \frac{k\Delta t_1 \Delta t_2}{2(k-1)\Delta t_1-(k-2)\Delta t_2}$: k = 10 դեպքում ստանում ենք $\Delta t_k = 40{,}4^0 C$:

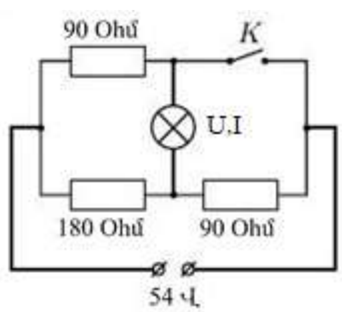
4. Սայլակի վրա տեղադրված է թնդանոթ, որը կրակում է ուղղաձիգ վեր փոքրիկ գնդակներով u = 75 մ/վ արագությամբ (սայլակի նկատմամբ): Համակարգը շարժվում է v = 15 մ/վ արագությամբ դեպի պատը: Սայլակը սկսում է դանդաղեցնել շարժումը a = 0.5 մ/վ² արագացմամբ, երբ դրա հեռավորությունը պատից L=225 մ է: Կանգ առնելուց հետո սայլակը այլևս չի շարժվում: Դանդաղեցման սկզբից, որքան ժամանակ անց պետք է թնդանոթը կրակի, որպեսզի գնդակը հատակին կպնի պատից հնարավորինս հեռու: Բախումը պատի հետ բացարձակ առաձգական է: Ազատ անկման արագացումը 10 մ/վ² է: Պատի բարձրությունը 300 մ է:

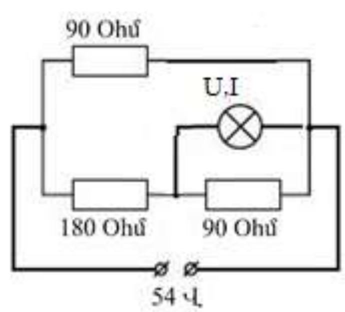


Լուծում: t ժամանակ անց սայլակը կգտնվի պատից $L-(v_0t-at^2/2)$ հեռավորության վրա: Այդ պահին բաց թողված գնդակի արագության հորիզոնական բաղադրիչը կլինի v_0-at, իսկ ուղղաձիգը՝ u: Գնդակը կհասնի հորիզոնական հարթությանը $2u/g$ ժամանակ անց, ինչի ընթացքում այն հորիզոնական ուղղությամբ կանցներ $2u(v_0-at)/g$ ճանապարհ: Պատին բախվելուց հետո այն կընկնի պատից $2u(v_0-at)/g-L+(v_0t-at^2/2)=-at^2/2+t(v_0-2ua/g)+2uv_0/g-L$: Այդ հեռավորությունը կլինի առավելագույնը երբ $t=(v_0-2ua/g)/a=15$վ:

5. Նկարում պատկերված սխեմայում լամպի պայծառությունը նույնն է թե բաց, թե փակ վիճակում: Որոշեք լամպի վրայի լարումը:







Լուծում: Նշանակենք $R=90\,Օհմ, U_0=54\,Վ$: Մինչև բանալին միացնելը ունենք, որ 2R=180 Օհմ դիմադրությամբ հոսանքի ուժը հավասար է $\frac{RI+U}{2R}=\frac{I}{2}+\frac{U}{2R}$: Ունենք նաև

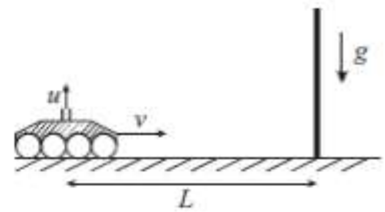
$RI+U+R\left(I+\frac{I}{2}+\frac{U}{2R}\right)=\frac{3}{2}U+\frac{5}{2}RI=U_0$:

Բանալին փակ շղթայում ունենք՝ $U+2R(I+U/R)=3U+2IR=U_0$: Այսպիսով ունենք

$3U+5RI=2U_0$, $3U+2IR=U_0$: Լուծելով այս համակարգը, ստանում ենք $9U=U_0 \rightarrow U=6\,Վ$:

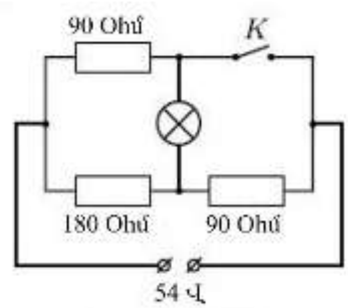
Միջվարժանարային օլիմպիադա 28.10.2019
Ֆիզիկա, 11-րդ դասարան

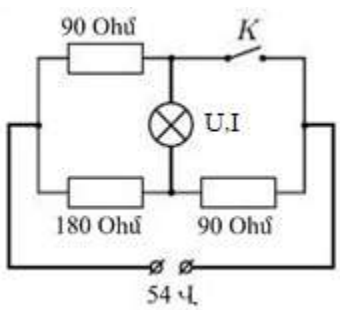
1. Սայլակի վրա տեղադրված է թնդանոթ, որը կրակում է ուղղաձիգ վեր փոքրիկ գնդակներով $u = 75$ մ/վ արագությամբ (սայլակի նկատմամբ): Համակարգը շարժվում է $v = 15$ մ/վ արագությամբ դեպի պատը: Սայլակը սկսում է դանդաղեցնել շարժումը $a = 0.5$ մ/վ^2 արագացմամբ, երբ դրա հեռավորությունը պատից L=225 մ է: Կանգ առնելուց հետո սայլակը այլևս չի շարժվում: Դանդաղեցման սկզբից, որքան ժամանակ անց պետք է թնդանոթը կրակի, որպեսզի գնդակը հատակին կպնի պատից հնարավորինս հեռու: Բախումը պատի հետ բացարձակ առաձգական է: Ազատ անկման արագացումը 10 մ/վ^2 է: Պատի բարձրությունը 300 մ է:

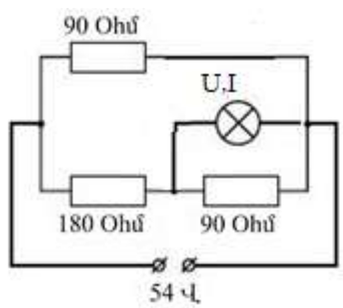


Լուծում: t ժամանակ անց սայլակը կգտնվի պատից $L - (v_0 t - at^2/2)$ հեռավորության վրա: Այդ պահին բաց թողված գնդակի արագության հորիզոնական բաղադրիչը կլինի $v_0 - at$, իսկ ուղղաձիգը՝ u: Գնդակը կհասնի հորիզոնական հարթությանը $2u/g$ ժամանակ անց, ինչի ընթացքում այն հորիզոնական ուղղությամբ կանցներ $2u(v_0 - at)/g$ ճանապարհ: Պատին բախվելուց հետո այն կընկնի պատից $2u(v_0 - at)/g - L + (v_0 t - at^2/2) = -at^2/2 + t(v_0 - 2ua/g) + 2uv_0/g - L$: Այդ հեռավորությունը կլինի առավելագույնը երբ $t = (v_0 - 2ua/g)/a = 15$վ:

2. Նկարում պատկերված սխեմայում լամպի պայծառությունը նույնն է թե բաց, թե փակ վիճակում: Որոշեք լամպի վրայի լարումը:

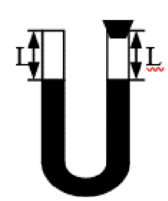






Լուծում: Նշանակենք $R = 90\,Օհմ, U_0 = 54\,Վ$: Մինչև բանալին միացնելը ունենք, որ 2R=180 Օհմ դիմադրությամբ հոսանքի ուժը հավասար է $\frac{RI+U}{2R} = \frac{I}{2} + \frac{U}{2R}$: Ունենք նաև
$RI + U + R\left(I + \frac{I}{2} + \frac{U}{2R}\right) = \frac{3}{2}U + \frac{5}{2}RI = U_0$:
Բանալին փակ շղթայում ունենք՝ $U + 2R(I + U/R) = 3U + 2IR = U_0$: Այսպիսով ունենք
$3U + 5RI = 2U_0$, $3U + 2IR = U_0$: Լուծելով այս համակարգը, ստանում ենք $9U = U_0 \rightarrow U = 6\,Վ$

