

**ՖԻԶԻԿԱ 12-րդ ԴԱՍԱՐԱՆ**  
**ՄԱՐԶԱՅԻՆ ՓՈԽԼ 2025-2026 ուս. տարի**  
**Տևողությունը 180 ր**

**խնդիր 1: Պայթող ռումբը (8 միավոր):**  $M = 1$  կգ արկը թռչում է ուղղաձիգ դեպի վեր և պայթում է այն պահին, երբ դրա արագությունը  $v_0 = 10$  մ/վ էր դեպի վեր՝ բաժանվելով բազմաթիվ բեկորների, որոնք թռչում են բոլոր ուղղություններով՝ մեծությամբ հավասար արագություններով: Պայթյունից  $t_1 = 0.2$  վ հետո ոչ մի բեկոր դեռ հատակին հասած չի լինում:  $t_1 = 0.2$  վ պահին բեկորներից մեկը շարժվում է հորիզոնական ուղղությամբ՝  $p_1 = 6$  կգ · մ/վ իմպուլսով: Օդի դիմադրությունը անտեսել: Հաշվի առեք, որ նշված ժամանակահատվածում ծանրության ուժի իմպուլսը չի կարելի անտեսել:

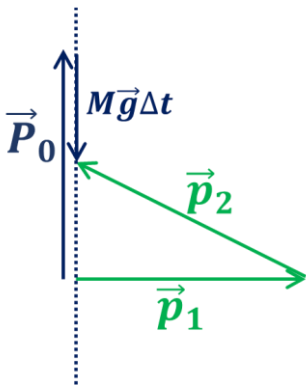
1. Գտեք մնացած բոլոր բեկորների ընդհանուր  $\vec{p}_2$  իմպուլսի մոդուլը  $t_1 = 0.2$  վ պահին: Ազատ անկման արագացումը  $g = 10$  մ/վ<sup>2</sup> է: **[2.5 միավոր]**

Փոփոխենք խնդրի պայմաններից միայն մեկը: Այն է, արկը բաժանվում է միայն 2 մասի, որոնցից մեկը դա  $t_1$  պահին  $p_1$  իմպուլս կրողն է: Նաև պայթյունից առաջացած բեկորների զանգվածները հավասար են:

2. Ինչքանով է փոխվել համակարգի մեխանիկական էներգիան պայթյունից հետո  $t_1 = 0.2$  վ ընթացքում: **[2.5 միավոր]**

3. Ինչքան է  $p_1$  իմպուլսով բեկորի իմպուլսը պայթյունից անմիջապես **հետո**: **[0.5 միավոր]**

4. Ինչքան է պայթյունի ընթացքում անջատված  $Q$  էներգիան: Համարեք ամբողջ էներգիան վերածվել է բեկորների մեխանիկական էներգիայի: **[2.5 միավոր]**



1. Քանի որ համակարգի վրա ազդող միակ արտաքին ուժը մինչև բեկորների հատակին հասնելը  $Mg$ -ն է **[0.5 միավոր]**, ապա համակարգի իմպուլսի փոփոխությունը  $t_1$  պահին կլինի՝

$$\Delta \vec{P} = M \vec{g} \Delta t \quad \text{[0.5 միավոր]}$$

$t_1$  պահին համակարգի իմպուլսը դիագրամման **[0.5 միավոր]** կնկարագրվի հետևյալ դիագրամով,  $P_0$ -արկի իմպուլսն է մինչև պայթյունը:

Այսպիսով, բեկորների արագությունը կլինի՝

$$p_2 = \sqrt{(P_0 - Mg\Delta t)^2 + p_1^2} \quad \text{[0.5 միավոր]}$$

Որտեղից՝  $p_2 = 10$  կգ · մ/վ **[0.5 միավոր]**

2. Հաշվենք յուրաքանչյուր մարմնի վրա ծանրության ուժի կողմից կատարված աշխատանքը: Բազմապատկելիս պետք է վերցնել վեկտորների սկալյառ արտադրյալը:

