

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

CHIȘINĂU, 31 martie – 3 aprilie 2017

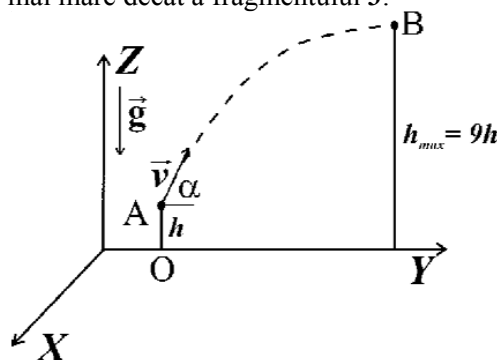
**Proba teoretică ORF 2017,**

**clasa a XI**

**Problema 1**

**(10,0 p)**

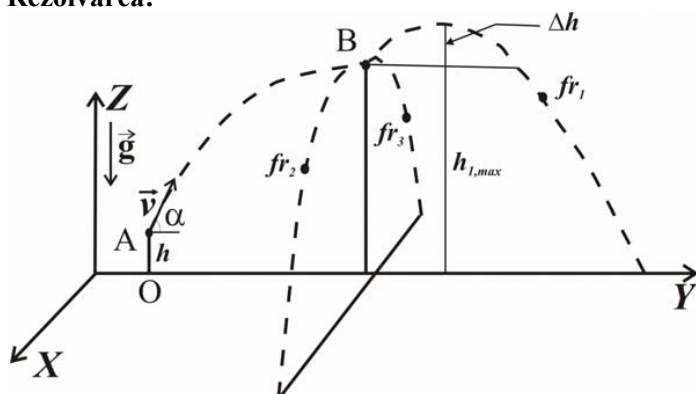
Un tun lanseză un proiectil sub unghiul  $\alpha = \pi/4$  față de orizont fiind plasat în punctul A situat la înălțimea  $h$  de la suprafața Pământului. Atingând înălțimea maximă de ridicare  $h_{max} = 9h$ , proiectilul explodează și se rupe în 3 fragmente. Traectoria fragmentului 1 este situată în același plan cu traectoria proiectilului, iar traectoriile fragmentelor 2 și 3 – în plan perpendicular planului traectoriei proiectilului. Se cunoaște că masa fragmentului 1 este de 4 ori mai mare decât a fragmentului 3, iar masa fragmentului 2 este de 3 ori mai mare decât a fragmentului 3.



Neglijând forța de rezistență a aerului să se determine:

1. Valoarea și sensul proiecției vitezei inițiale a fragmentului 1 pe axa Y. (1,5 p)
2. Valoarea și sensul proiecțiilor vitezelor inițiale ale fragmentelor 2 și 3 pe axa Z, dacă se cunoaște că timpul de zbor al acestor fragmente este același și este de 2 ori mai mic decât timpul de zbor al proiectilului. (2,5 p)
3. Înălțimea maximă (de la suprafața Pământului) atinsă de fragmentul 1 și distanța de la locul căderii lui până la punctul O. (3,0 p)
4. Raportul energiei  $Q$  transmise fragmentelor în timpul exploziei proiectilului, la masa lor, dacă se cunoaște că în momentul exploziei fragmentele 1 și 2 au viteze inițiale egale după modul. (3,0 p)

**Rezolvarea:**



Fie  $m$  – masa fragmentului 3, atunci masa fragmentului 1 –  $4m$ , masa fragmentului 2 va fi  $3m$ , iar masa proiectilului va fi  $8m$ . Proiectilul și fragmentul 1 se mișcă în planul YZ, iar fragmentele 2 și 3 – în planul XZ.

**Punctul 1**

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

CHIȘINĂU, 31 martie – 3 aprilie 2017

**Proba teoretică ORF 2017,**

**clasa a XI**

În urma exploziei impulsul proiectului se transmite fragmentelor formate, prin urmare:

$$8m\vec{v} = 4m\vec{v}_1 + 3m\vec{v}_2 + m\vec{v}_3 \Rightarrow 8\vec{v} = 4\vec{v}_1 + 3\vec{v}_2 + \vec{v}_3 \quad (0,5 \text{ p.})$$

Proiectând legea conservării impulsului pe axa Y, obținem:

$$8mv \cos \alpha = 4m\vec{v}_{1,y}$$

unde  $v$  – modulul vitezei, iar  $v_{1,y}$  – proiecția pe axa Y a fragmentului 1.

Conform legii conservării energiei:

$$\frac{8mv_y^2}{2} + \frac{8mv_z^2}{2} = \frac{8mv^2}{2} + 8mg \cdot 8h, \Rightarrow v^2 \sin^2 \alpha = 16gh \text{ sau } v \sin \alpha = 4\sqrt{gh}. \quad (0,5 \text{ p.})$$

Pentru  $\alpha = \pi/4$  avem  $\cos \alpha = \sin \alpha$ .

De aceea  $v_{1,y} = 8\sqrt{gh}$ . Proiecția vitezei fragmentului 1 pe axa Y este pozitivă. (0,5 p.)

**Punctul 2**

Timpul de zbor al proiectilului se determină conform formulei:

$$t = \frac{v \cos \alpha}{g} = 4\sqrt{h/g} \quad (0,5 \text{ p.})$$

Atunci  $t_2 = t_3 = 2\sqrt{h/g}$ ;

Din momentul exploziei și până la căderea pe Pământ fragmentul 2 se va deplasa de-a lungul axei Z conform ecuației:

$$z_k - z_0 = v_{2,z}t_2 - \frac{gt_2^2}{2}, \quad (1,0 \text{ p.})$$

De aceea:

$$-9h = v_{2,z}t_2 - \frac{gt_2^2}{2}$$

$$v_{2,z} = \left( \frac{4hg}{g \cdot 2} - 9h \right) \frac{1}{2\sqrt{h/g}} = -\frac{7}{2}\sqrt{hg}$$

Analogic obținem

$$v_{3,z} = v_{2,z} = -\frac{7}{2}\sqrt{hg} \quad (1,0 \text{ p.})$$

Deoarece  $v_{2,z}$  și  $v_{3,z}$  sunt negative, proiecțiile vitezelor fragmentelor 2 și 3 sunt negative, orientate în direcția lui  $\vec{g}$ .

**Punctul 3**

Proiectând legea conservării impulsului pe axa Z, obținem în momentul exploziei:

$$4mv_{1,z} + 3mv_{2,z} + mv_{3,z} = 0$$

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

CHIȘINĂU, 31 martie – 3 aprilie 2017

**Proba teoretică ORF 2017,**

**clasa a XI**

$$4mv_{1,z} = -3mv_{2,z} - mv_{3,z}$$

$$v_{1,z} = -v_{2,z} = \frac{7}{2}\sqrt{hg} \quad (1,0 \text{ p.})$$

Proiecția după axa Z a vitezei fragmentului 1 este pozitivă (opusă lui  $\vec{g}$ ), de aceea fragmentul 1 se va ridica până la înălțimea maximală:  $h_{1,\max} = 9h + \Delta h$ . După aceea el va cădea în jos. Pentru timpul  $t_n$ , în care fragmentul 1 se va ridica la înălțimea  $\Delta h$ :

$$t_n = v_{1,z} / g = \frac{7}{2}\sqrt{h/g}$$

$$h_{1,\max} = 9h + \Delta h = 9h + \frac{7}{2}\sqrt{h/g} \cdot \frac{7}{2}\sqrt{h/g} - \frac{49gh}{8g} = 9h + \frac{49}{8}h = \frac{121}{8}h = 15\frac{1}{8}h \quad (1,0 \text{ p.})$$

Distanța de la punctul de cădere a fragmentului 1 până la punctul 0 este:

$$S = v \cos \alpha \cdot t + v_{1,y}t_1$$

$$\text{unde } t_1 = t_n + \sqrt{\frac{2h_{1,\max}}{g}} = 9\sqrt{h/g};$$

$$S = 4\sqrt{gh} \cdot 4\sqrt{h/g} + 8\sqrt{gh} \cdot 9\sqrt{h/g} = 88 \cdot h. \quad (1,0 \text{ p.})$$

**Punctul 4**

Patratur vitezei primului fragment în momentul exploziei:

$$v_1^2 = v_{1,y}^2 + v_{1,z}^2$$

Pentru cel de-al doilea fragment:

$$v_2^2 = v_{2,x}^2 + v_{2,z}^2 = v_{2,x}^2 + v_{1,z}^2,$$

$$\text{Deoarece } v_1 = v_2 \Rightarrow v_{2,x}^2 = v_{1,y}^2 \text{ sau } |v_{2,x}| = |v_{1,y}| \quad (1,0 \text{ p.})$$

Conform legii conservării impulsului, proiectate pe axa X:

$$3mv_{2,x} + mv_{3,x} = 0$$

$$mv_{3,x} = -3mv_{2,x} \text{ sau } v_{3,x}^2 = 9v_{1,y}^2 \quad (0,5 \text{ p.})$$

Conform legii conservării energiei:

$$8m \frac{v^2 \cos^2 \alpha}{2} + Q = 4m \frac{v_{1,y}^2 + v_{1,z}^2}{2} + 3m \frac{v_{2,x}^2 + v_{2,z}^2}{2} + m \frac{v_{3,x}^2 + v_{3,z}^2}{2} \quad (1,0 \text{ p.})$$

sau:

$$\frac{v^2 \cos^2 \alpha}{2} + \frac{Q}{8m} = 4 \frac{v_{1,y}^2 + v_{1,z}^2}{16} + 3 \frac{v_{1,y}^2 + v_{1,z}^2}{16} + \frac{9v_{1,y}^2 + v_{1,z}^2}{16}$$

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

CHIȘINĂU, 31 martie – 3 aprilie 2017

**Proba teoretică ORF 2017,**

**clasa a XI**

$$8gh + \frac{Q}{8m} = v_{1,y}^2 + \frac{v_{1,z}^2}{2}$$

$$8gh + \frac{Q}{8m} = 64gh + \frac{49}{8}gh$$

$$\frac{Q}{8m} = 62\frac{1}{8}gh \quad (0,5 \text{ p.})$$

**Problema 2**

**(10,0 p)**

A. Electroliza apei este descrisă prin reacția  $H_2O \rightarrow 2H^+ + O^{2-}$ ,  $2H^+ + 2e^- = H_2 \uparrow$ . Hidrogenul gazos cu volumul  $\Delta V$  s-a format la temperatura  $T$  și presiunea  $P$ , odată cu trecerea prin apă a curentului electric cu intensitatea  $I$  în intervalul de timp  $\Delta t$ .

1. Să se determine valoarea raportului  $\frac{e}{k_B}$ , unde  $e$  – sarcina electronului, iar  $k_B$  – constanta Boltzmann. (3,0 p)
2. Ce masă de hidrogen s-a obținut? (2,0 p)
3. La arderea a 2 g de hidrogen se degajă 0,29 MJ de căldură. La ce tensiune electrică  $U$  s-a realizat electroliza, dacă randamentul instalației de electroliză este de 75%? (2,0 p)

B. Aerul uscat are densitatea  $\rho = 1,2500 \text{ kg/m}^3$ . Masa apei în aerul umed constituie 2%. Presiunea și temperatura sunt constante. Să se determine densitatea  $\rho'$  a aerului umed, dacă se cunoaște masa molară a apei  $M_{H_2O} = 18,0 \text{ g/mol}$  și masa molară a aerului uscat  $M_{usc} = 28,8 \text{ g/mol}$ . Aerul se consideră gaz ideal. (3,0 p)

**1.B. Rezolvare:**

**Punctul 1.**

Pentru obținerea a  $\Delta N$  molecule de  $H_2$  este necesar, ca prin apă în procesul de electroliză să treacă sarcina electrică  $\Delta q = 2e\Delta N$ , de aceea intensitatea curentului:

$$J = \frac{\Delta q}{\Delta t} = \frac{2e\Delta N}{\Delta t} \quad (1,0 \text{ p.})$$

Utilizăm ecuația Mendeleev-Clapeyron  $p\Delta V = \Delta N k_B T$ , (0,5 p.)

obținem:

$$p\Delta V = J \frac{\Delta t}{2e} k_B T \quad (0,5 \text{ p.})$$

Prim urmare,

$$\frac{e}{k_B} = \frac{JT}{2p} \cdot \frac{\Delta t}{\Delta V} \quad (1,0 \text{ p.})$$

**Punctul 2.**

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

CHIȘINĂU, 31 martie – 3 aprilie 2017

**Proba teoretică ORF 2017,**

**clasa a XI**

Utilizăm relația

$$\Delta N k_B = \frac{m}{\mu} N_A k_B = \frac{m}{\mu} R \quad (1,0 \text{ p.})$$

Determinăm

$$m = \frac{\mu \Delta N}{N_A} = \frac{\mu J \Delta t}{2e N_A} \quad (1,0 \text{ p.})$$

**Punctul 3.**

Conform definiției randamentului:

$$\eta = \frac{Q}{U J \Delta t} = \frac{Q}{U 2e \Delta N} = \frac{Q}{2e \left(\frac{m}{\mu}\right) N_A U} \quad (1,5 \text{ p.})$$

