

**Ֆիզիկայի հանրապետական օլիմպիադա - 2021**

**12-րդ դասարան**

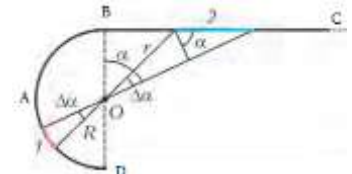
**Տևողությունը – 4 ժամ**

1. Բարակ դիէլեկտրական թելը կազմում է երկրաչափական պատկեր, որը բաղկացած է  $R$  շառավղով քառորդ շրջանագծից և ճառագայթից (տե՛ս նկ.): Թելը լիցքավորված է հավասարաչափ, թելի միավոր երկարության լիցքը  $\rho$  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 ուղղահիգ դեպի ներքև:

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

2.  $m$  զանգվածով մարմինը նետված է փոքր  $v_0$  արագությամբ՝ հորիզոնի նկատմամբ  $\theta$  անկյան տակ: Օդի դիմադրության ուժն ուղիղ համեմատական է մարմնի արագությանը՝  $\vec{F} = -\alpha \vec{v}$ : Ինչքա՞ն է մարմնի արագությունը հետագծի ամենաբարձր կետում:

Լուծում: Մարմնի շարժման արագությունը՝  $m \frac{d\vec{v}}{dt} = m\vec{g} - \alpha \vec{v}$ ,  $m \frac{dv_x}{dt} = -\alpha v_x$ ,  $m \frac{dv_y}{dt} = -mg - \alpha v_y$ :

Ինտեգրելով ստանում ենք  $\ln \frac{v_x \min}{v_0 \cos \theta} = -t = \ln \frac{mg}{mg + \alpha v_0 \sin \theta}$ ,  $v_{\min} = \frac{v_0 \cos \theta}{1 + \frac{\alpha v_0 \sin \theta}{mg}}$

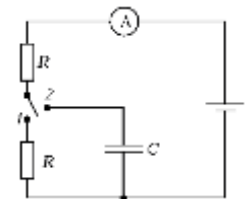
3. Նկարում պատկերված էլեկտրական շղթայում  $R = 100 \text{ Օմ}$ ,  $C = 1$

Ֆ: Երբ բանալին 1 դիրքում է, ամպերաչափը ցույց է տալիս  $I_1 =$

$0,1 \text{ A}$  հոսանք: Երբ բանալին տեղափոխեցին 2-րդ դիրք,

ամպերաչափը սկզբնական պահին ցույց տվեց  $I_2 = 0,15 \text{ A}$ :

ա/ Որքա՞ն է մարտկոցի էլՇՈւ-ն:



բ/ Բանալին 2-րդ դիրքին բերելուց հետո ինչքա՞ն ջերմաքանակ է անջատվել  $R$  դիմադրության վրա:

գ/ Ի՞նչ աշխատանք են կատարել կողմնակի ուժերը մարտկոցում բանալին 2-րդ դիրք տեղափոխելուց հետո մինչև այն պահը, երբ ամպերաչափը կրկին ցույց կտա  $0 \text{ A}$  հոսանք:

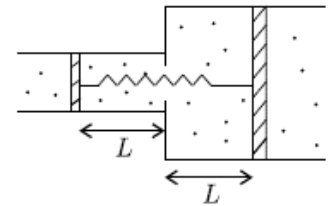
**Լուծում:** ԷլՇՈւ-ն հավասար է  $\mathcal{E} = I \cdot 2R = 20 \text{ V}$  վերջում կոնդենսատորի լիցքը հավասար է  $CE$ , ընդ որում վերևի թիթեղի լիցքը դրական է: Կանի որ բանալին միացնելի

հոսանքի ուժը սկզբնական պահին հավասար է  $|CU - \varepsilon|/R = 1.5\varepsilon/(2R)$ : Դա նշանակում է, որ կոնդենսատորի սկզբնական լարումը, կամ  $\varepsilon/4$ , կամ էլ  $7\varepsilon/4$

Առաջին դեպքում շղթայով անցել է  $q_1 = 3C\varepsilon/4$  լիցք ժամալաքի ուղղությամբ, երկրորդ դեպքում  $q_2 = -3C\varepsilon/4$  լիցք ժամալաքին հակառակ ուղղությամբ: Առաջին դեպքում էլՇՈՆ կատարել է  $\varepsilon \cdot q_1$  աշխատանք, որի արդյունքում կոնդենսատորի էներգիան փոխվեց և անջատվեց ջերմությունն դիմադրության վրա՝

$3C\varepsilon^2/4 = C\varepsilon^2/2 - C(\varepsilon/4)^2/2 + Q$ , որտեղից ստանում ենք  $Q = \frac{9}{32}c\varepsilon^2$ : Երկրորդ դեպքում կոնդենսատորը լիցքաթափվում է, կատարում է աշխատանք, լիցքավորում է էլՇՈՆ և անջատվում է ջերմությունն դիմադրության վրա՝  $C(7\varepsilon/4)^2/2 = 3C\varepsilon^2/4 + C\varepsilon^2/2 + Q$ , որտեղից  $Q = \frac{9}{32}c\varepsilon^2$ : Երկու դեպքում էլ մարտկոցի վրա կատարած աշխատանքը մոդուլով հավասար է  $3C\varepsilon^2/4$ , առաջին դեպքում բացասական, երկրորդ դեպքում դրական:

4.  $S$  և  $2S$  հատույթների մակերեսներով երկու հորիզոնական խողովակները հեմֆետիկորեն 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:

ա/ Ինչքա՞ն կլինի գազի ճնշումը մխոցների միջև:

բ/ Որքա՞ն կփոխվի գազի ջերմաստիճանը:

գ/ Որքա՞ն ջերմաքանակ հաղորդվեց գազին:

**Լուծում:** Համակարգը կարող է գտնվել հավասարակշռության վիճակում միայն եթե գազի ճնշումը  $p_0$  է: տաքացնուլուց հետո մխոցնորը 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  $p = p_0 + \frac{kL}{4S}$ :

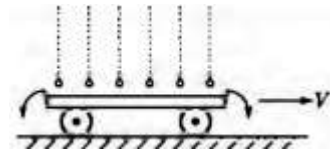
Գազի վիճակի հավասարումից ունենք  $p_0(2SL + SL) = \nu RT_0$ ,  $p 2S \cdot L = \nu RT$ ,

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

5. V արագությամբ շարժվող հարթ, հորիզոնական սայլը մտնում է ուղաձիգ անձրևի տիրույթ (տե՛ս նկ.): Կաթիլների արագություն  $u$  է, անձրևի միջին խտություն  $\rho$ , սայլի հորիզոնական մակերևույթի մակերեսը  $S$  է: Անիվների շփման գործակիցը գետնի հետ  $\mu$  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  $M \frac{\Delta V}{\Delta t} = -\rho SuV - k(MG + \rho Su^2)$ : Այստեղից ստանում ենք

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

Որտեղից 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  $t = \frac{M}{\rho Su} \ln \left( 1 + \frac{V}{k(Mg + \rho Su^2)} \right)$ :