

Ministerul Educației și Cercetării al Republicii Moldova
Agenția Națională pentru Curriculum și Evaluare
OLIMPIADA REPUBLICANĂ LA FIZICĂ, EDIȚIA LVI
CHIȘINĂU, 20 martie 2022

clasa a 10

Problema 1

(10,0 p)

P1. Un corp de formă cubică din aluminiu cu densitatea ρ_{Al} , în care există goluri, a fost suspendat de un arc suficient de lung cu constanta elastică κ și scufundat complet într-un vas cilindric cu lichid cu densitatea ρ ($\rho < \rho_{Al}$). În acest caz alungirea arcului este Δl_1 . Considerând volumul corpului egal cu V :

P1.1. Determinați volumul golurilor din corp V_0 .

(2,0 p)

P1.2. Care ar fi alungirea arcului Δl_2 , dacă 30 % din goluri ar fi fost umplute cu un lichid identic cu cel din vas?

(2,0 p)

P1.3. Cum se va modifica alungirea arcului, în comparație cu Δl_2 , dacă în vas se va adăuga un alt lichid cu densitatea $n \cdot \rho$ și volumul de n ori mai mic decât volumul primului lichid? Considerați că lichidul al doilea se amestecă uniform cu primul lichid și nu pătrunde în interiorul corpului din aluminiu, iar $n = \frac{1}{2}$.

(3,0 p)

P1.4. Determinați alungirea arcului Δl_4 în cazul, când tot sistemul (punctul de suspensie + suportul + vasul cu lichidele amestecate) se mișcă vertical în jos cu accelerația $\vec{a} = \frac{1}{4} \vec{g}$.

(3,0 p)

Ministerul Educației și Cercetării al Republicii Moldova
Agenția Națională pentru Curriculum și Evaluare
OLIMPIADA REPUBLICANĂ LA FIZICĂ, EDIȚIA LVI
CHIȘINĂU, 20 martie 2022

clasa a 10

Problema 2

(10,0 p)

P2. Într-un vas cilindric se află un lichid cu densitatea ρ la temperatura t_1 . Înălțimea coloanei de lichid este h , iar raza bazei vasului este r . Lichidul se încălzește cu ajutorul unui încălzitor electric a cărui schemă echivalentă este prezentată în Fig. P2.1. Tensiunea electrică în circuitul între punctele AF este U . Se cunosc căldura specifică c și căldura latentă de vaporizare λ .

P2.1. Determinați rezistența încălzitorului, dacă rezistențele rezistoarelor prezentate în schema sunt egale cu R , $2R$ și $3R$ (vezi Fig. P2.1), iar rezistența firelor de conexiune poate fi neglijată.

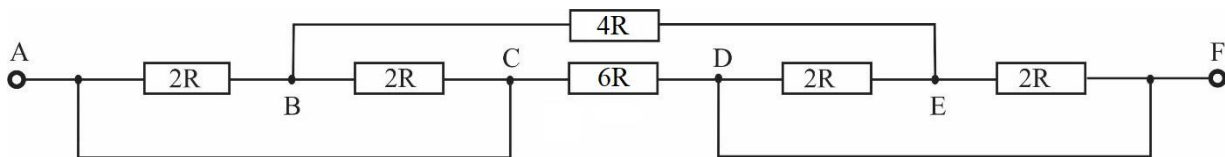


Fig. P2.1.

(4,0 p)

P2.2. Determinați randamentul încălzitorului electric, dacă se știe că, după un timp τ , tot lichidul s-a transformat în vapori. Temperatura de fierbere a lichidului este t_2 . Pierderile de căldură pentru încălzirea vasului și interacțiunea cu mediul înconjurător pot fi neglijate.

(4,0 p)

P2.3. Determinați toate valorile posibile ale R pentru care încălzitorul ar putea funcționa cu un randament de 80 %.

(2,0 p)

Ministerul Educației și Cercetării al Republicii Moldova
Agencia Națională pentru Curriculum și Evaluare
OLIMPIADA REPUBLICANĂ LA FIZICĂ, EDIȚIA LVI
CHIȘINĂU, 20 martie 2022

clasa a 10

Problema 3

(10,0 p)

P3. Sistemul optic este alcătuit dintr-o lentilă convergentă cu distanța focală F_1 și o oglindă sferică convexă cu distanța focală $F_2 = 3F_1$. Distanța dintre lentila și oglinda $d = 4F_1$, axele optice principale coincid. În fața lentilei este așezat un obiect liniar, perpendicular pe axa optică principală, la distanța $d_1 = \frac{3}{2}F_1$.

Notă: formula oglinzii sferice: $\frac{1}{d} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F} = \frac{2}{R}$,

unde R este raza de curbură a lentilei.

P3.1. Construiți imaginea obiectului liniar formată de sistemul optic. **(3,0 p)**

P3.2. Determinați mărirea liniară a lentilei. **(2,0 p)**

P3.3. Determinați mărirea liniară a oglinzii. **(4,0 p)**

P3.4. Determinați mărirea liniară totală a sistemului optic. **(0,5 p)**

P3.5. Ce imagine se obține (reală sau virtuală; dreaptă sau răsturnată; mărită, micșorată sau egală cu obiectul)? **(0,5 p)**

Ministerul Educației și Cercetării al Republicii Moldova
Agenția Națională pentru Curriculum și Evaluare
OLIMPIADA REPUBLICANĂ LA FIZICĂ, EDIȚIA LVI
CHIȘINĂU, 20 martie 2022

clasa a 10

Soluții:

Problema 1.

P1.1: Asupra corpului acționează trei forțe: forța de greutate \vec{G} , forța Arhimede \vec{F}_A și forța elastică \vec{F}_e . În poziția de echilibru:

$$F_A + F_e = mg \quad \text{0.5 p}$$

$$\rho V g + k \Delta l_1 = \rho_{Al} (V - V_0) g \quad \text{1.0 p}$$

$$V_0 = \frac{(\rho_{Al} - \rho)V}{\rho_{Al}} - \frac{k \Delta l_1}{\rho_{Al} g} \quad \text{0.5 p}$$

P1.2:

$$V_l = 0,3 \cdot V_0$$

$$\rho V g + k \Delta l_2 = \rho_{Al} (V - V_0) g + \rho V_l g \quad \text{0.5 p}$$

$$k \Delta l_2 - k \Delta l_1 = \rho V_l g \quad \text{1.0 p}$$

$$\Delta l_2 = \Delta l_1 + \frac{\rho V_l g}{k} = \Delta l_1 \left(1 - 0,3 \frac{\rho}{\rho_{Al}}\right) + 0,3 \frac{\rho (\rho_{Al} - \rho) V g}{\rho_{Al} k} \quad \text{0.5 p}$$

P1.3: Determinăm densitatea lichidului din vas ρ_{am} după amestecarea primului și celui de al doilea lichid:

$$\rho_{am} = \frac{m_1 + m_2}{V_1 + V_2} = \frac{\rho V_1 + n \rho \frac{V_1}{n}}{V_1 \left(1 + \frac{1}{n}\right)} = \frac{2 \rho V_1}{V_1 \left(1 + \frac{1}{n}\right)} = \frac{2 \rho n}{1 + n} = \frac{2}{3} \rho \quad \text{1.5 p}$$

$$\rho_{am} V g + k \Delta l_3 = \rho_{Al} (V - V_0) g + \rho V_l g \quad \text{0.5 p}$$

$$\rho_{am} V g + k \Delta l_3 = \rho V g + k \Delta l_2$$

$$k (\Delta l_3 - \Delta l_2) = \frac{1}{3} \rho V g \quad \text{0.5 p}$$

$$\Delta l_3 - \Delta l_2 = \frac{1}{3} \frac{\rho V g}{k} \quad \text{0.5 p}$$

P1.4: La mișcarea accelerată a vasului cu lichid se modifică forța Arhimede. Pentru deducerea ei vom stabili forța, cu care acționează coloana de lichid cu înălțimea h și masa $m_l = \rho_l h S$ în vasul cilindric cu aria secțiunii transversale S , reieșind din ecuația mișcării coloanei de lichid în acest vas:

$$m_l g - p S = m_l a, \quad \text{0.5 } \bar{6}$$

unde p este presiunea în lichid la adâncimea h .

$$p = \frac{m_l (g - a)}{S} = \rho_l h (g - a)$$

$$\text{Atunci } F_A = \rho_l V (g - a) \quad \text{0.5 } \bar{6}$$

Ministerul Educației și Cercetării al Republicii Moldova
Agencia Națională pentru Curriculum și Evaluare
OLIMPIADA REPUBLICANĂ LA FIZICĂ, EDIȚIA LVI
CHIȘINĂU, 20 martie 2022

clasa a 10

$$mg - \rho_{am}V(g - a) - k\Delta l_4 = ma \quad 0.5 \text{ p}$$

$$\rho_{am}V(g - a) + k\Delta l_4 = m(g - a)$$

$$\rho_{am}V(g - a) + k\Delta l_4 = (\rho V_l + \rho_{Al}(V - V_0))(g - a)$$

$$\Delta l_4 = \frac{(\rho V_l + \rho_{Al}(V - V_0) - \rho_{am}V)(g - a)}{k} \quad 0.5 \text{ p}$$

Din P1.3:

$$\rho_{am}Vg + k\Delta l_3 = \rho_{Al}(V - V_0)g + \rho V_l g \quad 0.5 \text{ p}$$

$$\rho V_l + \rho_{Al}(V - V_0) - \rho_{am}V = \frac{k\Delta l_3}{g}$$

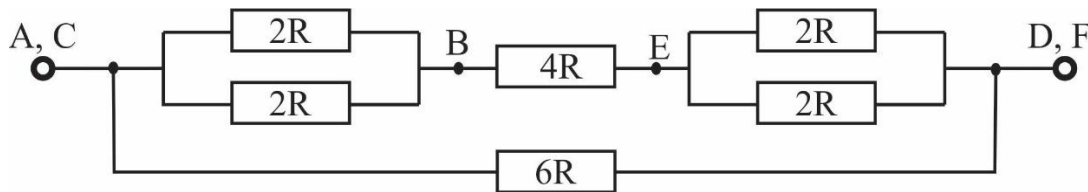
$$\Delta l_4 = \Delta l_3 \frac{g-a}{g} = \frac{3}{4} \left[\Delta l_1 \left(1 - 0,3 \frac{\rho}{\rho_{Al}} \right) + 0,3 \frac{\rho (\rho_{Al} - \rho)Vg}{\rho_{Al} k} + \frac{1}{3} \frac{\rho Vg}{k} \right] \quad 0.5 \text{ p}$$

Ministerul Educației și Cercetării al Republicii Moldova
Agencia Națională pentru Curriculum și Evaluare
OLIMPIADA REPUBLICANĂ LA FIZICĂ, EDIȚIA LVI
 CHIȘINĂU, 20 martie 2022

clasa a 10

Problema 2.

P.2.1. Schema echivalentă este următoarea:



2,0 p

Rezistoarele de $2R$ sunt conectate în paralel. Rezistența echivalentă este egală cu R . **0,5 p**

În ramura superioară a circuitului obținem două rezistoare de rezistență R și un rezistor de rezistență $4R$ conectate în serie, **0,5 p**

iar rezistorul de rezistență $6R$ este conectat în paralel cu acestea. **0,5 p**

Rezistența totală obținem din relația $\frac{1}{R_{tot}} = \frac{1}{6R} + \frac{1}{6R}$, $R_{tot} = 3R$. **0,5 p**

P.2.2:

Determinăm masa lichidului în vas:

$$m = \rho \cdot V = \rho \cdot h \cdot S = \rho \cdot h \cdot \pi \cdot r^2 \quad \text{0,5 p}$$

Cantitatea de căldură:

$$Q = Q_1 + Q_2 \quad \text{0,5 p}$$

$$Q_1 = c \cdot m \cdot (t_2 - t_1) = c \cdot \rho \cdot h \cdot \pi \cdot r^2 \cdot (t_2 - t_1) \quad \text{0,5 p}$$

$$Q_2 = \lambda \cdot m = \lambda \cdot \rho \cdot h \cdot \pi \cdot r^2 \quad \text{0,5 p}$$

Lucrul efectuat de curentul electric:

$$L = (U^2 \tau) / R_{tot} = (U^2 \tau) / (3 \cdot R) \quad \text{0,5 p}$$

Randamentul:

$$\eta = \frac{Q}{L} \quad \text{0,5 p}$$

$$\eta = \frac{3 \cdot R \cdot \rho \cdot h \cdot \pi \cdot r^2 (c(t_2 - t_1) + \lambda)}{U^2 \tau} \quad \text{1,0 p}$$

Ministerul Educației și Cercetării al Republicii Moldova
Agenția Națională pentru Curriculum și Evaluare
OLIMPIADA REPUBLICANĂ LA FIZICĂ, EDIȚIA LVI
CHIȘINĂU, 20 martie 2022

clasa a 10

P.2.3.

În cazul când pierderile de căldură pentru încălzirea vasului și interacțiunea cu mediul înconjurător pot fi neglijate:

$$\eta L = Q, \quad 0,5 \text{ p}$$

unde $\eta = 0,8$.

