

Ֆիզիկայի հանրապետական օլիմպիադա - 2021

11-րդ դասարան

Տևողությունը – 4 ժամ

1. V արագությամբ շարժվող հարթ, հորիզոնական սայլը մտնում է ուղղաձիգ անձրևի տիրույթ (տե՛ս նկ.):

Կաթիլների արագություն u է, անձրևի միջին խտություն ρ , սայլի հորիզոնական մակերևույթի մակերեսը S է:

Անիվների շփման գործակիցը գետնի հետ μ է, սայլից ջուրը հոսում է ցած այնպես, որ դրա M զանգվածը մնում է հաստատուն: Անձրևի տիրույթ մտնելու ժամանակն անտեսեք:

ա/ Ինչքա՞ն ժամանակում է սայլը անցել L ճանապարհը, եթե հայտնի է, որ այդ ճանապարհի վերջում դրա արագությունը հավասար է սկզբնականի կեսին:

բ/ Ինչքա՞ն ժամանակից սայլը կանգ կառնի:

Լուծում: Շփման ուժը $F_{շփ} = -k(MG + \rho Su^2)$, իմպուլսի կորուստը կլինի $-\rho SuV$, Է, ուստի

շարժման հավասարումը կլինի $M \frac{dV}{dt} = -\rho SuV - k(MG + \rho Su^2)$: Այստեղից ստանում ենք

$$-MV/2 = -\rho SuL - k(MG + \rho Su^2)t$$

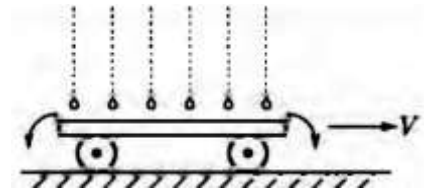
Որտեղ ստանում ենք

$$t = \frac{MV/2 - \rho SuL}{k(MG + \rho Su^2)}$$

Շարժման հավասարումից ունենք

$$\frac{dV}{V + ku + \frac{kGM}{\rho Sh}} = -\frac{\rho Su}{M} dt, k(MG + \rho Su^2),$$

որտեղիվ հետևում է $t = \frac{M}{\rho Su} \ln \left(1 + \frac{V}{k(MG + \rho Su^2)} \right)$:



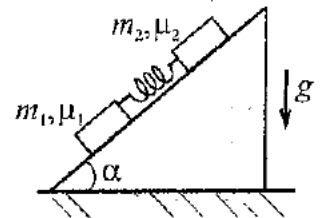
2. Երբ զսպանակով կապված 1 և 2 չորսուները սահում են թեք հարթության երկայնքով նկարում պատկերված

դասավորությամբ՝ զսպանակի երկարությունը l_1 է: Եթե 1 և 2

չորսուները տեղադրվեն հակառակ կարգով, ապա թեք

հարթությամբ սահելիս զսպանակի երկարությունը l_2 է:

Որոշեք զսպանակի կոշտությունը: Հարթության անկյունը հորիզոնի նկատմամբ α է, 1-ին չորսուի զանգվածը և շփման գործակիցը թեք հարթության հետ՝ m_1 և μ_1 , 2-ինը՝ m_2 և μ_2 :



Լուծում: $m_1 g \sin \alpha - \mu_1 m_1 g \cos \alpha - k(l_1 - l_0) = m_1 a$, $m_2 g \sin \alpha - \mu_2 m_2 g \cos \alpha - k(l_2 - l_0) =$

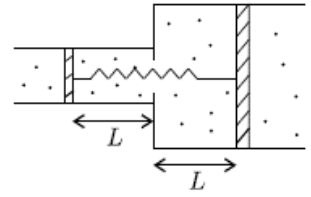
$$m_2 a \quad m_1 g \sin \alpha - \mu_1 m_1 g \cos \alpha + k(l_2 - l_0) = m_1 a,$$

$$-k(l_1 - l_0) = k(l_2 - l_0) \rightarrow l_0 = (l_1 + l_2)/2$$

$$m_2(\mu_1 m_1 g \cos \alpha + k(l_1 - l_0)) = m_1(\mu_2 m_2 g \cos \alpha + k(l_2 - l_0)),$$

$$k = \frac{2m_1 m_2 g \cos \alpha (\mu_1 - \mu_2)}{(m_1 + m_2)(l_2 - l_1)}.$$

3. S և $2S$ հատույթների մակերեսներով երկու հորիզոնական խողովակները հերմետիկորեն կցված են իրար և դրանց մյուս ծայրերը բաց են դեպի մթնոլորտ (տես նկ.) Մխոցները միացված են իրար k կոշտությամբ զսպանակով և կարող են սահել խողովակներով առանց շփման: Սկզբում նրանք գտնվում են խողովակների միացման կետից L հեռավորության վրա, իսկ զսպանակը դեֆորմացված չէ: Մխոցների միջև կա 1 մոլ միատոմ իդեալական գազ: Խողովակների միացման կետում կա արգելակ, որը կանխում է փոքր մխոցի անցումը մեծ խողովակի մեջ: Գազին որոշակի ջերմաքանակ հաղորդելու արդյունքում մխոցները շարժվում են և զսպանակի երկարությունը մեծանում է մինչև $5L/2$: Մթնոլորտային ճնշումը p_0 է: Մխոցների, զսպանակի և խողովակների ջերմունակությունը անտեսեք:



բ/ Որքա՞ն կփոխվի գազի ջերմաստիճանը:

գ/ Որքա՞ն ջերմաքանակ հաղորդվեց գազին:

Լուծում: Լուծում: Համակարգը կարող է գտնվել հավասարակշռության վիճակում միայն եթե գազի ճնշումը p_0 է: տաքացնույուց հետո մխոցները շարժվում են և փոքր մխոցը հասնում է հենարանին: մեծ մխոցի հավասարակշռության դեպքում $p - p_0 2S = k(2.5L - 2l)$, որտեղից ստանում ենք գազի ճնշումը $p = p_0 + \frac{kL}{4S}$:

Գազի վիճակի հավասարումից ունենք $p_0(2SL + SL) = \nu RT_0$, $p 2S \cdot L = \nu RT$,

Բաժանելով ստացված հավասարումները կստանանք $T = T_0 \frac{5p}{3p_0} = T_0 \frac{5}{3} \left(1 + \frac{kL}{4Sp_0}\right)$,

$\Delta T = T_0 \left(\frac{2}{3} + \frac{5}{3} \frac{kL}{4Sp_0}\right)$, $\Delta Q = \Delta U + A = \frac{3}{2} \Delta(pV) + \frac{1}{2} k \left(\frac{L}{2}\right)^2 + p_0(2S \cdot 1.5L - SL)$:

Այսպիսով $\Delta Q = \Delta U + A = \frac{3}{2} \left(\left(p_0 + \frac{kL}{4S}\right) 5SL - p_0 \cdot 3SL\right) + \frac{kL^2}{8} + 2p_0SL = 5p_0SL + 2kL^2$:

4. Բարակ դիէլեկտրական թելը կազմում է երկրաչափական պատկեր, որը բաղկացած է R շառավղով քառորդ շրջանագծից և ճառագայթից (տես նկ.): Թելը լիցքավորված է հավասարաչափ, թելի միավոր երկարության լիցքը ρ է: Գտեք թելի ստեղծած էլեկտրական դաշտի լարվածությունը շրջանագծի O կենտրոնում:



Լուծում:

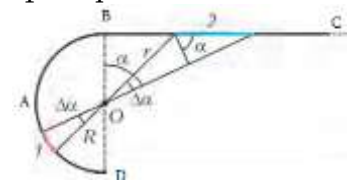
$$E_1 = k \frac{\tau \Delta l_1}{R^2} = k\tau \frac{\Delta \alpha}{R}, E_2 = k \frac{\tau \Delta l_2}{r^2} = k\tau \frac{r \Delta \alpha}{r^2 \cos \alpha} = k\tau \frac{\Delta \alpha}{R}$$

Այստեղից հետևվում է, որ BC լարի ստեղծած դաշտի

լարվածությունը մոդուլով հավասար է AD աղեղի ստեղծած դաշտի լարի

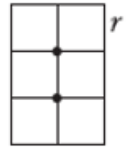
լարվածությանը և արդյունաբար դաշտի լարվածությունը հավասար է կիսաշրջանագծի

լարվածությանը և ուղղված է ուղղաձիգ դեպի ներքև:

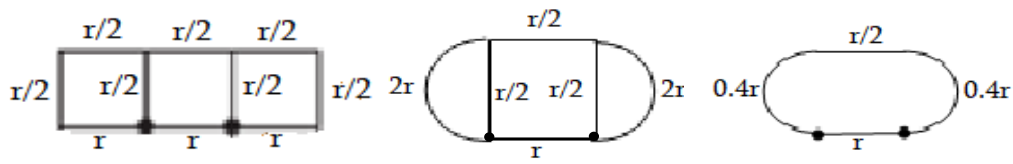


$$E = \frac{2}{\pi} \frac{k\pi R\tau}{R^2} = \frac{2k\tau}{R}$$

5. 2x3 քառակուսիների ցանցը պատրաստված է միևնույն մետաղալարից: Փոքր քառակուսու կողմի երկարությամբ մետաղալարի դիմադրություն r է: Որքա՞ն է դիմադրությունը ցանցի կենտրոնական կետերի միջև:



Լուծում: համարժեք շղթաների հաջորդականություն է



$$R = \frac{13}{23}r$$