Առաջին բեկոր՝  $A_1 = m_1 \vec{g} \left( \frac{\vec{g} t_1^2}{2} + \vec{v}_{10} t_1 \right) \quad \text{[0.5 միավոր]}$

Երկրորդ բեկոր՝  $A_2 = m_2 \vec{g} \left( \frac{\vec{g} t_1^2}{2} + \vec{v}_{20} t_1 \right) \quad \text{[0.5 միավոր]}$

Այսպիսով լրիվ աշխատանքը կլինի՝

$$A_{\text{ը}} = \frac{M(gt_1)^2}{2} + (m_1 \vec{v}_{10} + m_2 \vec{v}_{20}) \vec{g} t_1 = \frac{M(gt_1)^2}{2} + (m_1 \vec{v}_{10} + m_2 \vec{v}_{20}) \vec{g} t_1 = \frac{M(gt_1)^2}{2} + \vec{P}_0 \vec{g} t_1$$

$$A_{\text{ը}} = \frac{M(gt_1)^2}{2} - P_0 g t_1 \quad \text{[0.5 + 0.5 միավոր]}$$

$$A_{\text{ը}} = \text{թվային արժեք} \quad \text{[0.5 միավոր]}$$

3.  $p_{10} = \sqrt{p_1^2 + (mgt_1)^2} \quad \text{[0.5 միավոր]}$

4. Այսպիսով՝ պայթյունից անմիջապես հետո էներգիան կլինի՝

$$E_0 = E_{\text{կ}} - A_{\text{ը}} \quad \text{[0.5 միավոր]}$$

$$E_0 = E_{\text{կ}} - A_{\text{ը}} = \frac{p_1^2}{2m} + \frac{p_2^2}{2m} - \frac{M(gt_1)^2}{2} + P_0 g t_1 \quad \text{[0.5 միավոր]}$$

Մինչև պայթյունը էներգիան հավասար էր՝

$$E_{\text{կ, սկզբնական}} = \frac{P_0^2}{2M} \quad \text{[0.5 միավոր]}$$

Պայթյունից անջատված էներգիան կլինի՝

$$Q = E_{\text{կ}} - A_{\text{ը}} - E_{\text{կ, սկզբնական}} = \frac{p_1^2}{2m} + \frac{p_2^2}{2m} - \frac{M(gt_1)^2}{2} + P_0 g t_1 - \frac{P_0^2}{2M} \quad \text{[0.5 միավոր]}$$

$$Q = \frac{p_1^2}{M} + \frac{(P_0 - Mg\Delta t)^2 + p_1^2}{M} - \frac{M(gt_1)^2}{2} + P_0 g t_1 - \frac{P_0^2}{2M} = \text{թվային արժեք} \quad \text{[0.5 միավոր]}$$

**Խնդիր 2: Պղպջակները անոթում (7 միավոր):**

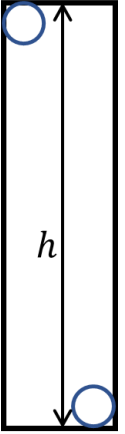
Միևնույն քանակի միատոմ իդեալական գազ պարունակող երկու փոքր պղպջակ մնացել են հերմետիկ փակ անոթի մեջ: Անոթը լցված է անսեղմելի հեղուկով: Պղպջակներից մեկը կպած է անոթի վերին նիստին, մյուսը հատակին և ունի  $V_0$  ծավալ: Ողջ համակարգում սկզբում ջերմաստիճանը  $T_0$  է: Պղպջակների ծավալների հարաբերությունը  $\alpha = 3$  է: Անոթը տաքացրեցին, որից հետո պղպջակների ծավալների հարաբերությունը դարձավ  $\varphi = 4$ :

ա) Ինչքա՞ն է գազի վերջնական ջերմաստիճանը: **[4 միավոր]**

Համակարգը տաքացնելիս ջրին հաղորդվել է  $Q_2$  ջերմաքանակ:

բ) Որքա՞ն ջերմաքանակ է հաղորդվել ջուր-գազ համակարգին տաքացնելու ընթացքում: **[3 միավոր]**

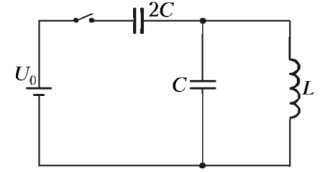
Ողջ խնդրի ընթացքում անտեսեք մակերևութային լարվածության ուժերը և կորույթամբ պայմանավորված երևույթները: Ներքևի պղպջակը չի պոկվում հատակից: Ինքնուրույն պետք է հասկանաք, թե պղպջակներից, որի ծավալն է ավելի մեծ:  $V_0$ -ն և  $T_0$ -ն հայտնի են: Ջրի ծավալը շատ անգամ մեծ է պղպջակների ծավալից: Ջրի տեսակարար ջերմունակությունը  $c$  է:  $h$ -ը տրված չի:



ա)

$$\begin{cases} p_{20} - p_{10} = p_2 - p_1 & [1 \text{ միավոր}] \\ \frac{p_{20}V_0}{T_0} = \frac{p_{10}\alpha V_0}{T_0} = \nu R & [0.5 \text{ միավոր}] \\ \frac{p_2V_2}{\beta T_0} = \frac{p_1\varphi V_2}{\beta T_0} = \nu R & [0.5 \text{ միավոր}] \\ V_0 + \alpha V_0 = V_2 + \varphi V_2 & [0.5 \text{ միավոր}] \end{cases}$$
$$\beta = \frac{\varphi}{\alpha} \cdot \frac{\alpha^2 - 1}{\varphi^2 - 1} \quad [1 \text{ միավոր, միայն լրիվ ճիշտ լուծման համար}]$$
$$\beta = \frac{32}{45} \quad [0.5 \text{ միավոր}]$$

**խնդիր 3: ԷՄ կոնտուր (5 միավոր):** Նկարում պատկերված է սխեմա, որտեղ կոնդենսատորների լիցքերը և կոճուղի հոսանքը 0 են մինչև բանալու փակվելը: Նկարում բերված տվյալները, որոնք բնութագրում են կոճի  $L$  ինդուկտիվությունը, կոնդենսատորների ( $C, 2C$ ) ունակությամբները և իդեալական լարման աղբյուրի  $U_0$  ԷԾՈւ-ն հայտնի են: Շղթայում դիմադրությունները շատ փոքր են: Բանալին փակում են:



ա) Ինչքա՞ն է կոճով անցնող անցնող առավելագույն հոսանքը: [2.5 միավոր]

բ)  $C$  ունակությամբ կոնդենսատորի վրա առավելագույն լարումը: [2.5 միավոր]

**Եթե աշակերտը չի տիրապետում դիֆֆերենցիալ հավասարումներին, գնահատվում է հետևյալ լուծումը, որտեղ անտեսվում է ճառագայթման կորուստները և փոխանցման երևույթները:**

ա) Ինչքա՞ն է կոճով անցնող անցնող առավելագույն հոսանքը:

Այն պահին, երբ կոճի հոսանքը առավելագույնն է կոճի վրայի ԷԾՈւ-ն կլինի զրո, հետևաբար  $C$  ունակությամբ կոնդենսատորի լարումը կլինի 0: [0.5 միավոր]

Այդ պահին  $2C$  կոնդենսատորի վրայի լիցքը կլինի  $Q = 2CU_0$  [0.5 միավոր]: Այդ պահին լարման աղբյուրի կատարած աշխատանքը կլինի  $A = QU_0$  [0.5 միավոր]

$$QU_0 = \frac{2CU_0^2}{2} + \frac{LI^2}{2} \quad [0.5 \text{ միավոր}] \quad (\text{տես խնդրի վերջում բերված գրառումը})$$

Իրականում, երբ բանալին նոր են փակում

$$I = U_0 \sqrt{\frac{2C}{L}} \quad [0.5 \text{ միավոր}]$$

#### Գրառում

Երբ բանալին նոր են փակում, երկու կոնդենսատորների վրա միանգամից կուտակվում է լիցք, որպեսզի հաստատվի հավասարակշռություն

$$\frac{q_0}{C} + \frac{q_0}{2C} = U_0 \Rightarrow q_0 = \frac{2}{3}CU_0$$

Այդպիսով համակարգը կունենա  $E_0 = \frac{q_0^2}{2C} + \frac{q_0^2}{C} = \frac{3}{2C} \left( \frac{2}{3}CU_0 \right)^2 = \frac{2}{3}CU_0^2$  Էլեկտրաստատիկ էներգիա, իսկ կոճի մեջի հոսանքը գործնականում 0 է:

ԱՅն պահին երբ հոսանքը կոճում առավելագույնն է՝

$$(Q - q_0)U_0 = \frac{2CU_0^2}{2} + \frac{LI^2}{2} - \frac{2CU_0^2}{3}$$

Կրճատումից հետո ստացվում է նույն հավասարումը, որը գրված էր վերևում:

բ)  $C$  ունակությամբ կոնդենսատորի վրա առավելագույն լարումը:

Երկու կոնդենսատորների լարումների գումարը կլինի՝

$$U_0 = U_C + U_{2C}$$

$U_C$  կլինի առավելագույնը, երբ  $U_{2C}$  նվազագույնն է, այսինքն,  $2C$  կոնդենսատորով անցնող  $I_{2C}$  հոսանքը կլինի  $I_{2C} = 0$  [0.5 միավոր]:

Եթե  $C$ -ի վրայի  $U$  լարումը լինի նվազագույնը, պետք է  $C$  կոնդենսատորով անցնող  $I_C$  հոսանքը լինի՝

$$I_C = I_L = 0 \quad [0.5 \text{ միավոր}]:$$

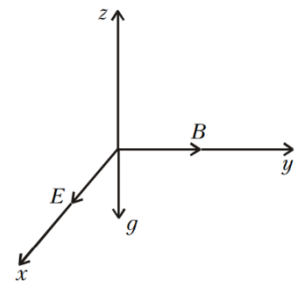
Լարման աղբյուրով անցած լիցքը հավասար կլինի  $2C$  կոնդենսատորի վրայի լիցքին [0.5 միավոր]: Ի դեպ  $2C$  կոնդենսատորի վրայի լիցքը կարող է տարբերվել  $C$  կոնդենսատորի վրայի լիցքից: Այսպիսով, էներգիայի պահպանման օրենքի համաձայն՝

$$2C(U_0 - U)U_0 = \frac{CU^2}{2} + \frac{2C(U_0 - U)^2}{2} \quad [0.5 \text{ միավոր}]$$

Լուծելով այս հավասարումը կստանանք՝

$$U = U_0 \sqrt{\frac{2}{3}} \quad [0.5 \text{ միավոր}]$$

**Խնդիր 4: Մասնիկը EՄ դաշտում (5 միավոր):**  $m$  զանգվածով և  $q$  լիցքով մասնիկը շարժվում է մոդուլով հաստատուն արագությամբ տարածության այն հատվածում, որտեղ կան երեք փոխադարձ ուղղահայաց դաշտեր՝  $\vec{E}$  լարվածությամբ էլեկտրական դաշտ,  $\vec{B}$  ինդուկցիայով մագնիսական դաշտ և  $\vec{g}$  գրավիտացիոն ձգողականության դաշտ (տե՛ս նկար 1):



ա) Ինչպիսի՞ շարժում է կատարում մարմինը՝ կորագիծ թե ուղղագիծ: Պատասխանը հիմնավորեք: **[1 միավոր]**

Որոշակի պահի  $E$  և  $B$  դաշտերը անջատվում են: Շարժման ընթացքում մասնիկի նվազագույն կինետիկ էներգիան սկզբնականի կեսն է:

բ) Գտեք մասնիկի արագության պրոյեկցիաները բոլոր երեք դաշտերի ուղղությունների վրա անջատման պահին: **[2.5 միավոր]**

գ) Ի՞նչ նվազագույն  $v_{min}$  արագության դեպքում է հնարավոր մոդուլով հաստատուն արագությամբ շարժումը: **[1 միավոր]**

Մասնիկը շարժվում է մոդուլով հաստատուն  $v_{min}$  արագությամբ՝ գ) կետում նշված պայմաններում:

դ) Ինչքա՞ն կլինի մասնիկի արագացումը էլեկտրական դաշտը անջատելու պահին: **[0.5 միավոր]**

### Լուծում

Ա)  $E$  և  $g$  դաշտերից կողմից մասնիկի վրա ազդող համագոր  $F$  ուժը ունի հաստատուն մեծություն և ուղղություն: Լորենցի ուժը աշխատանք չի կատարում, ուստի մասնիկը պետք է շարժվի  $F$  ուժին ուղղահայաց հարթությամբ՝ իր բացարձակ արագությունը պահպանելու համար: Մագնիսական ինդուկցիայի վեկտորը Նույնպես գտնվում է այս հարթությունում, ինչը նշանակում է, որ մասնիկը շարժվում է ուղիղ գծով, ինչը նշանակում է, որ բոլոր ուժերի արդյունարարը զրո է: **[0.5 + 0.5 միավոր]**

Բ) Կինետիկ էներգիան կիսվում է, հետևաբար  $v_z = v_{\text{հորիզոնական}}$  **[1 միավոր]** :

$$v_z^2 = v_x^2 + v_y^2$$

Համագոր ուժի պայմանից:

$$qBv_x = mg \Rightarrow v_x = \frac{mg}{qB} \quad [0.5 \text{ միավոր}]$$

$$qBv_z = Eq \Rightarrow v_z = \frac{E}{B} \quad [0.5 \text{ միավոր}]$$

$$\text{Այստեղից՝} \quad \left(\frac{Eq}{qB}\right)^2 = \left(\frac{mg}{qB}\right)^2 + v_y^2$$

$$v_y = \sqrt{\left(\frac{E}{B}\right)^2 - \left(\frac{mg}{qB}\right)^2} \quad [0.5 \text{ միավոր}]$$

գ) Արագությունը կլինի նվազագույնը, երբ  $B$ -ի ուղղությամբ արագության պրոյեկցիան կլինի  $v_{\parallel} = 0$  **[0.5 միավոր]**:

Այսպես արագության պրոյեկցիան կլինի՝

$$v_{\parallel} = v_z \cdot \sin(\alpha) - v_x \cdot \cos(\alpha)$$

$$v_{\parallel} = v_z \cdot \frac{mg}{\sqrt{(Eq)^2 + (mg)^2}} - v_x \cdot \frac{Eq}{\sqrt{(Eq)^2 + (mg)^2}}$$

$$v_{\parallel} = \frac{E}{B} \cdot \frac{mg}{\sqrt{(Eq)^2 + (mg)^2}} - \frac{mg}{qB} \cdot \frac{Eq}{\sqrt{(Eq)^2 + (mg)^2}} = 0$$

$$v_{min}^2 = v_x^2 + v_y^2 = \left(\frac{mg}{qB}\right)^2 + \left(\frac{E}{B}\right)^2$$

$$v_{min} = \sqrt{\left(\frac{E}{B}\right)^2 + \left(\frac{mg}{qB}\right)^2} \quad [0.5 \text{ միավոր}]$$

դ) Այս դեպքում արագացումը կլինի  $a = \frac{Eq}{m}$ : **[0.5 միավոր]**