În caz real, pierderile de căldură pentru schimbul de căldură cu mediul înconjurător sunt prezente întotdeauna. Pentru ca încălzitorul să funcționeze cu randamentul $\eta = 0,8$, este necesar ca

$$\eta A \geq Q \quad 0,5 \text{ p}$$

Din aceasta rezultă că

$$R \leq \frac{0,8 \cdot U^2 \tau}{3 \cdot \rho \cdot h \cdot \pi \cdot r^2 (c(t_2 - t_1) + \lambda)} \quad 1,0 \text{ p}$$

Ministerul Educației și Cercetării al Republicii Moldova
Agenția Națională pentru Curriculum și Evaluare
OLIMPIADA REPUBLICANĂ LA FIZICĂ, EDIȚIA LVI

CHIȘINĂU, 20 martie 2022

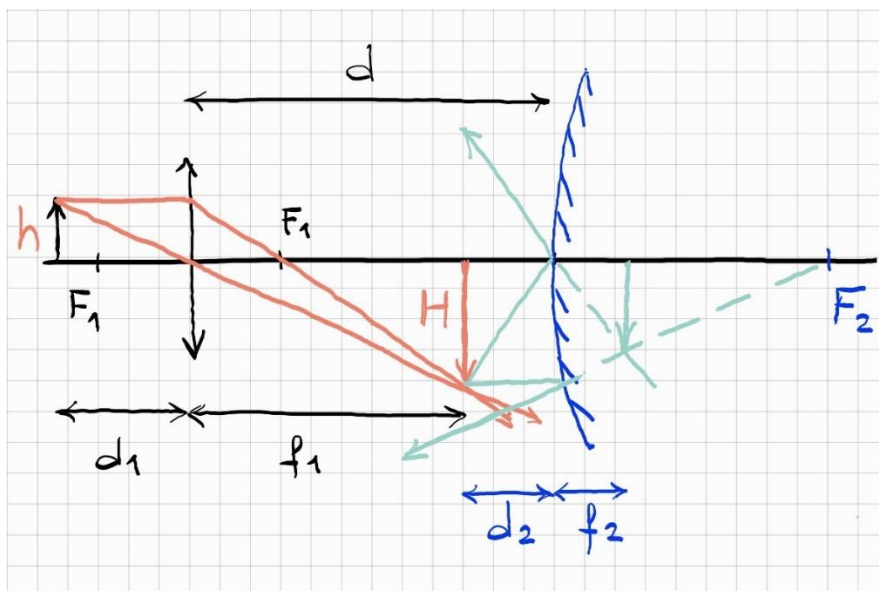
clasa a 10

Problema 3.

P.3.1. Construcția imaginii obiectului liniar.

3,0 p

Construim imaginea folosind proprietățile razelor incidente (pentru oricare două din trei).



P.3.2. Determinarea măririi liniare a lentilei: $\beta_1 = \frac{H}{h} = \frac{f_1}{d_1}$

0.5 p

Formula lentilei subțiri: $\frac{1}{d_1} + \frac{1}{f_1} = \frac{1}{F_1} \Rightarrow f_1 = \frac{d_1 F_1}{d_1 - F_1} = 3F_1$

1.0 p

$$\beta_1 = \frac{f_1}{d_1} = \frac{F_1}{d_1 - F_1} = 2$$

0.5 p

P.3.3. Determinarea măririi liniare a oglinzii: $\beta_2 = \frac{f_2}{d_2}$

0.5 p

Formula oglinzii sferice: $\frac{1}{d_2} - \frac{1}{f_2} = -\frac{1}{F_2}$ (se consideră semnele "minus", deoarece imaginea și focarul

oglinzii convexe sunt virtuale) $\Rightarrow f_2 = \frac{d_2 F_2}{d_2 + F_2}$

2.5 p

Notăm din figura din (3.1) că $d = f_1 + d_2 \Rightarrow d_2 = d - f_1 = F_1$

0.5 p

$$\beta_2 = \frac{f_2}{d_2} = \frac{F_2}{d - f_1 + F_2} = \frac{3F_1}{4F_1 - 3F_1 + 3F_1} = \frac{3}{4}$$

0.5 p

P.3.4. Determinarea măririi liniare totale a sistemului optic:

$$\beta = \beta_1 \beta_2 = \frac{2 \cdot 3}{4} = 1,5$$

0.5 p

P.3.5. Imaginea este virtuală, răsturnată, mărită.

0.5 p