3. S=2 սմ^2 հաստատուն կտրվածքի մակերեսով բաց ծայրերով U-աձև խողովակի մեջ լցնում են սնդիկ, այնպես որ երկու ծնկում մնում է L=320մմ երկարությամբ օդի սյուն: Այնուհետև աջ ծունկը փակում են խցանով (տե՛ս նկ.): Գտեք սնդիկի այն առավելագույն զանգվածը, որը կարելի է լցնել ձախ ծնկի մեջ, այնպես, որ սնդիկը չթափվի: Սնդիկի խտությունը ρ=13,6·10^3 կգ/մ^3 է, մթնոլորտային ճնշումը՝ $p\_0 = 720$ մմ սնդ.ս.:

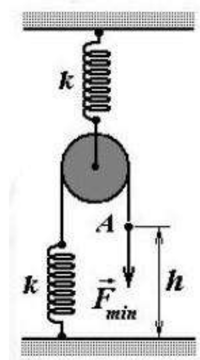


Լուծում: Դիցուք երբ ձախ կողմում սնդիկի մակարդակը հասել է խողովակի եզրին, աջ կողմում սնդիկի մակարդակը բարձրացել է x-ով: Օդի այան հետ կատարվել է իզոթերմ պրոցես: Հաշվի առնելով, որ դրա սկզբնական ծավալը LS է, վերջնականը՝ $(L-x)S$, սկզբնական ճնշումը p_0, վերջնականը՝ $p_0 - \rho gx$, ունենք. $p_0LS = (p_0 + \rho g(L-x))(L-x)S$: Տեղադրելով $p_0 = \rho gH_0$, որտեղ $H_0 = 720 մմ$ ստանում ենք հավասարում $H_0L = (H_0 + (L-x))(\mathrm{L}-\mathrm{x}) \rightarrow (L-x)^2 - \mathrm{H}_0x) = 0$,

x^2 − $(H$_0 + 2$L)x$ + L^2 = 0 \rightarrow x^2-134x+32^2=0:

Այս հավասարման լուծումն է$x = 8.1$ $սմ$: Դա նշանակում է, որ ավելացվել է $L + x = 40$ $սմ$ երկարությամբ սնդիկ, որի զանգվածն է$m = \rho(L+x)S = 13.6 * 40 * 2 = 1090$$q$

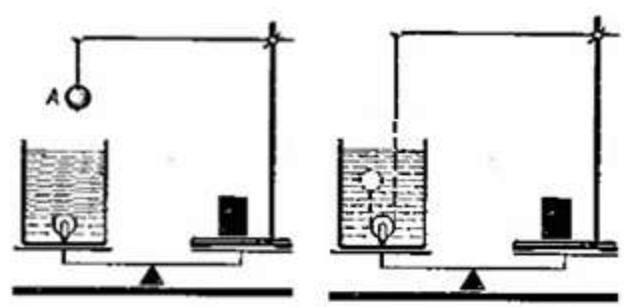
4. Անկշիռ ճախարակը կախված է k=0.50 կՆ/մ կոշտությամբ զսպանակից: Ճախարակի վրայով գցված է անկշիռ թել, որը միատեսակ զսպանակով ամրացված է հատակին: Թելի մյուս A ծայրը h = 10 սմ բարձրության վրա է: Ինչքա՞ն է $\vec{F}_{min}$ նվազագույն ուժը, որով հնարավոր է թելի ծայրը կպցնել հատակին:



Լուծում: Եթե ճախարակը իջնում է x_1-ով, A կետը իջնում է $2x_1$-ով, իսկ եթե ներքևի զսպանակի վերևի կետը բարձրանում է x_2-ով A կետը իջնում է x_2-ով: Թելի լարման ուժը հավասար է F-ի: Այդ դեպքում վերևի զսպանակի վրա ազդում է 2F ուժ, հետևաբար $kx_1 = 2\mathrm{F} \rightarrow \mathrm{x}_1 = \frac{2\mathrm{F}}{\mathrm{k}}$, իսկ ներքևի զսպանակի վրա ազդում է F ուժ, ուստի $kx_2 = \mathrm{F} \rightarrow \mathrm{x}_2 = \frac{\mathrm{F}}{\mathrm{k}}$: Ունենք ՝ $2x_1 + x_2 = h$, որտեղից ստանում ենք

$$2\frac{2\mathrm{F}}{\mathrm{k}} + \frac{\mathrm{F}}{\mathrm{k}} = \frac{5\mathrm{F}}{\mathrm{k}} = h \rightarrow F = \frac{kh}{5}$$

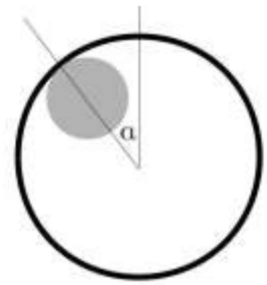
5. Կշեռքի ձախ կողմում ջրով անոթ է, որի հատակին ամրացված է ճախարակ (տե՛ս ձախ նկ.): Աջ կողմում դրված է ամրակալան, որի ձողից կախված է m=50գ զանգվածով բեռ: Երբ բեռը գտնվում է A կետում, կշեռքը հավասարակշռված է: Ինչքա՞ն է բեռի խտությունը եթե հակակարգը նորից հավասարակշռված է, երբ թելը երկարացնում են այնքան, որ զանգվածը գտնվի ջրի մեջ այնպես, ինչպես ցույց է տրված աջ նկարում:



Լուծում: Ձախ նկարում ձախ նժարի վրա ազդում է m_1g ուժ, իսկ աջ նժարի $m_2g + M_Ag$, հետևաբար ունենք $m_1g = m_2\mathrm{g} + M_A\mathrm{g}$: Երկրորդ դեպքում աջ նժարի վրա ազդում են m_2 զանգվածով մարմնի ծանրության ուժը և թելի լարման ուժը՝ $m_2\mathrm{g} + T$: Այդ դեպքում ձախ նժարի վրա ազդող ուժերի գումարը հավասար է $m_1\mathrm{g} - 2\mathrm{T} + \mathrm{F}_{Արք}$, որտեղ $\mathrm{F}_{Արք}$-ը բեռի վրա ազդող Արքիմեդի ուժն է: Բեռի հավասարակշռության պայմանից ունենք՝ $\mathrm{F}_{Արք} = M_Ag + T$, իսկ կշեռքի հավասարակշռության պայմանը այս դեպքում կլինի $m_1\mathrm{g} - 2\mathrm{T} + \mathrm{F}_{Արք} = m_2g + T \rightarrow m_1\mathrm{g} - 2\mathrm{T} + M_Ag + T = m_2g + T$, որտեղից, հաշվի առնելով սկզբնական հավասարակշռության պայմանը, ստանում ենք $M_Ag = T$: Սրանից ստանում ենք $\mathrm{F}_{Արք} = 2M_Ag$,ինչը նշանակում է, որ բեռի խտությունը երկու անգամ փոքր է ջրի խտությունից:

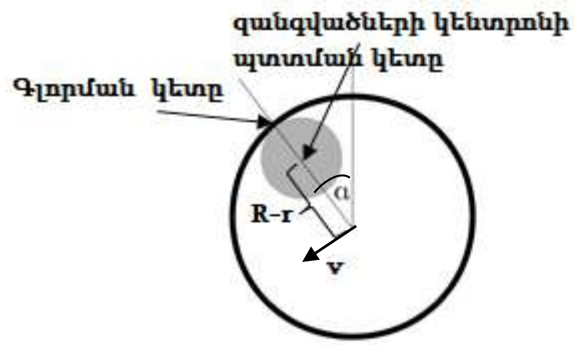
Միջվարժանարային օլիմպիադա 28․10․2019
Ֆիզիկա, 12-րդ դասարան