De unde obținem:

$$U = \frac{Q}{2e \left(\frac{m}{\mu}\right) N_A \eta} = \frac{0,29 \cdot 10^6}{2 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \cdot (2/2) \cdot 6,02 \cdot 10^{23} \cdot 0,75} = 2 \text{ V} \quad (0,5 \text{ p.})$$

**2.B. Rezolvare:**

$$pV = \frac{m}{\mu} RT = \nu RT \quad (0,5 \text{ p.})$$

Atunci:

$$\frac{P}{RT} = \frac{\nu}{V} = \text{const} \Rightarrow \frac{\nu}{V} = \frac{\nu'}{V'} \text{ ori } \frac{\nu}{m/\mu} = \frac{\nu'}{m'/\mu'} \quad (0,5 \text{ p.})$$

De aceea

$$\rho' = \rho \left( \frac{\nu}{m} \cdot \frac{m'}{\nu'} \right)$$

$$\nu' = 0,98 \frac{m'}{M_{usc}} + 0,02 \frac{m'}{M_{H_2O}} \Rightarrow \frac{m'}{\nu'} = \frac{1}{0,98/M_{usc} + 0,02/M_{H_2O}} = \frac{M_{usc} M_{H_2O}}{0,98 M_{H_2O} + 0,02 M_{usc}} \quad (1,0 \text{ p.})$$

$$\frac{\nu}{m} = \frac{1}{M}$$

$$\text{Obținem: } \rho' = \rho \left( \frac{\nu}{m} \cdot \frac{m'}{\nu'} \right) = \rho \left( 0,98 + 0,02 \frac{M_{usc}}{M_{H_2O}} \right)^{-1} = \frac{1.2500}{0,98 + 0,02 \frac{28.8}{18.0}} = 1.2352 \text{ kg/m}^3 \quad (1,0 \text{ p.})$$

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

CHIȘINĂU, 31 martie – 3 aprilie 2017

**Proba teoretică ORF 2017,**

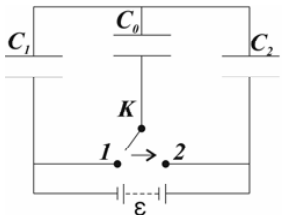
**clasa a XI**

**Problema 3**

**(10,0 p)**

A. Un vas în formă de cilindru cu raza  $R$ , este împlut cu lichid de densitate  $\rho$ . Pe fundul vasului se află un corp solid omogen în formă de disc cu densitatea  $\rho(1+n)$  (axa discului nu coincide cu axa vasului). Discul se află în contact cu cilindrul (aderă bine). Raza discului este  $r$ , iar înălțimea lui –  $h$ .

1. Ce forță de presiune se exercită asupra fundului vasului (sub disc), dacă înălțimea coloanei de lichid deasupra discului este  $H$ ? (0,5 p)
2. Vasul cu lichid având și corpul solid prezent în el, este adus în mișcare de rotație în jurul axei sale cu viteza unghiulară  $\omega$ . Să se determine forța, cu care discul acționează asupra vasului. (1,5 p)

B.  Ce cantitate de căldură se va degaja în circuitul electric la comutarea cheii  $K$  din poziția 1 în poziția 2? (3,0 p)

C. Începând mișcarea din poziția de repaus pe o circumferință, motociclistul tinde să atingă viteza maximă într-un timp minim. Ce parte a circumferinței o va parcurge motociclistul până în momentul, când va atinge viteza maximă? (5,0 p)

**3.A. Rezolvare:**

**Punctul 1.**

Deoarece discul aderă compact cu fundul vasului, forța Arhimede este nulă. Discul apasă asupra fundului vasului cu forța de presiune

$$F = \rho g h \pi r^2 (1+n) + \rho g H \pi r^2 = \rho g \pi r^2 (H + (1+n)h) \quad (0,5 \text{ p.})$$

**Punctul 2.**

La rotația împreună cu lichidul, discul se află la suprafața laterală a vasului. Componenta verticală a forței de presiune este

$$F_1 = \pi r^2 \rho (1+n) g h \quad (0,3 \text{ p.})$$

Lichidul care este dezlocuit de disc, ar acționa asupra peretelui vasului cu forța:

$$F_L = m_L \frac{v^2}{R-r} = m_L \omega^2 (R-r) = \rho \pi r^2 h \omega^2 (R-r) \quad (0,3 \text{ p.})$$

Discul care s-ar fi rotit în vasul gol, ar acționa asupra peretelui vasului cu forța:

$$F_d = m_d \omega^2 (R-r) = \rho (n+1) \pi r^2 h \omega^2 (R-r) \quad (0,3 \text{ p.})$$

Diferența dintre forțele  $F_d$  și  $F_L$  este egală cu componenta orizontală a forței de presiune a discului asupra peretelui vasului considerând că el se rotește în lichid:

$$F_2 = F_d - F_L = \rho n \pi r^2 h \omega^2 (R-r) \quad (0,3 \text{ p.})$$

Forța de presiune totală este:

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

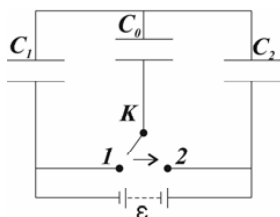
CHIȘINĂU, 31 martie – 3 aprilie 2017

**Proba teoretică ORF 2017,**

**clasa a XI**

$$F = \sqrt{F_1^2 + F_2^2} = \pi r^2 \rho h \sqrt{\left(1 + n + \frac{H}{h}\right)^2 g^2 + n^2 \omega^4 (R - r)^2} \quad (0,3 \text{ p.})$$

**3.B. Rezolvare:**



**Rezolvare**

Fie că la comutarea cheii  $K$  din poziția 1 în 2, prin FEM  $\varepsilon$  trece cantitatea de sarcină electrică  $\Delta q$ . Lucrul FEM se utilizează pentru modificarea energiei condensatoarelor și degajarea de căldură:

$$\varepsilon \Delta q = Q + W^{(2)} - W^{(1)} \quad (0,25 \text{ p.})$$

În poziția 1 a cheii  $K$  avem  $W^{(1)} = \frac{1}{2} \varepsilon^2 C^{(1)}$ , unde  $C^{(1)}$  este capacitatea electrică a circuitului în poziția 1 a cheii:

$$\frac{1}{C^{(1)}} = \frac{1}{C_0 + C_1} + \frac{1}{C_2} = \frac{C_0 + C_1 + C_2}{C_2(C_0 + C_1)} \quad \text{ori} \quad C^{(1)} = \frac{C_2(C_0 + C_1)}{C_0 + C_1 + C_2} \quad (0,5 \text{ p.})$$

Sarcina  $q^{(1)}$  va fi:  $q^{(1)} = \varepsilon C^{(1)} = \varepsilon \frac{C_2(C_0 + C_1)}{C_0 + C_1 + C_2}$ , atunci sarcina electrică pe armăturile condensatorului  $C_1$  va fi:

$$q_1^{(1)} = q^{(1)} \frac{C_1}{C_0 + C_1} = \varepsilon \frac{C_1 C_2}{C_0 + C_1 + C_2} \quad (0,5 \text{ p.})$$

În poziția 2 a cheii  $K$  avem:  $W^{(2)} = \frac{1}{2} \varepsilon^2 C^{(2)}$ , unde  $C^{(2)}$  este capacitatea electrică a circuitului în poziția 2 a cheii:

$$\frac{1}{C^{(2)}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_0 + C_2} = \frac{C_0 + C_1 + C_2}{C_1(C_0 + C_2)} \quad \text{ori} \quad C^{(2)} = \frac{C_1(C_0 + C_2)}{C_0 + C_1 + C_2} \quad (0,5 \text{ p.})$$

Sarcina  $q^{(2)}$  va fi:  $q^{(2)} = \varepsilon C^{(2)} = \varepsilon \frac{C_1(C_0 + C_2)}{C_0 + C_1 + C_2}$ , atunci sarcina electrică pe armăturile condensatorului  $C_1$  va fi:

$$q_1^{(2)} = q^{(2)} = \varepsilon \frac{C_1(C_0 + C_2)}{C_0 + C_1 + C_2} \quad (0,5 \text{ p.})$$

$$\text{Obținem:} \quad \Delta q = q_1^{(2)} - q_1^{(1)} = \varepsilon \frac{C_1(C_0 + C_2)}{C_0 + C_1 + C_2} - \varepsilon \frac{C_1 C_2}{C_0 + C_1 + C_2} = \varepsilon \frac{C_0 C_1}{C_0 + C_1 + C_2}$$

Avem:

$$Q = \varepsilon^2 \left( \frac{C_0 C_1}{C_0 + C_1 + C_2} + \frac{1}{2} \frac{C_2(C_0 + C_1)}{C_0 + C_1 + C_2} - \frac{1}{2} \frac{C_1(C_0 + C_2)}{C_0 + C_1 + C_2} \right) = \frac{\varepsilon^2 C_0}{2} \frac{C_1 + C_2}{C_0 + C_1 + C_2} \quad (0,75 \text{ p.})$$

**3.C. Rezolvare:**

În proiecții pe axele normală și tangențială avem:

$$F_{fp} \sin \alpha = m a_n = m \frac{v^2}{R} \quad (1) \quad (1,0 \text{ p.})$$

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

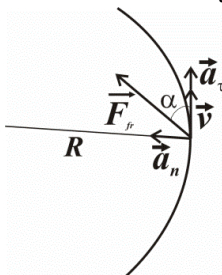
CHIȘINĂU, 31 martie – 3 aprilie 2017

**Proba teoretică ORF 2017,**

**clasa a XI**

$$F_{fr} \cos \alpha = ma_{\tau} = m \frac{dv}{dt} \quad (2)$$

(1,0 p.)



Vom deriva după timp ecuația (1):

$$F_{fr} \cos \alpha \frac{d\alpha}{dt} = \frac{2mv}{R} \frac{dv}{dt}$$

Atunci:

$$F_{fr} \cos \alpha = \frac{2mv}{R} \frac{dv}{dt} \cdot \frac{1}{\alpha'_{\tau}}$$

(1,0 p.)

Substituim în ecuația (2):

$$\frac{2mv}{R} \frac{dv}{dt} \cdot \frac{1}{\alpha'_{\tau}} = m \frac{dv}{dt} \quad \Rightarrow \quad \frac{d\alpha}{dt} = \frac{2v}{R} = 2\omega = 2 \frac{d\varphi}{dt}$$

(1,0 p.)

$$d\varphi = \frac{1}{2} d\alpha \quad \Rightarrow \quad \varphi_{\max} = \frac{1}{2} \alpha_{\max}$$

(0,25 p.)

În momentul atingerii vitezei maxime  $a_{\tau}$  devine 0 și în continuare motociclistul se va mișca cu accelerația  $\vec{a} = \vec{a}_n$ . De aceea

$$\alpha_{\max} = \frac{\pi}{2}, \text{ iar } \varphi_{\max} = \frac{\pi}{4}.$$

(0,5 p.)

Adică către momentul atingerii vitezei maxime motociclistul va parcurge  $\frac{\pi}{4} / 2\pi = \frac{1}{8}$  din circumferință.

(0,25 p.)

Probleme propuse de

**A. Cliucanov**, doctor habilitat în științe fizico-matematice, profesor universitar (Universitatea de Stat din Moldova);

**D. Nica**, doctor habilitat în științe fizice, conferențiar universitar (Universitatea de Stat din Moldova);

**S. Vatavu**, doctor în științe fizico-matematice, conferențiar universitar (Universitatea de Stat din Moldova).



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

CHIȘINĂU, 31 martie – 3 aprilie 2017

**Proba practică ORF 2017,**

**clasa a 11**

**Problemă**

**(20 puncte)**

**Tema: Studiul unui element galvanic modern „TOSHIBA” ( 20 puncte )**

**Cerințe:**

- *Formulele de calcul să conțină doar mărimile fizice măsurate și cele cunoscute;*
- *Fiecare etapă soluționată să fie introdusă în caseta corespunzătoare a foii pentru răspunsuri;*
- *În calcule și răspunsuri se va ține cont de cifrele semnificative și erorile instrumentale;*
- *După efectuarea lucrării toate materialele vor fi restituite supraveghetorului.*

**Introducere:**

Implementarea tehnologiilor moderne în industriile producătoare de telefoane mobile, smartfoane, notebook-uri, planșete, camere foto/video, roboți etc., necesită elemente galvanice în baza cărora sunt asamblate acumulate pentru alimentarea acestora. Performanțe energetice înalte și volum spațial minimal sunt cerințe de bază, care trebuie să satisfacă aceste acumulate. Din acest punct de vedere, studiul parametrilor energetici ai unui element galvanic actual și uzual prezintă interes deosebit. Cunoașterea acestora înlesnește selectarea practică a surselor de alimentare necesare și eficiente.

**Materiale și accesorii:**

1. Multimetru în regim de funcționare ampermetru –scala 10 A;
2. Multimetru în regim de funcționare voltmetru – scala 2 V;
3. Sursă galvanică de curent „TOSHIBA”;
4. 10 rezistoare de valori diferite;
5. Întrerupător monopolar;
6. 6 fire de conexiune cu terminale „crocodil”;
7. Hârtie milimetrică, format A4 - 2 foi.

**Enunțul subiectului:**

Montați un circuit electric serie simplu pentru a determina curentul debitat  $I$  și căderea de tensiune  $U$  pe unul din rezistoare din setul disponibil. Repetați măsurătorile intensităților și tensiunilor pentru toate celelalte rezistoare (în total 10). Este important de a menține parametrii energetici ai sursei cât mai intacti. Pentru aceasta se recomandă ca circuitul să fie închis de fiecare dată pe o durată cât mai scurtă, necesară pentru a lua valorile intensității curentului sau ale tensiunii. Rezistențele interioare ale ampermetrului și voltmetrului nu influențează semnificativ rezultatele măsurătorilor.

Problemă propusă de:

Nica Denis– doctor habilitat în științe fizice

Dușciac Viorel – doctor în științe fizico-matematice

Antoniuc Constantin – colaborator științific.

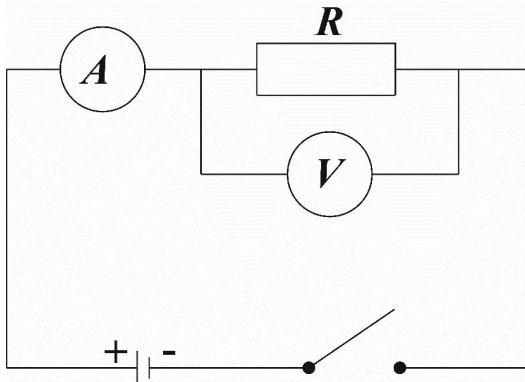
Universitatea de Stat din Moldova

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

CHIȘINĂU, 31 martie – 3 aprilie 2017

**Proba practică ORF 2017,**

**clasa a 11**

Foaie pentru Răspunsuri																									
N/o	Soluție	Punctaj Parțial	Punctaj Total																						
<b>1.</b>	<b>Parametri energetici ai elementului galvanic.</b>		<b>8 p.</b>																						
<b>1.1.</b>	<p><b>Prezentați grafic schema circuitului electric montat folosind simbolurile convenționale.</b></p>  <p style="text-align: right;"><i>Câte 0,1 punct pentru fiecare element unit corect.</i></p>	0,1 p.x 5	<b>0,5 p.</b>																						
<b>1.2.</b>	<p><b>Ordonati și prezentați valorile măsurătorilor într-un tabel.</b></p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td>I, A</td> <td>0.07</td> <td>0.10</td> <td>0.17</td> <td>0.21</td> <td>0.26</td> <td>0.28</td> <td>0.33</td> <td>0.36</td> <td>0.38</td> <td>0.40</td> </tr> <tr> <td>U, V</td> <td>1.20</td> <td>1.10</td> <td>0.86</td> <td>0.72</td> <td>0.54</td> <td>0.45</td> <td>0.33</td> <td>0.24</td> <td>0.18</td> <td>0.09</td> </tr> </table> <p><i>Câte 0,05 punct pentru fiecare pereche I și U măsurată.</i></p>	I, A	0.07	0.10	0.17	0.21	0.26	0.28	0.33	0.36	0.38	0.40	U, V	1.20	1.10	0.86	0.72	0.54	0.45	0.33	0.24	0.18	0.09	0,05 p.x 10	<b>0,5 p.</b>
I, A	0.07	0.10	0.17	0.21	0.26	0.28	0.33	0.36	0.38	0.40															
U, V	1.20	1.10	0.86	0.72	0.54	0.45	0.33	0.24	0.18	0.09															
<b>1.3.</b>	<p><b>Construiți pe hârtie milimetrică dependența <math>U=f(I)</math>, (caracteristica de sarcină a elementului.</b></p> <p><i>Câte 0,1 punct pentru fiecare punct corect.</i></p>	0,1 p.x 10	<b>1,0 p.</b>																						
<b>1.4.</b>	<p><b>Din graficul obținut determinați:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-tensiunea electromotoare <math>\mathcal{E}</math>, a sursei; <math>\mathcal{E} = 1.43 V</math></li> <li>-curentul de scurtcircuit <math>I_{sc}</math>; <math>I_{sc} = 0.43 A</math></li> </ul> <p><b>Calculați:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-rezistența interioară, <math>r</math> a sursei de curent;  <math display="block">I_{sc} = \frac{\mathcal{E}}{r}, r = \frac{\mathcal{E}}{I_{sc}} = \frac{1.43}{0.43} = 3.33\Omega</math> <div style="display: flex; justify-content: space-between; width: 100%;"> <span><i>0,25 p. – formula</i></span> <span><i>0,25 p. – calcule</i></span> </div> </li> <li>-puterea maximă <math>P_{max\ ext}</math> debitată în circuitul exterior.  <math display="block">P_{Max\ ext} = \frac{\mathcal{E}^2}{4r}, P_{Max\ ext} = \frac{1.43^2}{4 \cdot 3.33} = 0.154 W</math> <div style="display: flex; justify-content: space-between; width: 100%;"> <span><i>0,25 p. – formula</i></span> <span><i>0,25 p. – calcule</i></span> </div> </li> </ul>	0,5 p. 0,5 p. 0,5 p.	<b>2,0 p.</b>																						

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

CHIȘINĂU, 31 martie – 3 aprilie 2017

**Proba practică ORF 2017,**

**clasa a 11**

<b>1.5.</b>	<p><b>Estimați erorile absolute și relative a mărimilor <math>\mathcal{E}</math>, <math>I_{SC}</math>, <math>r</math> și <math>P_{Max\ ext}</math> și scrieți rezultatele finale corespunzătoare.</b></p> <p><math>\mathcal{E} = (1.430 \pm 0.010)V</math>; <math>\varepsilon_{\mathcal{E}} = 0.7\%</math></p> <p><math>I_{SC} = (0.430 \pm 0.010)A</math>; <math>\varepsilon_{I_{SC}} = 2.3\%</math></p> <p><math>\varepsilon_r = \frac{\Delta r}{r} = \frac{\Delta \mathcal{E}}{\mathcal{E}} + \frac{\Delta I_{SC}}{I_{SC}}</math>, <math>\varepsilon_r = 0.007 + 0.023 = 0.030</math></p> <p><math>\Delta r = \varepsilon_r \cdot r = 0.030 \cdot 3.33 = 0.10\Omega</math></p> <p><math>\Delta r = 0.10\Omega</math></p> <p><math>r = (3.33 \pm 0.10)\Omega</math> <math>\varepsilon_r = 3\%</math></p> <p><math>P_{Max\ ext} = \frac{\mathcal{E}^2}{4r}</math></p> <p><math>\varepsilon_{P_{Max\ ext}} = \frac{\Delta P_{Max\ ext}}{P_{Max\ ext}} = \frac{2\Delta \mathcal{E}}{\mathcal{E}} + \frac{\Delta r}{r}</math></p> <p><math>\varepsilon_{P_{Max\ ext}} = 2 \cdot 0.007 + 0.030 = 0.037</math></p> <p><math>\Delta P_{Max\ ext} = P_{Max\ ext} \cdot \varepsilon_{P_{Max\ ext}} = 0.154 \cdot 0.037 = 0.006W</math></p> <p><math>P_{Max\ ext} = (0.154 \pm 0.006)W</math> <math>\varepsilon_{P_{Max\ ext}} = 3.7\%</math></p>	<p>0,5 p. – eroarea absolută 0,5 p. – eroarea relativă</p> <p>1,0 p.</p> <p>0,5 p. – eroarea absolută 0,5 p. – eroarea relativă</p> <p>1,0 p.</p> <p>0,5 p. – eroarea absolută 0,5 p. – eroarea relativă</p> <p>1,0 p.</p>	<b>4,0 p.</b>																																																																																											
<b>2.</b>	<b>Regimul optimal de funcționare al elementului galvanic.</b>		<b>12 p.</b>																																																																																											
<b>2.1.</b>	<p><b>Selectați din graficul <math>U=f(I)</math> 12 puncte (corespunzător perechii <math>I</math> și <math>U</math>) la intervale egale pe axa curentului <math>I</math>, inclusive <math>I=0</math> și <math>I=I_{SC}</math>.</b></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-bottom: 10px;"> <thead> <tr> <th></th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> <th>5</th> <th>6</th> <th>7</th> <th>8</th> <th>9</th> <th>10</th> <th>11</th> <th>12</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><b>U, V</b></td> <td>1.43</td> <td>1.26</td> <td>1.10</td> <td>0.52</td> <td>0.76</td> <td>0.58</td> <td>0.42</td> <td>0.25</td> <td>0.09</td> <td>0.00</td> <td>1.33</td> <td>0.15</td> </tr> <tr> <td><b>I, A</b></td> <td>0.00</td> <td>0.05</td> <td>0.10</td> <td>0.15</td> <td>0.20</td> <td>0.25</td> <td>0.30</td> <td>0.35</td> <td>0.40</td> <td>0.43</td> <td>0.03</td> <td>0.38</td> </tr> </tbody> </table> <p><i>Câte 0,05 punct pentru fiecare pereche <math>I</math> și <math>U</math> selectată, dar nu mai mult de 0,5 puncte pentru toate 12.</i></p> <p><b>Calculați pentru fiecare din cele 12 perechi de <math>I</math> și <math>U</math> alese:</b></p> <p><b>- rezistența exterioră <math>R</math>,</b></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-bottom: 10px;"> <thead> <tr> <th></th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> <th>5</th> <th>6</th> <th>7</th> <th>8</th> <th>9</th> <th>10</th> <th>11</th> <th>12</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><b>R, <math>\Omega</math></b></td> <td><math>\infty</math></td> <td>25.20</td> <td>11.00</td> <td>6.13</td> <td>3.80</td> <td>2.32</td> <td>1.40</td> <td>0.71</td> <td>0.23</td> <td>0.00</td> <td>44.33</td> <td>0.40</td> </tr> </tbody> </table> <p><i>Câte 0,05 punct pentru fiecare <math>R</math> calculat, dar nu mai mult de 0,5 puncte pentru toate 12.</i></p> <p><b>- puterea debitată în circuitul exterior, <math>P_{ex}</math></b></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-bottom: 10px;"> <thead> <tr> <th></th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> <th>5</th> <th>6</th> <th>7</th> <th>8</th> <th>9</th> <th>10</th> <th>11</th> <th>12</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><b><math>P_{Max\ ext}</math>, W</b></td> <td>0.00</td> <td>0.063</td> <td>0.110</td> <td>0.138</td> <td>0.152</td> <td>0.145</td> <td>0.126</td> <td>0.088</td> <td>0.036</td> <td>0.00</td> <td>0.040</td> <td>0.057</td> </tr> </tbody> </table> <p><i>Câte 0,05 punct pentru fiecare <math>P_{Max\ ext}</math>, W calculat, dar nu mai mult de 0,5 puncte pentru toate 12 valori.</i></p>		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	<b>U, V</b>	1.43	1.26	1.10	0.52	0.76	0.58	0.42	0.25	0.09	0.00	1.33	0.15	<b>I, A</b>	0.00	0.05	0.10	0.15	0.20	0.25	0.30	0.35	0.40	0.43	0.03	0.38		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	<b>R, <math>\Omega</math></b>	$\infty$	25.20	11.00	6.13	3.80	2.32	1.40	0.71	0.23	0.00	44.33	0.40		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	<b><math>P_{Max\ ext}</math>, W</b>	0.00	0.063	0.110	0.138	0.152	0.145	0.126	0.088	0.036	0.00	0.040	0.057	<p>0,5 p.</p> <p>0,5 p.</p>	<b>2,0 p.</b>
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12																																																																																		
<b>U, V</b>	1.43	1.26	1.10	0.52	0.76	0.58	0.42	0.25	0.09	0.00	1.33	0.15																																																																																		
<b>I, A</b>	0.00	0.05	0.10	0.15	0.20	0.25	0.30	0.35	0.40	0.43	0.03	0.38																																																																																		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12																																																																																		
<b>R, <math>\Omega</math></b>	$\infty$	25.20	11.00	6.13	3.80	2.32	1.40	0.71	0.23	0.00	44.33	0.40																																																																																		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12																																																																																		
<b><math>P_{Max\ ext}</math>, W</b>	0.00	0.063	0.110	0.138	0.152	0.145	0.126	0.088	0.036	0.00	0.040	0.057																																																																																		

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

CHIȘINĂU, 31 martie – 3 aprilie 2017

**Proba practică ORF 2017,**

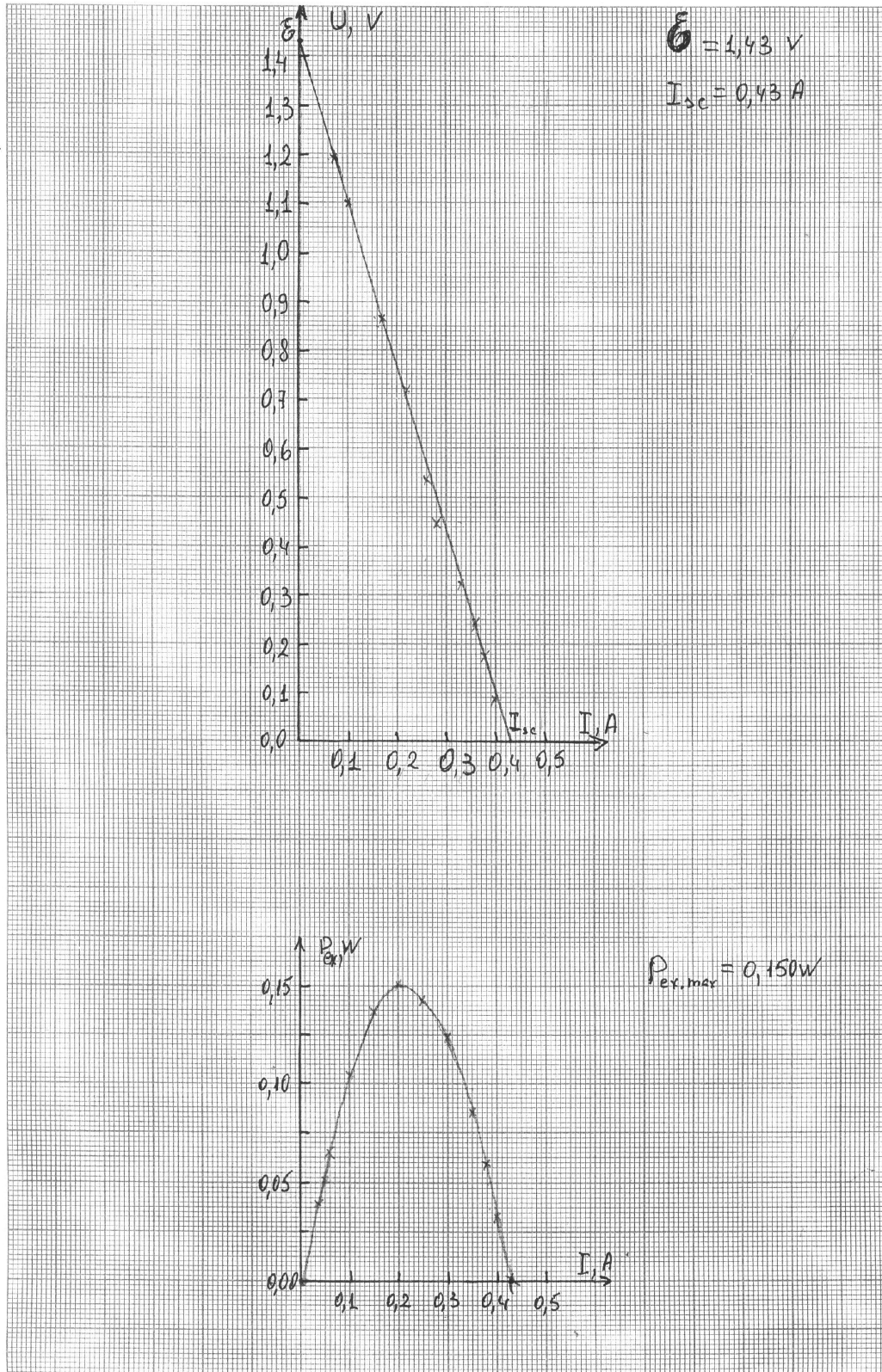
**clasa a 11**

	<p><b>- randamentul circuitului electric <math>\eta</math>.</b></p> <table border="1" style="width: 100%; text-align: center; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th></th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> <th>5</th> <th>6</th> <th>7</th> <th>8</th> <th>9</th> <th>10</th> <th>11</th> <th>12</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><math>\eta, \%</math></td> <td>100</td> <td>88</td> <td>77</td> <td>65</td> <td>53</td> <td>41</td> <td>30</td> <td>18</td> <td>7</td> <td>0</td> <td>93</td> <td>11</td> </tr> </tbody> </table> <p><i>Câte 0,05 punct pentru fiecare <math>\eta</math> calculat, dar nu mai mult de 0,5 puncte pentru toate 12 valori.</i></p>		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	$\eta, \%$	100	88	77	65	53	41	30	18	7	0	93	11	0,5 p.																																																					
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12																																																																					
$\eta, \%$	100	88	77	65	53	41	30	18	7	0	93	11																																																																					
2.2.	<p><b>Ordonăți și prezentați toate mărimile <math>U, I, P_{ex}, R</math> și <math>\eta</math> din 2.1 într-un tabel.</b></p> <table border="1" style="width: 100%; text-align: center; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th></th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> <th>5</th> <th>6</th> <th>7</th> <th>8</th> <th>9</th> <th>10</th> <th>11</th> <th>12</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><math>U, V</math></td> <td>1.43</td> <td>1.26</td> <td>1.10</td> <td>0.52</td> <td>0.76</td> <td>0.58</td> <td>0.42</td> <td>0.25</td> <td>0.09</td> <td>0.00</td> <td>1.33</td> <td>0.15</td> </tr> <tr> <td><math>I, A</math></td> <td>0.00</td> <td>0.05</td> <td>0.10</td> <td>0.15</td> <td>0.20</td> <td>0.25</td> <td>0.30</td> <td>0.35</td> <td>0.40</td> <td>0.43</td> <td>0.03</td> <td>0.38</td> </tr> <tr> <td><math>R, \Omega</math></td> <td><math>\infty</math></td> <td>25.20</td> <td>11.00</td> <td>6.13</td> <td>3.80</td> <td>2.32</td> <td>1.40</td> <td>0.71</td> <td>0.23</td> <td>0.00</td> <td>44.33</td> <td>0.40</td> </tr> <tr> <td><math>P_{Max\ ext}, W</math></td> <td>0.00</td> <td>0.063</td> <td>0.110</td> <td>0.138</td> <td>0.152</td> <td>0.145</td> <td>0.126</td> <td>0.088</td> <td>0.036</td> <td>0.00</td> <td>0.040</td> <td>0.057</td> </tr> <tr> <td><math>\eta, \%</math></td> <td>100</td> <td>88</td> <td>77</td> <td>65</td> <td>53</td> <td>41</td> <td>30</td> <td>18</td> <td>7</td> <td>0</td> <td>93</td> <td>11</td> </tr> </tbody> </table>		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	$U, V$	1.43	1.26	1.10	0.52	0.76	0.58	0.42	0.25	0.09	0.00	1.33	0.15	$I, A$	0.00	0.05	0.10	0.15	0.20	0.25	0.30	0.35	0.40	0.43	0.03	0.38	$R, \Omega$	$\infty$	25.20	11.00	6.13	3.80	2.32	1.40	0.71	0.23	0.00	44.33	0.40	$P_{Max\ ext}, W$	0.00	0.063	0.110	0.138	0.152	0.145	0.126	0.088	0.036	0.00	0.040	0.057	$\eta, \%$	100	88	77	65	53	41	30	18	7	0	93	11	0,5 p. 0,5 p. 0,5 p.	<b>1,5 p.</b>
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12																																																																					
$U, V$	1.43	1.26	1.10	0.52	0.76	0.58	0.42	0.25	0.09	0.00	1.33	0.15																																																																					
$I, A$	0.00	0.05	0.10	0.15	0.20	0.25	0.30	0.35	0.40	0.43	0.03	0.38																																																																					
$R, \Omega$	$\infty$	25.20	11.00	6.13	3.80	2.32	1.40	0.71	0.23	0.00	44.33	0.40																																																																					
$P_{Max\ ext}, W$	0.00	0.063	0.110	0.138	0.152	0.145	0.126	0.088	0.036	0.00	0.040	0.057																																																																					
$\eta, \%$	100	88	77	65	53	41	30	18	7	0	93	11																																																																					
2.3.	<p style="text-align: center;"><i>1,0 p.      1,0 p.      1,0 p.</i></p> <p><b>Construiți pe hârtie milimetrică dependențele <math>P_{ex}=f(I), P_{ex}=f(R)</math> și <math>\eta=f(R)</math>.</b>  <i>Câte 0,1 punct pentru fiecare punct corect</i></p>	0,1 p.x 10 x 3	<b>3,0 p.</b>																																																																														
2.4	<p><b>Determinați din graficile <math>P_{ex}=f(I)</math> și <math>P_{ex}=f(R)</math> valorile pentru <math>P_{max\ ex}</math> și comparați-le cu valoarea corespunzătoare <math>P_{max\ ex}</math> obținută în 1.4.</b></p> <p>Din <math>P_{ext} = P_{ext}(I)</math>: <math>P_{Max\ ext} = 0.150W</math> ;  Din <math>P_{ext} = P_{ext}(R)</math>: <math>P_{Max\ ext} = 0.150W</math> ;</p> <p><b>Trageți concluzia de rigoare:</b>  În limitele erorilor pentru mărimile <math>P_{Max\ ext}</math> se obține aceeași valoare</p>	1,0 p.  1,0 p.	<b>2,0 p.</b>																																																																														
2.5.	<p><b>Calculați randamentul circuitului electric pentru cazul când puterea debitată în circuitul exterior este maximă.</b></p> <p>Pentru <math>P_{Max\ ext} R = r = 3.3\Omega</math></p> $\eta_{P_{Max\ ext}} = \frac{R}{R+r} = \frac{R}{2R} = \frac{1}{2} = 0.5 = 50\%$	0,25 p.  0,25 p.	<b>0,5 p.</b>																																																																														
2.6.	<p><b>Trageți 3 concluzii utile în practică referitoare la regimul de funcționare al elementului galvanic studiat:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Pentru <math>R = r</math> sursa debitează putere maximă <math>P_{Max\ ext} = \frac{\mathcal{E}^2}{4r}</math> și poate fi utilizată ca sursă de energie cu randamentul <math>\eta_{P_{Max\ ext}} = 50\%</math> .</li> <li>2. Pentru <math>R \ll r</math> sursa poate funcționa în regim de sursă de curent cu intensitatea <math>I \approx \frac{\mathcal{E}}{r}</math></li> <li>3. Pentru <math>R \gg r</math> sursa poate funcționa în regim de sursă de tensiune cu intensitatea <math>I \approx \frac{\mathcal{E}}{R}</math></li> </ol>	1,0 p.  1,0 p.  1,0 p.	<b>3,0 p.</b>																																																																														

Ministerul Educației al Republicii Moldova  
Agenția Națională pentru Curriculum și Evaluare  
**OLIMPIADA REPUBLICANĂ LA FIZICĂ, EDIȚIA LIII**  
CHIȘINĂU, 31 martie – 3 aprilie 2017

Proba practică ORF 2017,

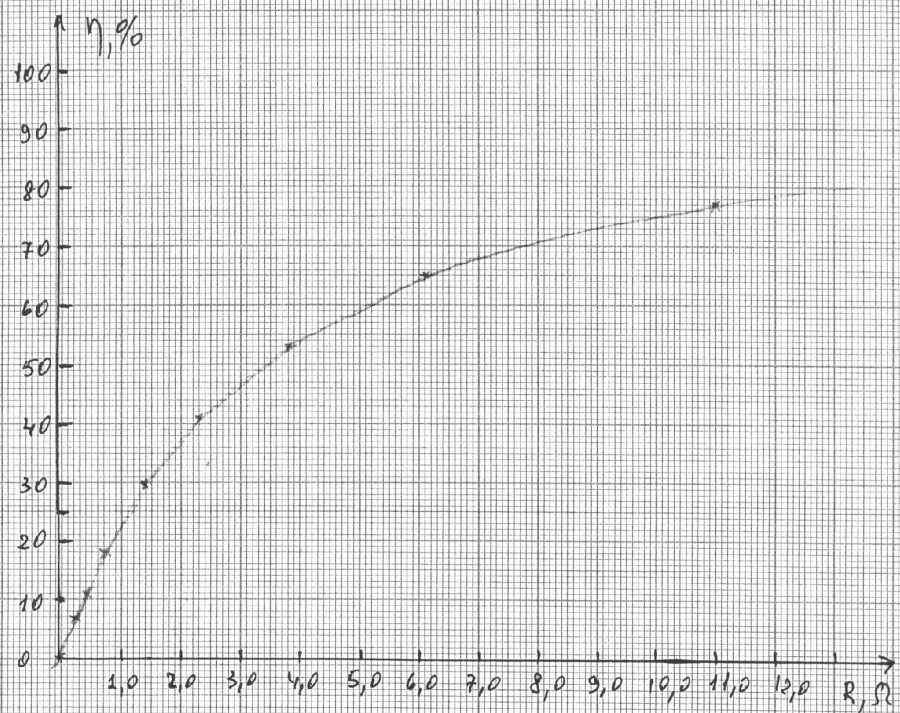
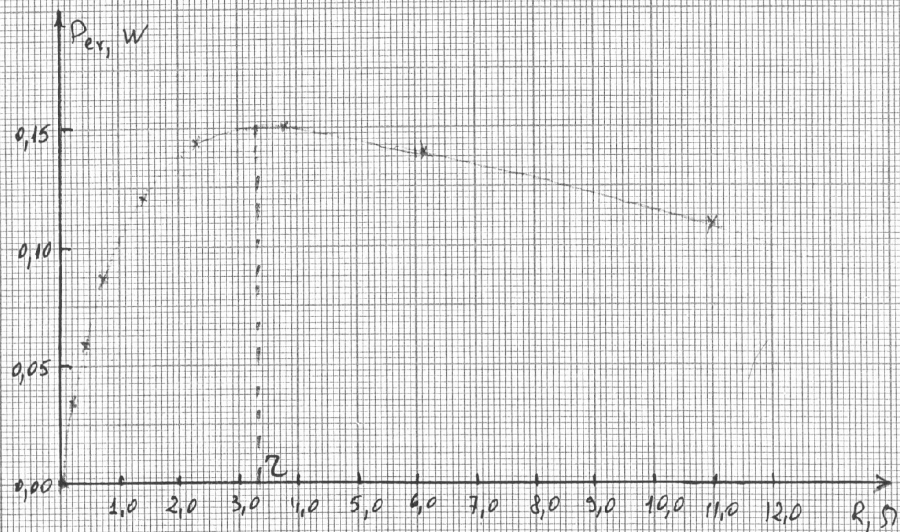
clasa a 11



Ministerul Educației al Republicii Moldova  
Agenția Națională pentru Curriculum și Evaluare  
**OLIMPIADA REPUBLICANĂ LA FIZICĂ, EDIȚIA LIII**  
CHIȘINĂU, 31 martie – 3 aprilie 2017

Proba practică ORF 2017,

clasa a 11



Ministerul Educației al Republicii Moldova  
 Agenția Națională pentru Curriculum și Evaluare  
**ЛІІІ РЕСПУБЛІКАНСКАЯ ОЛИМПІАДА ПО ФІЗИКЕ**

КИШИНЬОВ, 31 марта – 3 апреля 2017

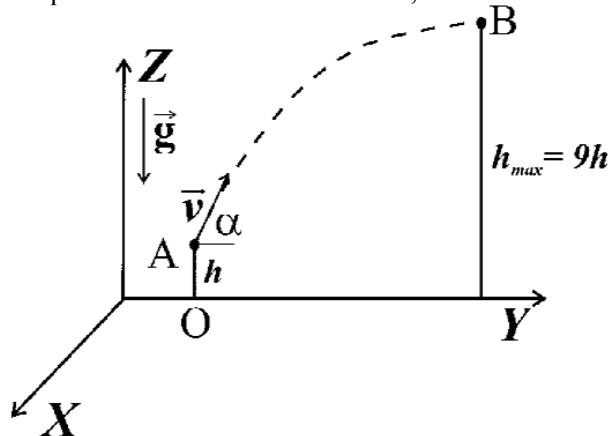
**Теоретический тур РОФ 2017,**

**XI класс**

**Задача 1**

**(10,0 б)**

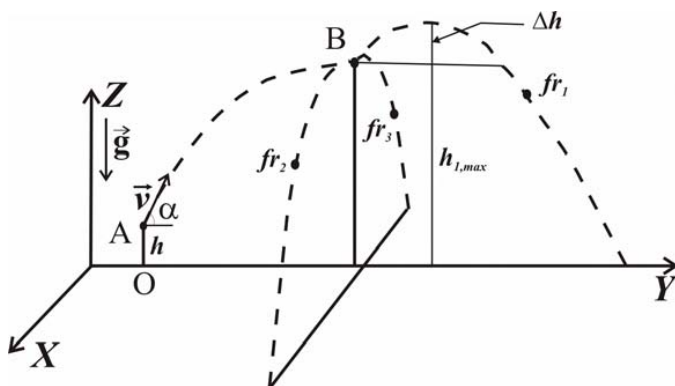
Из точки  $A$ , находящейся на высоте  $h$  над землей, под углом  $\alpha = \pi/4$  к горизонту стреляет пушка. Достигнув максимальной высоты подъема  $h_{max} = 9h$ , снаряд разрывается на три осколка. Траектория осколка  $1$  остается в той же самой плоскости, что и траектория снаряда, а траектории осколков  $2$  и  $3$  лежат в плоскости перпендикулярной плоскости траектории снаряда. Известно, что масса осколка  $1$  в 4 раза больше массы осколка  $3$ , а масса осколка  $2$  в 3 раза больше массы осколка  $3$ .



Пренебрегая трением о воздух, определите:

1. Величину и направление проекции начальной скорости осколка  $1$  на ось  $Y$ ; (1,5 б)
2. Величину и направление проекций начальных скоростей осколков  $2$  и  $3$  на ось  $Z$ , если известно, что время полета этих осколков одинаковое и в 2 раза меньше времени полета снаряда; (2,5 б)
3. Максимальную высоту подъема осколка  $1$  (относительно Земли) и расстояние от места его падения до точки  $O$ ; (3,0 б)
4. Отношение энергии  $Q$ , переданной взрывом осколкам, к их массе, если известно, что в точке разрыва модули начальных скоростей осколков  $1$  и  $2$  равны между собой. (3,0 б)

**Решение:**



Пусть  $m$  – это масса осколка  $3$ , тогда масса осколка  $1$  –  $4m$ , масса осколка  $2$  –  $3m$ , а масса снаряда  $8m$ .

Ministerul Educației al Republicii Moldova  
Agenția Națională pentru Curriculum și Evaluare  
**LIІІ РЕСПУБЛИКАНСКАЯ ОЛИМПИАДА ПО ФИЗИКЕ**

КИШИНЁВ, 31 марта – 3 апреля 2017

**Теоретический тур РОФ 2017,**

**XI класс**

**1.1)**

Импульс снаряда при разрыве полностью передается осколкам, поэтому:

$$8m\vec{v} = 4m\vec{v}_1 + 3m\vec{v}_2 + m\vec{v}_3$$

$$8\vec{v} = 4\vec{v}_1 + 3\vec{v}_2 + \vec{v}_3 \quad (0,5 \text{ б})$$

Проектируя закон сохранения импульса на ось  $Y$  получим:

$8m \cdot v \cdot \cos\alpha = 4m \cdot v_{1,y}$ , где  $v$  – модуль начальной скорости снаряда, а  $v_{1,y}$  – искомая проекция.

По закону сохранения энергии:  $\frac{8mv_y^2}{2} + \frac{8mv_z^2}{2} = \frac{8mv^2}{2} + 8m \cdot g \cdot 8h$ , то есть  $v^2 \cdot \sin^2\alpha = 16gh$  или  $v \cdot \sin\alpha = 4\sqrt{gh}$ . (0,5 б)

При  $\alpha = \pi/4$ ,  $\cos\alpha = \sin\alpha$ .

Поэтому  $v_{1,y} = 8\sqrt{gh}$  и проекция направлена в положительную сторону оси  $Y$ . (0,5 б)

**1.2)**

Время полета снаряда определяется по формуле:  $t = \frac{v \cdot \cos\alpha}{g} = 4\sqrt{h/g}$ . (0,5 б)

Тогда  $t_2 = t_3 = 2\sqrt{h/g}$ ;

Закон движения осколка 2 вдоль оси  $Z$  имеет вид  $z_k - z_0 = v_{2,z} \cdot t_2 - \frac{gt_2^2}{2}$ , (1,0 б)

поэтому

$$-9h = v_{2,z} \cdot t_2 - \frac{gt_2^2}{2}$$

$$v_{2,z} = \left( \frac{4hg}{g \cdot 2} - 9h \right) \frac{1}{2\sqrt{h/g}} = -\frac{7}{2}\sqrt{hg}$$

$$v_{2,z} = v_{3,z} = -\frac{7}{2}\sqrt{hg} \quad (1,0 \text{ б})$$

Так как  $v_{2,z}$  и  $v_{3,z}$  – отрицательные, то проекции скорости направлены вниз по направлению  $\vec{g}$ .

**1.3)**

Проектируя закон сохранения импульса на ось  $Z$ , получим:

$$4m \cdot v_{1,z} + 3m \cdot v_{2,z} + m \cdot v_{3,z} = 0;$$

$$4m \cdot v_{1,z} = -3m \cdot v_{2,z} - m \cdot v_{3,z};$$

$$v_{1,z} = -v_{2,z} = \frac{7}{2}\sqrt{hg} \quad (1,0 \text{ б})$$

Проекция скорости направлена вверх (против  $\vec{g}$ ), поэтому осколок 1 после разрыва начнет сначала подниматься до максимальной высоты  $h_{1,max} = 9h + \Delta h$ , а затем начнет падать.

Найдем время поднятия на высоту  $\Delta h$ :  $t_n = v_{1,z}/g = \frac{7}{2}\sqrt{h/g}$

$$h_{1,max} = 9h + \Delta h = 9h + \frac{7}{2}\sqrt{hg} \cdot \frac{7}{2}\sqrt{h/g} - \frac{49 \cdot g \cdot h}{8g} = 9h + \frac{49}{8}h = \frac{121}{8}h = 15\frac{1}{8}h; \quad (1,0 \text{ б})$$



Ministerul Educației al Republicii Moldova  
Agenția Națională pentru Curriculum și Evaluare  
**ЛІІІ РЕСПУБЛІКАНСКАЯ ОЛИМПІАДА ПО ФІЗИКЕ**

КИШИНЬ, 31 марта – 3 апреля 2017

**Теоретический тур РОФ 2017,**

**XI класс**

Расстояние от места падения осколка до точки 0 равно:

$$S = v \cos \alpha \cdot t + v_{1,y} \cdot t_1,$$

$$\text{где } t_1 = t_n + \sqrt{\frac{2 \cdot h_{1,\max}}{g}} = 9\sqrt{h/g};$$

$$S = 4\sqrt{gh} \cdot 4\sqrt{h/g} + 8\sqrt{gh} \cdot 9\sqrt{h/g} = 88 \cdot h. \quad (1,0 \text{ б})$$

**1.4)**

Квадрат модуля скорости первого осколка:

$$v_1^2 = v_{1,y}^2 + v_{1,z}^2$$

Квадрат модуля скорости второго осколка:

$$v_2^2 = v_{2,x}^2 + v_{2,z}^2 = v_{2,x}^2 + v_{1,z}^2$$

$$\text{Так как по условию } v_1 = v_2, \text{ то } v_{2,x}^2 = v_{1,y}^2 \text{ или } |v_{2,x}| = |v_{1,y}|. \quad (1,0 \text{ б})$$

По закону сохранения импульса, спроектированного на ось  $X$ :

$$3m \cdot v_{2,x} + m \cdot v_{3,x} = 0;$$

$$v_{3,x} = -3v_{2,x} \text{ или } v_{3,x}^2 = 9v_{1,y}^2. \quad (0,5 \text{ б})$$

По закону сохранения энергии:

$$8m \cdot \frac{v^2 \cos^2 \alpha}{2} + Q = 4m \cdot \frac{v_{1,y}^2 + v_{1,z}^2}{2} + 3m \cdot \frac{v_{2,x}^2 + v_{2,z}^2}{2} + m \cdot \frac{v_{3,x}^2 + v_{3,z}^2}{2} \quad (1,0 \text{ б})$$

или:

$$\frac{v^2 \cos^2 \alpha}{2} + \frac{Q}{8m} = 4 \frac{v_{1,y}^2 + v_{1,z}^2}{16} + 3 \frac{v_{1,y}^2 + v_{1,z}^2}{16} + \frac{9v_{1,y}^2 + v_{1,z}^2}{16}$$

$$8gh + \frac{Q}{8m} = v_{1,y}^2 + \frac{v_{1,z}^2}{2}$$

$$8gh + \frac{Q}{8m} = 64gh + \frac{49}{8}gh$$

$$\frac{Q}{8m} = 62 \frac{1}{8}gh \quad (0,5 \text{ б})$$

Ministerul Educației al Republicii Moldova  
 Agenția Națională pentru Curriculum și Evaluare  
**LIІІ РЕСПУБЛИКАНСКАЯ ОЛИМПИАДА ПО ФИЗИКЕ**

КИШИНЁВ, 31 марта – 3 апреля 2017

**Теоретический тур РОФ 2017,**

**XI класс**

**Задача 2** **(10,0 б)**

A. Электролиз воды описывается реакцией:  $H_2O \rightarrow 2H^+ + O^{2-}$ ,  $2H^+ + 2e^- = H_2 \uparrow$ . Газообразный водород в объеме  $\Delta V$  образовался при температуре  $T$  и давлении  $P$  при прохождении через воду электрического тока силы  $I$  за время  $\Delta t$ .

1. Определите отношение  $\frac{e}{k_B}$ , где  $e$  – заряд электрона,  $k_B$  – постоянная Больцмана; (3,0 б)
2. Чему равна масса полученного водорода? (2,0 б)
3. При сгорании 2 г водорода выделяется 0,29 МДж тепла. При каком напряжении  $U$  производился электролиз, если КПД установки 75%? (2,0 б)

B. Сухой воздух имеет плотность  $\rho = 1,2500 \text{ кг/м}^3$ . Влажный воздух содержит 2%  $H_2O$  (по массе). Давление и температура постоянны. Найдите плотность влажного воздуха  $\rho'$ , если известно, что молярный вес воды  $M_{H_2O} = 18,0 \text{ г/моль}$ , а молярный вес сухого воздуха  $M_{\text{сух}} = 28,8 \text{ г/моль}$ . Считайте, что воздух – идеальный газ. (3,0 б)

**2A. Решение:**

1) Для получения  $\Delta N$  молекул водорода  $H_2$  требуется, чтобы через воду при электролизе прошел заряд

$$\Delta q = 2e \Delta N, \text{ а следовательно, ток } I = \frac{\Delta q}{\Delta t} = \frac{2e \Delta N}{\Delta t} \quad (1 \text{ б})$$

Используя уравнение Менделеева-Клапейрона  $P \Delta V = \Delta N k_B T$ , (0,5 б)

находим:  $P \Delta V = \frac{I \Delta t}{2e} k_B T$  (0,5 б)

Следовательно:  $\frac{e}{k_B} = \frac{I \cdot T}{2P} \frac{\Delta t}{\Delta V}$  (1 б)

2) Используя соотношение  $\frac{\Delta N}{N_A} = \frac{m}{\mu}$  (1 б)

находим  $m = \frac{\mu \Delta N}{N_A} = \frac{\mu I \Delta t}{2e N_A}$  (1 б)

3) По определению КПД  $\eta = \frac{Q}{U I \Delta t} = \frac{Q}{U 2e \Delta N} = \frac{Q}{2em / \mu N_A U}$  (1,5 б)

$$U = \frac{Q}{2em / \mu N_A \eta} = \frac{0,29 \cdot 10^6}{2 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 2 / 2 \cdot 6,02 \cdot 10^{23} \cdot 0,75} = 2 \text{ В} \quad (0,5 \text{ б})$$

Ministerul Educației al Republicii Moldova  
Agenția Națională pentru Curriculum și Evaluare  
**ЛІІІ РЕСПУБЛІКАНСКАЯ ОЛИМПІАДА ПО ФІЗИКЕ**

КИШИНЬ, 31 марта – 3 апреля 2017

**Теоретический тур РОФ 2017,**

**XI класс**

**2.B. Решение:**

$$PV = \frac{m}{M}RT = \nu RT \quad (0,5 \text{ б})$$

$$\text{Тогда } \frac{P}{RT} = \frac{\nu}{V} = \text{const} \rightarrow \frac{\nu}{V} = \frac{\nu'}{V'} \text{ или } \frac{\nu}{m/\rho} = \frac{\nu'}{m'/\rho'} \quad (0,5 \text{ б})$$

$$\text{Поэтому } \rho' = \rho \left( \frac{\nu}{m} \cdot \frac{m'}{\nu'} \right)$$

$$\nu' = 0,98 \frac{m'}{M_{\text{сух}}} + 0,02 \frac{m'}{M_{\text{H}_2\text{O}}} \rightarrow \frac{m'}{\nu'} = \frac{1}{0,98/M_{\text{сух}} + 0,02/M_{\text{H}_2\text{O}}} = \frac{M_{\text{сух}}M_{\text{H}_2\text{O}}}{0,98M_{\text{H}_2\text{O}} + 0,02M_{\text{сух}}} \quad (1,0 \text{ б})$$

$$\frac{\nu}{m} = \frac{1}{M_{\text{сух}}},$$

$$\text{Тогда } \rho' = \rho \left( \frac{\nu}{m} \cdot \frac{m'}{\nu'} \right) = \rho \left( 0,98 + 0,02 \frac{M_{\text{сух}}}{M_{\text{H}_2\text{O}}} \right)^{-1} = \frac{1,2500}{0,98 + 0,02 \frac{28,8}{18,0}} \approx 1,2352. \quad (1,0 \text{ б})$$

Ministerul Educației al Republicii Moldova  
**Agenția Națională pentru Curriculum și Evaluare**  
**LIИ РЕСПУБЛИКАНСКАЯ ОЛИМПИАДА ПО ФИЗИКЕ**

КИШИНЁВ, 31 марта – 3 апреля 2017

**Теоретический тур РОФ 2017,**

**XI класс**

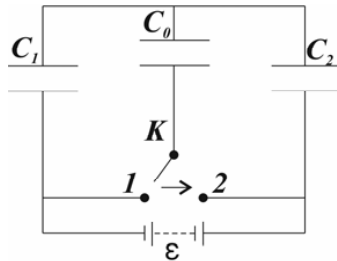
**Задача 3**

**(10,0 б)**

A. Сосуд в форме цилиндра радиуса  $R$  заполнен жидкостью плотности  $\rho$ . В сосуде, плотно прилегающая к его дну, лежит цилиндрическая шайба плотности  $\rho(1+n)$  (ось шайбы не совпадает с осью цилиндра). Радиус шайбы  $r$ , высота  $h$ .

1. Чему равна сила давления на дно сосуда под шайбой, если высота столба жидкости над шайбой равна  $H$ ? (0,5 б)
2. Сосуд приводят во вращательное движение вокруг оси цилиндра с угловой скоростью  $\omega$ . Найдите силу, с которой шайба давит на сосуд при вращении вместе с жидкостью. (1,5 б)

B.



Какое количество тепла выделится в цепи после переключения ключа  $K$  из положения 1 в положение 2? (3,0 б)

C. Трогаясь с места при движении по кругу, мотоциклист стремится как можно быстрее набрать скорость. Какую часть круга он пройдет к моменту достижения максимальной скорости? (5,0 б)

**3.A. Решение:**

Так как шайба плотно прилегает ко дну сосуда, сила Архимеда равна 0 и

$$F = \rho g h \pi r^2 (1+n) + \rho g H \pi r^2 = \rho g \pi r^2 (H + (1+n)h) \quad (0,5 \text{ б})$$

2. При вращении вместе с жидкостью шайба находится у боковой поверхности сосуда. Вертикальная компонента силы давления  $F_1 = \rho g \pi r^2 (H + (1+n)h)$ . (0,3 б)

Жидкость в объеме шайбы давила бы на стенку сосуда с силой:

$$F_{ж} = m_{ж} \frac{v^2}{R-r} = m_{ж} \omega^2 (R-r) = \rho \pi r^2 h \omega^2 (R-r). \quad (0,3 \text{ б})$$

Шайба, вращаясь в пустом сосуде, давила бы на его стенку силой:

$$F_{ш} = m_{ш} \omega^2 (R-r) = \rho(n+1) \pi r^2 h \omega^2 (R-r). \quad (0,3 \text{ б})$$

Разница сил  $F_{ш}$  и  $F_{ж}$  равна искомой горизонтальной компоненте силы давления шайбы на стенку сосуда при условии ее вращения в жидкости:

$$F_2 = F_{ш} - F_{ж} = \rho n \pi r^2 h \omega^2 (R-r). \quad (0,3 \text{ б})$$

Полная сила давления шайбы равна:

$$F = \sqrt{F_1^2 + F_2^2} = \pi r^2 \rho h \sqrt{\left(1+n + \frac{H}{h}\right)^2 g^2 + n^2 \omega^4 (R-r)^2} \quad (0,3 \text{ б})$$

Ministerul Educației al Republicii Moldova  
 Agenția Națională pentru Curriculum și Evaluare  
**LIІІ РЕСПУБЛИКАНСКАЯ ОЛИМПИАДА ПО ФИЗИКЕ**

КИШИНЁВ, 31 марта – 3 апреля 2017

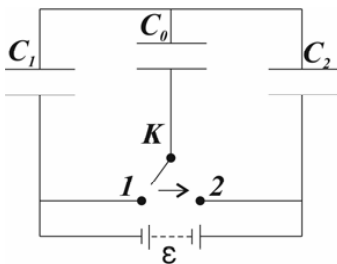
**Теоретический тур РОФ 2017,**

**XI класс**

**3.B. Решение:**

Пусть при переключении ключа через батарею  $\varepsilon$  протекает заряд  $\Delta q$ . Работа ЭДС расходуется на изменение энергии конденсаторов и на выделение тепла:

$$\varepsilon \cdot \Delta q = Q + W^{(2)} - W^{(1)}. \quad (0,25 \text{ б})$$



В положение ключа 1 имеем  $W^{(1)} = \frac{1}{2} \varepsilon^2 c^{(1)}$ , где  $c^{(1)}$  - емкость цепи в положении (1):

$$\frac{1}{c^{(1)}} = \frac{1}{c_0 + c_1} + \frac{1}{c_2} = \frac{c_0 + c_1 + c_2}{c_2(c_0 + c_1)} \quad \text{или} \quad c^{(1)} = \frac{c_2(c_0 + c_1)}{c_0 + c_1 + c_2}. \quad (0,5 \text{ б})$$

Заряд  $q^{(1)} = \varepsilon c^{(1)} = \varepsilon \frac{c_2(c_0 + c_1)}{c_0 + c_1 + c_2}$ , тогда заряд на обкладках конденсатора  $c_1$  будет следующим:

$$q_1^{(1)} = q^{(1)} \frac{c_1}{c_0 + c_1} = \varepsilon \frac{c_1 c_2}{c_0 + c_1 + c_2}. \quad (0,5 \text{ б})$$

В положение ключа 2 имеем  $W^{(2)} = \frac{1}{2} \varepsilon^2 c^{(2)}$ , где  $c^{(2)}$  - емкость цепи в положении (2):

$$\frac{1}{c^{(2)}} = \frac{1}{c_1} + \frac{1}{c_0 + c_2} = \frac{c_0 + c_1 + c_2}{c_1(c_0 + c_2)} \quad \text{или} \quad c^{(2)} = \frac{c_1(c_0 + c_2)}{c_0 + c_1 + c_2}. \quad (0,5 \text{ б})$$

Заряд  $q^{(2)} = \varepsilon c^{(2)} = \varepsilon \frac{c_1(c_0 + c_2)}{c_0 + c_1 + c_2}$ , тогда заряд на обкладках конденсатора  $c_1$  будет следующим:

$$q_1^{(2)} = q^{(2)} = \varepsilon \frac{c_1(c_0 + c_2)}{c_0 + c_1 + c_2}. \quad (0,5 \text{ б})$$

$$\text{Тогда: } \Delta q = q_1^{(2)} - q_1^{(1)} = \varepsilon \left( \frac{c_1(c_0 + c_2)}{c_0 + c_1 + c_2} - \frac{c_1 c_2}{c_0 + c_1 + c_2} \right) = \varepsilon \frac{c_0 c_1}{c_0 + c_1 + c_2}.$$

Ministerul Educației al Republicii Moldova  
 Agenția Națională pentru Curriculum și Evaluare  
**ЛІІІ РЕСПУБЛІКАНСКАЯ ОЛИМПІАДА ПО ФІЗИКЕ**

КИШИНЬ, 31 марта – 3 апреля 2017

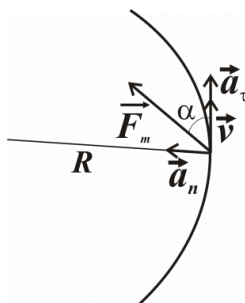
**Теоретический тур РОФ 2017,**

**XI класс**

$$Q = \varepsilon^2 \left( \frac{c_0 c_1}{c_0 + c_1 + c_2} - \frac{1}{2} \frac{c_1 (c_0 + c_2)}{c_0 + c_1 + c_2} + \frac{1}{2} \frac{c_2 (c_0 + c_1)}{c_0 + c_1 + c_2} \right) =$$

$$= \varepsilon^2 \left( \frac{2c_0 c_1 - c_0 c_1 + c_0 c_2}{c_0 + c_1 + c_2} \right) = \frac{\varepsilon^2 c_0}{2} \left( \frac{c_1 + c_2}{c_0 + c_1 + c_2} \right) \quad (0,75 \text{ б})$$

**3.С. Решение:**



В проекциях на нормальную и тангенциальную оси имеем:

$$F_{mp} \sin \alpha = ma_n = m \frac{v^2}{R} \quad (1) \quad (1 \text{ б})$$

$$F_{mp} \cos \alpha = ma_\tau = m \frac{dv}{dt} \quad (2) \quad (1 \text{ б})$$

Продифференцируем первое уравнение по времени:  $F_{mp} \cos \alpha \frac{d\alpha}{dt} = \frac{2mv}{R} \frac{dv}{dt}$ . Тогда  $F_{mp} \cos \alpha = \frac{2mv}{R} \frac{dv}{dt} \frac{1}{\alpha'}$ . (1 б)

Подставим в уравнение (2):

$$\frac{2mv}{R} \frac{dv}{dt} \frac{1}{\alpha'_{\tau}} = m \frac{dv}{dt}$$

$$\frac{d\alpha}{dt} = 2 \frac{v}{R} = 2\omega = 2 \frac{d\varphi}{dt} \quad (1 \text{ б})$$

$$d\varphi = \frac{1}{2} d\alpha \rightarrow \varphi_{max} = \frac{1}{2} \alpha_{max} \quad (0,25 \text{ б})$$

Ministerul Educației al Republicii Moldova  
Agenția Națională pentru Curriculum și Evaluare  
**LIII РЕСПУБЛИКАНСКАЯ ОЛИМПИАДА ПО ФИЗИКЕ**

КИШИНЁВ, 31 марта – 3 апреля 2017

**Теоретический тур РОФ 2017,**

**XI класс**

В момент достижения максимальной скорости  $a_r$  становится равным 0 и далее мотоциклист едет с

ускорением  $\vec{a} = \vec{a}_n$ . Поэтому  $\alpha_{\max} = \frac{\pi}{2}$ , а  $\varphi_{\max} = \frac{\pi}{4}$ . (0,5 б)

К моменту набора максимальной скорости мотоциклист проедет:  $\frac{\pi}{4} : (2\pi) = \frac{1}{8}$  части круга.

(0,25 б).

Задачи предложили

**А.А. Ключанов**, доктор-хабилитат физико-математических наук, профессор (Государственный Университет Молдовы);

**Д.Л. Ника**, доктор-хабилитат физических наук, доцент (Государственный Университет Молдовы);

**С.А. Ватаву**, доктор физико-математических наук, доцент (Государственный Университет Молдовы).

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

CHIȘINĂU, 31 martie – 3 aprilie 2017

**Proba practică ORF 2017,**

**clasa a 11**

Задача

(20,0 б.)

Тема: Изучение современного гальванического элемента „Toshiba” [20 баллов]

**Требования:**

- Расчетные формулы должны содержать только измеряемые и известные величины;
- Каждый решаемый этап вводится в соответствующую часть листа ответов;
- В расчетах и ответах учитывать значащие цифры и инструментальные погрешности;
- После выполнения работы всё оборудование сдается ассистентам

**Введение:**

Для производства современных устройств, таких как: мобильные телефоны, смартфоны, ноутбуки, планшеты, фото- и видеокамеры, роботов и т.п., промышленность нуждается в гальванических элементах, на базе которых собираются аккумуляторы для их питания.

Высокая энергетическая эффективность и минимальный объем – это основные требования, предъявляемые к современным аккумуляторам. С этой точки зрения, изучение энергетических параметров гальванического элемента является актуальным и представляет особый интерес.

**Оборудование и материалы:**

1. Мультиметр в режиме работы амперметра (шкала 10 А);
2. Мультиметр в режиме работы вольтметра (шкала 2 В);
3. Гальванический источник тока „Toshiba”;
4. 10 сопротивлений различных значений;
5. Монополярный выключатель;
6. 6 соединительных проводов с зажимом типа «крокодил»;
7. Миллиметровая бумага формата А4 – 2 листа.

**Ход работы:**

Соберите последовательную электрическую цепь, чтобы определить текущий ток  $I$  и падение напряжения  $U$  на одном из набора сопротивлений. Повторите измерения токов и напряжений для остальных сопротивлений (всего 10). Важно сохранять энергетические параметры (заряд) источника. Для этого рекомендуется замыкать цепь каждый раз на минимальное время, для замера силы тока или напряжения. Влияние внутреннего сопротивления амперметра и вольтметра не значительно влияет на измерение.

Задачу предложили

Виорел ДУЩАК, др. физ.–мат. наук,  
Константин АНТОНЮК, научный сотрудник,  
Денис НИКА, др. кандидат  
физических наук

Молдавский Государственный Университет



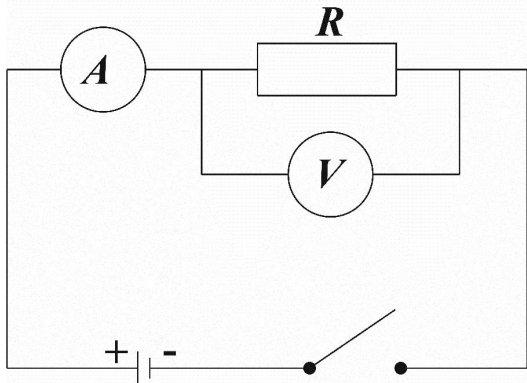
Ministerul Educației al Republicii Moldova  
 Agenția Națională pentru Curriculum și Evaluare  
**OLIMPIADA REPUBLICANĂ LA FIZICĂ, EDIȚIA LIII**

CHIȘINĂU, 31 martie – 3 aprilie 2017

**Proba practică ORF 2017,**

**clasa a 11**

*Лист для ответов*

№	Решение	Частичный балл	Суммарный балл																						
<b>1.</b>	<b>Основные энергетические параметры гальванического элемента</b>		<b>8 б.</b>																						
<b>1.1.</b>	<p>Нарисуйте принципиальную схему, используя условные графические обозначения.</p> <div style="display: flex; align-items: center; justify-content: center;">  <div style="margin-left: 20px;"> <p><i>По 0,1 пункту за каждый правильный элемент.</i></p> </div> </div>	0,1 б. x 5	<b>0,5 б.</b>																						
<b>1.2.</b>	<p>Упорядочьте проведенные измерения и представьте их в табличном виде.</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 2px;">I, A</td> <td style="padding: 2px;">0.07</td> <td style="padding: 2px;">0.10</td> <td style="padding: 2px;">0.17</td> <td style="padding: 2px;">0.21</td> <td style="padding: 2px;">0.26</td> <td style="padding: 2px;">0.28</td> <td style="padding: 2px;">0.33</td> <td style="padding: 2px;">0.36</td> <td style="padding: 2px;">0.38</td> <td style="padding: 2px;">0.40</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">U, B</td> <td style="padding: 2px;">1.20</td> <td style="padding: 2px;">1.10</td> <td style="padding: 2px;">0.86</td> <td style="padding: 2px;">0.72</td> <td style="padding: 2px;">0.54</td> <td style="padding: 2px;">0.45</td> <td style="padding: 2px;">0.33</td> <td style="padding: 2px;">0.24</td> <td style="padding: 2px;">0.18</td> <td style="padding: 2px;">0.09</td> </tr> </table> <p><i>По 0,05 пункту за каждую измеренную пару I и U.</i></p>	I, A	0.07	0.10	0.17	0.21	0.26	0.28	0.33	0.36	0.38	0.40	U, B	1.20	1.10	0.86	0.72	0.54	0.45	0.33	0.24	0.18	0.09	0,05 б. x 10	<b>0,5 б.</b>
I, A	0.07	0.10	0.17	0.21	0.26	0.28	0.33	0.36	0.38	0.40															
U, B	1.20	1.10	0.86	0.72	0.54	0.45	0.33	0.24	0.18	0.09															
<b>1.3.</b>	<p>Постройте на миллиметровой бумаге график зависимости <math>U = f(I)</math> (нагрузочная характеристика элемента).  <i>По 0,1 пункту за каждую правильную точку.</i></p>	0,1 б. x 10	<b>1,0 б.</b>																						
<b>1.4.</b>	<p>Из полученного графика определите:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ЭДС <math>\mathcal{E}</math> гальванического элемента: <math>\mathcal{E} = 1.43 \text{ B}</math></li> <li>- ток короткого замыкания <math>I_{KЗ}</math>: <math>I_{KЗ} = 0.43 \text{ A}</math></li> </ul> <p>Посчитайте:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- внутреннее сопротивление <math>r</math> гальванического элемента:  <math display="block">r = \frac{\mathcal{E}}{I_{KЗ}} = \frac{1.43}{0.43} = 3.33 \text{ Ом}</math> </li> </ul>	0,5 б.  0,5 б.  0,5 б.	<b>2,0 б.</b>																						

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

CHIȘINĂU, 31 martie – 3 aprilie 2017

**Proba practică ORF 2017,**

**clasa a 11**

	<p>- максимальную мощность <math>P_{\text{Внеш. макс}}</math>,  отдаваемую во внешнюю цепь:  <math display="block">P_{\text{Внеш макс}} = \frac{\mathcal{E}^2}{4r}, P_{\text{Внеш макс}} = \frac{1.43^2}{4 \cdot 3.33} = 0.154 \text{ Вт}</math></p>	<p>0,25 б. – формула  0,25 б. – расчет</p>	<p>0,5 б.</p>																																							
<p><b>1.5.</b></p>	<p><b>Оцените абсолютные и относительные погрешности величин: <math>\mathcal{E}</math>, <math>I_{K3}</math>, <math>r</math>, <math>P_{\text{Внеш макс}}</math> и запишите окончательные результаты в соответствующем виде.</b>  (Замечание: для величин, измеряемых с помощью используемых приборов абсолютную погрешность считать равной половине от порядка последней сохраняемой значащей цифры).</p> <p><math>\mathcal{E} = (1.430 \pm 0.010) \text{ В}; \varepsilon_{\mathcal{E}} = 0.7\%</math></p> <p><math>I_{SC} = (0.430 \pm 0.010) \text{ А}; \varepsilon_{I_{SC}} = 2.3\%</math></p> <p><math>\varepsilon_r = \frac{\Delta r}{r} = \frac{\Delta \mathcal{E}}{\mathcal{E}} + \frac{\Delta I_{K3}}{I_{K3}}, \varepsilon_r = 0.007 + 0.023 = 0.030</math></p> <p><math>\Delta r = \varepsilon_r \cdot r = 0.030 \cdot 3.33 = 0.10 \Omega</math></p> <p><math>r = (3.33 \pm 0.10) \Omega \quad \varepsilon_r = 3\%</math></p> <p><math>P_{\text{Внеш макс}} = \frac{\mathcal{E}^2}{4r}</math></p> <p><math>\varepsilon_{P_{\text{Внеш макс}}} = \frac{\Delta P_{\text{Внеш макс}}}{P_{\text{Внеш макс}}} = \frac{2\Delta \mathcal{E}}{\mathcal{E}} + \frac{\Delta r}{r}</math></p> <p><math>\varepsilon_{P_{\text{Внеш макс}}} = 2 \cdot 0.007 + 0.030 = 0.037</math></p> <p><math>\Delta P_{\text{Внеш макс}} = P_{\text{Внеш макс}} \cdot \varepsilon_{P_{\text{Внеш макс}}} = 0.154 \cdot 0.037 = 0.006 \text{ Вт}</math></p> <p><math>P_{\text{Внеш макс}} = (0.154 \pm 0.006) \text{ Вт} \quad \varepsilon_{P_{\text{Макс}}} = 3.7\%</math></p>	<p>0,5 б. – абсолютная погрешность  0,5 б. – относительная погрешность</p> <p>0,5 б. – абсолютная погрешность  0,5 б. – относительная погрешность</p> <p>0,5 б. – абсолютная погрешность  0,5 б. – относительная погрешность</p> <p>0,5 б. – абсолютная погрешность  0,5 б. – относительная погрешность</p> <p>0,5 б. – абсолютная погрешность  0,5 б. – относительная погрешность</p>	<p>1,0 б.</p> <p>1,0 б.</p> <p>1,0 б</p> <p>1,0 б</p>	<p><b>4,0 б.</b></p>																																						
<p><b>2.</b></p>	<p><b>Оптимальный режим работы гальванического элемента.</b></p>		<p><b>12 б.</b></p>																																							
<p><b>2.1.</b></p>	<p><b>Выберите на графике <math>U = f(I)</math> 12 точек (соответствующие пары значений <math>I</math> и <math>U</math>) на одинаковых интервалах оси тока <math>I</math>, включая точки, при которых <math>I = 0</math> и <math>I = I_{K3}</math>.</b></p> <table border="1" style="width: 100%; text-align: center; border-collapse: collapse;"> <tr> <td></td> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>4</td> <td>5</td> <td>6</td> <td>7</td> <td>8</td> <td>9</td> <td>10</td> <td>11</td> <td>12</td> </tr> <tr> <td><b>U, V</b></td> <td>1.43</td> <td>1.26</td> <td>1.10</td> <td>0.52</td> <td>0.76</td> <td>0.58</td> <td>0.42</td> <td>0.25</td> <td>0.09</td> <td>0.00</td> <td>1.33</td> <td>0.15</td> </tr> <tr> <td><b>I, A</b></td> <td>0.00</td> <td>0.05</td> <td>0.10</td> <td>0.15</td> <td>0.20</td> <td>0.25</td> <td>0.30</td> <td>0.35</td> <td>0.40</td> <td>0.43</td> <td>0.03</td> <td>0.38</td> </tr> </table> <p>По 0,05 пункту для каждой выбранной пары <math>I</math> и <math>U</math>, но не более 0,5 пункта за все 12.</p>		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	<b>U, V</b>	1.43	1.26	1.10	0.52	0.76	0.58	0.42	0.25	0.09	0.00	1.33	0.15	<b>I, A</b>	0.00	0.05	0.10	0.15	0.20	0.25	0.30	0.35	0.40	0.43	0.03	0.38	<p>0,5 б.</p>	<p><b>2,0 б.</b></p>
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12																														
<b>U, V</b>	1.43	1.26	1.10	0.52	0.76	0.58	0.42	0.25	0.09	0.00	1.33	0.15																														
<b>I, A</b>	0.00	0.05	0.10	0.15	0.20	0.25	0.30	0.35	0.40	0.43	0.03	0.38																														

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

CHIȘINĂU, 31 martie – 3 aprilie 2017

**Proba practică ORF 2017,**

**clasa a 11**

	<p>Для каждой из выбранных 12 пар <math>I</math> и <math>U</math> рассчитайте:</p> <p>- внешнее сопротивление <math>R</math>:</p> <table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <thead> <tr> <th></th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> <th>5</th> <th>6</th> <th>7</th> <th>8</th> <th>9</th> <th>10</th> <th>11</th> <th>12</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><math>R, \Omega</math></td> <td><math>\infty</math></td> <td>25.20</td> <td>11.00</td> <td>6.13</td> <td>3.80</td> <td>2.32</td> <td>1.40</td> <td>0.71</td> <td>0.23</td> <td>0.00</td> <td>44.33</td> <td>0.40</td> </tr> </tbody> </table> <p>По 0,05 пункту для каждого рассчитанного сопротивления <math>R</math>, но не более 0,5 пункта за все 12.</p> <p>- мощность <math>P_{\text{внеш}}</math>, отдаваемую источником во внешнюю цепь:</p> <table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <thead> <tr> <th></th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> <th>5</th> <th>6</th> <th>7</th> <th>8</th> <th>9</th> <th>10</th> <th>11</th> <th>12</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><math>P_{\text{внеш}}, \text{Вт}</math></td> <td>0.00</td> <td>0.063</td> <td>0.110</td> <td>0.138</td> <td>0.152</td> <td>0.145</td> <td>0.126</td> <td>0.088</td> <td>0.036</td> <td>0.00</td> <td>0.040</td> <td>0.057</td> </tr> </tbody> </table> <p>По 0,05 пункту для каждого рассчитанного значения <math>P_{\text{внеш}}</math>, но не более 0,5 пункта за все 12.</p> <p>- КПД <math>\eta</math> электрической цепи:</p> <table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <thead> <tr> <th></th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> <th>5</th> <th>6</th> <th>7</th> <th>8</th> <th>9</th> <th>10</th> <th>11</th> <th>12</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><math>\eta, \%</math></td> <td>100</td> <td>88</td> <td>77</td> <td>65</td> <td>53</td> <td>41</td> <td>30</td> <td>18</td> <td>7</td> <td>0</td> <td>93</td> <td>11</td> </tr> </tbody> </table> <p>По 0,05 пункту для каждого рассчитанного значения <math>\eta</math>, но не более 0,5 пункта за все 12.</p>		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	$R, \Omega$	$\infty$	25.20	11.00	6.13	3.80	2.32	1.40	0.71	0.23	0.00	44.33	0.40		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	$P_{\text{внеш}}, \text{Вт}$	0.00	0.063	0.110	0.138	0.152	0.145	0.126	0.088	0.036	0.00	0.040	0.057		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	$\eta, \%$	100	88	77	65	53	41	30	18	7	0	93	11	0,5 б.	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12																																																																					
$R, \Omega$	$\infty$	25.20	11.00	6.13	3.80	2.32	1.40	0.71	0.23	0.00	44.33	0.40																																																																					
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12																																																																					
$P_{\text{внеш}}, \text{Вт}$	0.00	0.063	0.110	0.138	0.152	0.145	0.126	0.088	0.036	0.00	0.040	0.057																																																																					
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12																																																																					
$\eta, \%$	100	88	77	65	53	41	30	18	7	0	93	11																																																																					
2.2.	<p>Составьте таблицу и внесите в нее значения <math>I</math>, <math>P_{\text{внеш}}</math>, <math>R</math> и <math>\eta</math>.</p> <table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <thead> <tr> <th></th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> <th>5</th> <th>6</th> <th>7</th> <th>8</th> <th>9</th> <th>10</th> <th>11</th> <th>12</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><math>U, \text{В}</math></td> <td>1.43</td> <td>1.26</td> <td>1.10</td> <td>0.52</td> <td>0.76</td> <td>0.58</td> <td>0.42</td> <td>0.25</td> <td>0.09</td> <td>0.00</td> <td>1.33</td> <td>0.15</td> </tr> <tr> <td><math>I, \text{А}</math></td> <td>0.00</td> <td>0.05</td> <td>0.10</td> <td>0.15</td> <td>0.20</td> <td>0.25</td> <td>0.30</td> <td>0.35</td> <td>0.40</td> <td>0.43</td> <td>0.03</td> <td>0.38</td> </tr> <tr> <td><math>R, \text{Ом}</math></td> <td><math>\infty</math></td> <td>25.20</td> <td>11.00</td> <td>6.13</td> <td>3.80</td> <td>2.32</td> <td>1.40</td> <td>0.71</td> <td>0.23</td> <td>0.00</td> <td>44.33</td> <td>0.40</td> </tr> <tr> <td><math>P_{\text{внеш}}, \text{Вт}</math></td> <td>0.00</td> <td>0.063</td> <td>0.110</td> <td>0.138</td> <td>0.152</td> <td>0.145</td> <td>0.126</td> <td>0.088</td> <td>0.036</td> <td>0.00</td> <td>0.040</td> <td>0.057</td> </tr> <tr> <td><math>\eta, \%</math></td> <td>100</td> <td>88</td> <td>77</td> <td>65</td> <td>53</td> <td>41</td> <td>30</td> <td>18</td> <td>7</td> <td>0</td> <td>93</td> <td>11</td> </tr> </tbody> </table>		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	$U, \text{В}$	1.43	1.26	1.10	0.52	0.76	0.58	0.42	0.25	0.09	0.00	1.33	0.15	$I, \text{А}$	0.00	0.05	0.10	0.15	0.20	0.25	0.30	0.35	0.40	0.43	0.03	0.38	$R, \text{Ом}$	$\infty$	25.20	11.00	6.13	3.80	2.32	1.40	0.71	0.23	0.00	44.33	0.40	$P_{\text{внеш}}, \text{Вт}$	0.00	0.063	0.110	0.138	0.152	0.145	0.126	0.088	0.036	0.00	0.040	0.057	$\eta, \%$	100	88	77	65	53	41	30	18	7	0	93	11	0,5 б. 0,5 б. 0,5 б.	1,5 б.
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12																																																																					
$U, \text{В}$	1.43	1.26	1.10	0.52	0.76	0.58	0.42	0.25	0.09	0.00	1.33	0.15																																																																					
$I, \text{А}$	0.00	0.05	0.10	0.15	0.20	0.25	0.30	0.35	0.40	0.43	0.03	0.38																																																																					
$R, \text{Ом}$	$\infty$	25.20	11.00	6.13	3.80	2.32	1.40	0.71	0.23	0.00	44.33	0.40																																																																					
$P_{\text{внеш}}, \text{Вт}$	0.00	0.063	0.110	0.138	0.152	0.145	0.126	0.088	0.036	0.00	0.040	0.057																																																																					
$\eta, \%$	100	88	77	65	53	41	30	18	7	0	93	11																																																																					
2.3.	<p>Постройте на миллиметровой бумаге график зависимостей:  <math>P_{\text{ex}}=f(I)</math>, <math>P_{\text{ex}}=f(R)</math> и <math>\eta=f(R)</math>.</p> <p>По 0,1 пункту за каждую правильную точку</p>	0,1б.х 10 x 3	3,0 б.																																																																														
2.4.	<p>Определите из графиков <math>P_{\text{внеш}} = f(I)</math> и <math>P_{\text{внеш}} = f(R)</math> значения <math>P_{\text{внеш.макс}}</math> и сравните их со значением <math>P_{\text{внеш.макс}}</math>, полученной в пункте 1.4.</p> <p>Из зависимости <math>P_{\text{внеш}} = P_{\text{внеш}}(I)</math>: <math>P_{\text{внеш.макс}} = 0.150 \text{Вт}</math>;</p> <p>Из зависимости <math>P_{\text{внеш}} = P_{\text{внеш}}(R)</math>: <math>P_{\text{внеш.макс}} = 0.150 \text{Вт}</math>;</p> <p>Сделайте соответствующий вывод:              Полученные значения <math>P_{\text{внеш.макс}}</math> находятся в пределах погрешности</p>	1,0 б.  1,0 б.	2,0 б.																																																																														
2.5.	<p>Посчитайте КПД электрической цепи для случая, когда мощность, отдаваемая во внешнюю цепь максимальна.</p> <p>При <math>P_{\text{внеш.макс}}</math> <math>R = r = 3.3 \text{Ом}</math></p> <p>Сделайте соответствующий вывод:</p> $\eta_{P_{\text{внеш.макс}}} = \frac{R}{R+r} = \frac{R}{2R} = \frac{1}{2} = 0.5 = 50\%$	0,25 б.  0,25 б.	0,5 б.																																																																														

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

CHIȘINĂU, 31 martie – 3 aprilie 2017

**Proba practică ORF 2017,**

**clasa a 11**

<b>2.6.</b>	<p><b>Сформулируйте 3 практических вывода относительно режимов работы изучаемого элемента.</b></p> <p>1. При <math>R = r</math> источник отдает максимальную мощность <math>P_{\text{Внеш макс}} = \frac{\mathcal{E}^2}{4r}</math> и может быть использован как источник энергии с КПД <math>\eta_{P_{\text{Внеш макс}}} = 50\%</math>.</p> <p>2. Для <math>R \ll r</math> источник может работать в режиме источника тока с силой <math>I \approx \frac{\mathcal{E}}{r}</math></p> <p>3. Для <math>R \gg r</math> источник может работать в режиме источника напряжения с силой тока <math>I \approx \frac{\mathcal{E}}{R}</math></p>	<p>1,0 б.</p> <p>1,0 б.</p> <p>1,0 б.</p>	<b>3,0 б.</b>
-------------	--	---	---------------

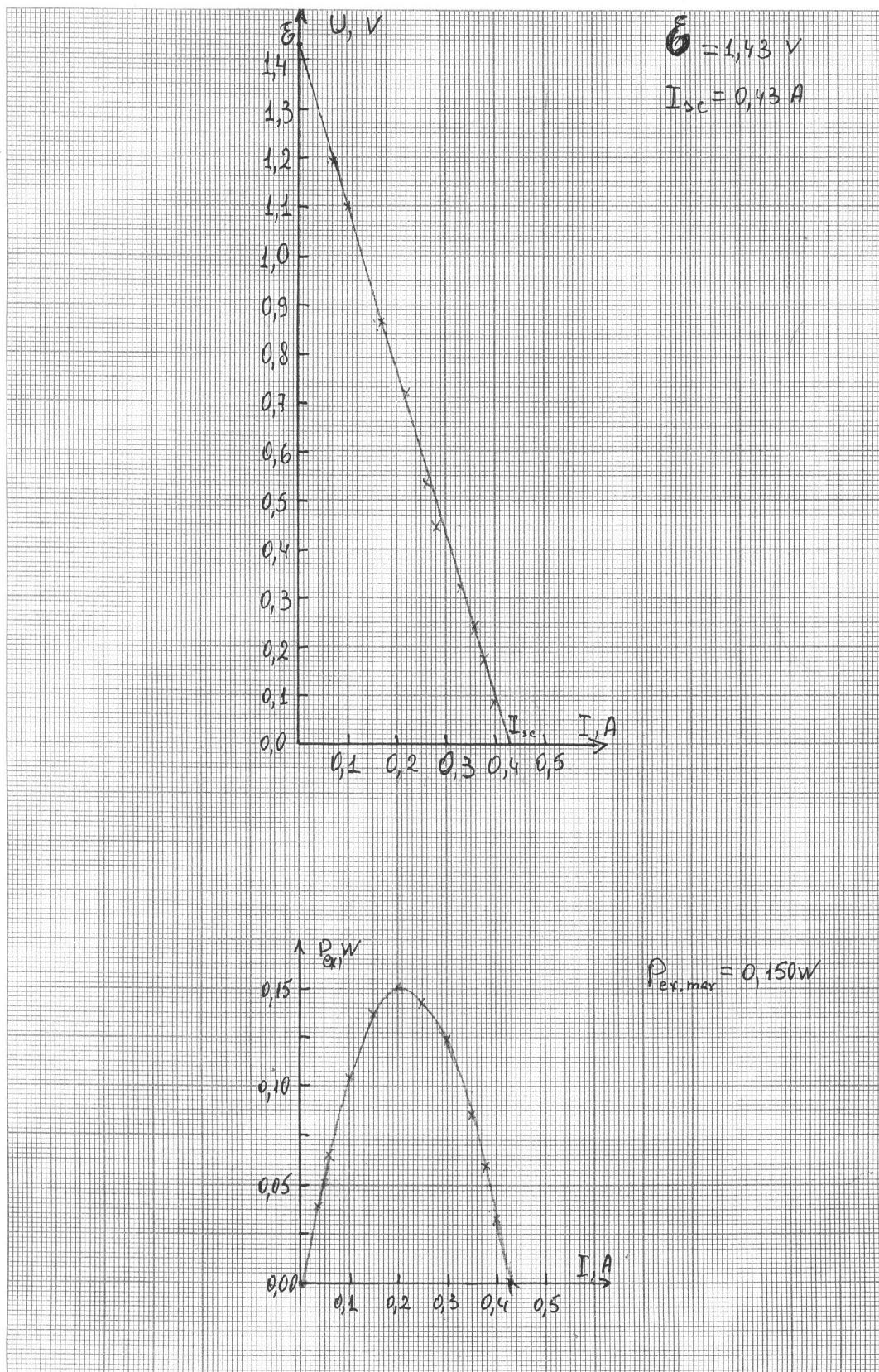
Любое другое правильное и логичное решение, находящиеся в согласии с физическими законами, которое позволяет получить сходные результаты, будет оцениваться максимальным баллом.

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

CHIȘINĂU, 31 martie – 3 aprilie 2017

Proba practică ORF 2017,

clasa a 11 \_



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

CHIȘINĂU, 31 martie – 3 aprilie 2017

**Proba practică ORF 2017,**

**clasa a 11**