1․ r շառավղով գերանի վրա հազցված է R շառավղով m զանգվածով օղակ, որն առանց սահելու կարող է «գլորվել» գերանի վրա: Օղակը շեղում են հավասարակշռության դիրքից α անկյունով՝ ինչպես ցույց է տրված նկարում, ու բաց թողնում: Գտնել օղակի կենտրոնի արագությունը և օղակի ու գերանի փոխազդեցության ուժն այն պահին, երբ օղակն անցնում է հավասարակշռության դիրքով:



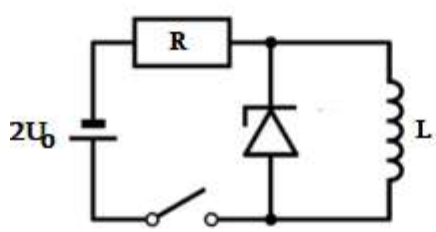
<u>Ցուցում.</u> համակարգի էներգիան կարելի է գրել որպես զանգվածի կենտրոնի շարժման կինետիկ էներգիային գումարած զանգվածի կենտրոնի համակարգում հաշված էներգիան:

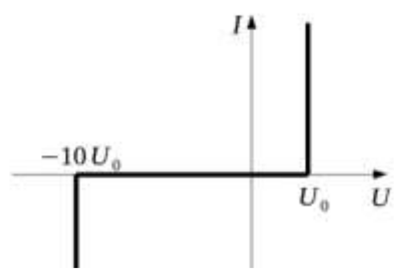
Լուծում: Քանի որ օղակը գերանի նկատմամբ չի սահում, ունենք որ իր կենտրոնի նկատմամբ գծային արագությունը հավասար է կենտրոնի v արագությանը: Այսպիսով նրա լրիվ կինետիկ էներգիան հավասար է $E_{կին} = \frac{mv^2}{2} + \frac{mv^2}{2} = mv^2$: Հավասարակշռության հասնելու պահին օղակի պոտենցիալ էներգիան փոքրանում է $\mathrm{mg(R-r)}(1 - cos\,\alpha)$ -ով: Էներգիայի պիպանման օրենքից ունենք $mv^2 = \mathrm{mg(R-r)}(1 - cos\,\alpha)$: Գլորման կետում գերանը ազդում է դեպի վեր ուղղված N ուժով, դա նշանակում է, որ կենտրոնաձիգ ուժը հավասար է $N - mg$ և գրելով Նյուտոնի երկրորդ օրենքը, ստանում ենք $N - mg = \frac{mv^2}{R-r}$, որտեղից էլ ստանում ենք



$N = mg(2 - cos\,\alpha)$:

2․Շղթան բաղկացած է $2U_0$ լարումով աղբյուրից, R դիմադրությունից, L ինդուկտիվությամբ կոճից և ստաբիլիտրոնից, որի վոլտամպերային բնութագիրը բերված է նկարում (լարման դրական ուղղությունը՝ սխեմայում սլաքի ուղղությունն է): Բանալին փակում են, հետո որոշ ժամանակ անց, երբ դիմադրության վրա լարումը դառնում է $1.5U_0$՝ բացում:



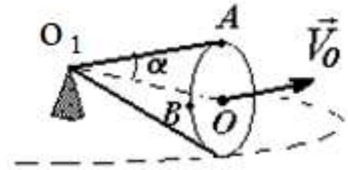


ա․ ինչքա՞ն է շղթայում հոսանքի ուժը բանալին փակելուց անմիջապես հետո․
բ․ ինչքա՞ն լիցք է անցնում ստաբիլիտրոնով բանալին փակելուց հետո մինչև այն բացելը:

Լուծում: Սկզբնական պահին հասանքի ուժը կոճում զրո է, ինչը նշանակում է, որ լրիվ հոսանքը անցնում է ստաբիլիտրոնով: Դա իր հերթին նշանակում է, որ լարումը ստաբիլիտրոնի վրա U_0 է, իսկ քանի որ աղբյուրի վրա լարումը $2U_0$ է, ստանում ենք որ R դիմադրության վրա լարումը նույնպես U_0 է, հետևաբար հոսանքի ուժը բանալին փակելուց անմիջապես հետո կլինի $I = U_0/\mathrm{R}$: Դրանից հետո հոսանքը կոճում աճում է, սակայն լարումը կոճում մնում է հաստատուն և հավասար U_0-ի: Ֆարադեի օրենքից ունենք $L\frac{dI}{dt} = U_0 \rightarrow I = \frac{U_0}{L}t$: Բանալին բացելու պահին ստաբիլիտրոնով և կոճով անցնող հոսանքի ուժերի գումարը $0{,}5\,U_0/\mathrm{R}$

է, իսկ դրանց վրա լարումը 0,5 U_0 է: Երբ լարումը ստաբիլիտրոնի վրա փոքր է U_0 -ից նրանում հոսանքի ուժը զրո է: Հոսանքի ուժի փոփոխությունը ստաբիլիտրոնում ժամանակի ընթացքում տրվում է $I\_s = \frac{U_0}{R} - \frac{U_0}{L}t$ հավասարումով: Այստեղից ստանում ենք, որ այն հավասարվում է 0-ի $t = \frac{L}{R}$ ժամանակ հետո, որի ընթացքում նրանով անցնում է $q = \frac{1}{2}\frac{U_0}{R}\frac{L}{R} = \frac{1}{2}\frac{L\,U_0}{R^2}$:

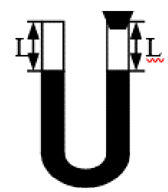
3. Կոնաձև մարմինը առանց սահքի գլորվում է հենվելով հիմքի վրա այնպես, որ գագաթը մնում է անշարժ, իսկ կոնի առանցքը հորիզոնական է: Կոնի հիմքի շառավիղը r է, իսկ ծնորդի և առանցքի կազմած անկյունը α: Կոնի հիմքի O կենտրոնը շարժվում է հաստատուն V_0 արագությամբ: Գտեք A և B կետերի արագությունները հատակի նկատմամբ: A-ն հնարավոր ամենաբարձր դիրքում է, իսկ B-ն r բարձրության վրա:



Լուծում: Կնը որպես պինդ մարմին պտտվում է O_1 կետով անցնող ուղղաձիգ առանցքի շուրջ Ω անկյունային արագությամբ և O_1O առանցքի շուրջ ω անկյունային արագությամբ: Քանի որ կոնը գլորվում է առանց սահքի՝ $\Omega \cdot O_1\mathrm{O} = \omega\mathrm{r} = \mathrm{V_0}$: A կետի արագությունը հավասար է $V_A = \Omega \cdot O_1\mathrm{O} + \omega\mathrm{r} = 2\mathrm{V_0}$: B կետի արագության հորիզոնական բաղադրիչը հավասար է՝ $V_{B,հոր} = \Omega \cdot O_1B = \Omega \cdot O_1O / \cos\alpha = V_0 / \cos\alpha$,իսկ ուղղաձիգ բաղադրիչը՝ $V_{B,ուղ} = \omega\mathrm{r} = \mathrm{V_0}$: Այսպիսով B կետի արագության մոդուլը հավասար է

$V_B = \sqrt{V_0^2 + \left(\frac{V_0}{\cos\alpha}\right)^2}$:

4. S=2 սմ² հաստատուն կտրվածքի մակերեսով բաց ծայրերով U-աձև խողովակի մեջ լցնում են սնդիկ, այնպես որ երկու ծնկում մնում է L=320մմ երկարությամբ օդի սյուն: Այնուհետև աջ ծունկը փակում են խցանով (տե՛ս նկ.): Գտեք սնդիկի այն առավելագույն զանգվածը, որը կարելի է լցնել ձախ ծնկի մեջ, այնպես, որ սնդիկը չթափվի: Սնդիկի խտությունը ρ=13,6·10³ կգ/մ³ է, մթնոլորտային ճնշումը՝ 720 մմ սնդ.ս.:

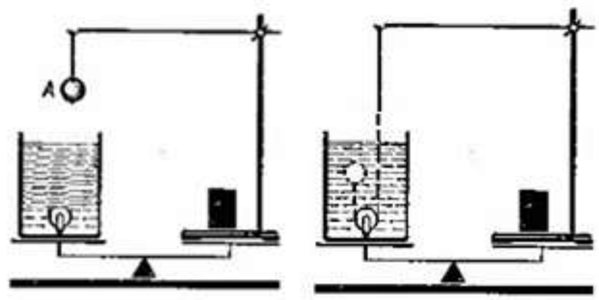


Լուծում: Դիցուք երբ ձախ կողմում սնդիկի մակարդակը հասել է խողովակի եզրին, աջ կողմում սնդիկի մակարդակը բարձրացել է x-ով: Օդի սյան հետ կատարվել է իզոթերմ պրոցես: Հաշվի առնելով, որ դրա սկզբնական ծավալը LS է, վերջնականը՝ $(L-x)S$, սկզբնական ճնշումը p_0, վերջնականը՝ $p_0 - \rho g x$, ունենք․ $p_0 LS = (p_0 + \rho g(L-x))(L-x)S$: Տեղադրելով $p_0 = \rho g H_0$, որտեղ $H_0 = 720$մմ ստանում ենք հավասարում $H_0 L = (H_0 + (L-x))(\mathrm{L}-\mathrm{x}) \rightarrow (L-x)^2 - \mathrm{H_0}x) = 0$,

x^2 − $(H$_0 + $2L)x + L$^2 = 0 \rightarrow x^2-134x+32^2=0:

Այս հավասարման լուծումն է $x = 8.1$ սմ: Դա նշանակում է, որ ավելացվել է $L + x = 40$ սմ երկարությամբ սնդիկ, որի զանգվածն է$m = \rho(L+x)S = 13.6 * 40 * 2 = 1090q$

5. Կշեռքի ձախ կողմում ջրով անոթ է, որի հատակին ամրացված է ճախարակ (տե՛ս ձախ նկ․): Աջ կողմում դրված է ամրակալան, որի ձողից կախված է m=50գ զանգվածով բեռ: Երբ բեռը գտնվում է A կետում, կշեռքը հավասարակշռված է: Ինչքա՞ն է բեռի խտությունը եթե հակակարգը նորից



հավասարակշռված է, երբ թելը երկարացնում են այնքան, որ զանգվածը գտնվի ջրի մեջ այնպես, ինչպես ցույց է տրված աջ նկարում։

Լուծում: Ձախ նկարում ձախ նժարի վրա ազդում է m_1g ուժ, իսկ աջ նժարի $m_2 g + M_A g$, հետևաբար ունենք $m_1 g = m_2$g $+ M_A$g: Երկրորդ դեպքում աջ նժարի վրա ազդում են m_2 զանգվածով մարմնի ծանրության ուժը և թելի լարման ուժը՝ m_2g $+ T$: Այդ դեպքում ձախ նժարի վրա ազդող ուժերի գումարը հավասար է m_1g $-$ 2T + $\mathrm{F}_{Արք}$, որտեղ $\mathrm{F}_{Արք}$-ը բեռի վրա ազդող Արքիմեդի ուժն է: Բեռի հավասարակշռության պայմանից ունենք՝ $\mathrm{F}_{Արք} = M_A g + T$, իսկ կշեռքի հավասարակշռության պայմանը այս դեպքում կլինի m_1g $-$ 2T + $\mathrm{F}_{Արք} = m_2 g + T \rightarrow$ m_1g $-$ 2T $+ M_A g + T = m_2 g + T$, որտեղից, հաշվի առնելով սկզբնական հավասարակշռության պայմանը, ստանում ենք $M_A g = T$: Սրանից ստանում ենք $\mathrm{F}_{Արք} = 2M_A g$,ինչը նշանակում է, որ բեռի խտությունը երկու անգամ փոքր է ջրի խտությունից: