

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

CHIȘINĂU, 20– 23 aprilie 2018

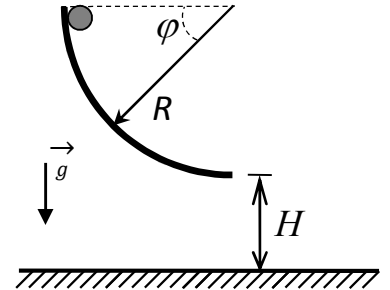
Proba teoretică ORF 2018,

clasa a 12

Problema 1

(10,0 p.)

O bilă omogenă de rază $r = 1 \text{ cm}$ se rostogolește de pe o trambulină ce are forma unui arc de circumferință de rază $R = 50 \text{ cm}$ (v. fig.). Momentul de inerție a bilei raportat la unitate de masă este egal cu $I_m = 2r^2 / 5$, $L_m = I_m \dot{\varphi}$. Viteza inițială a bilei este egală cu zero. Trambulina fiind amplasată vertical, se află la înălțimea $H = 10 \text{ cm}$ deasupra suprafeței orizontale, coeficientul de frecare dintre bilă și trambulină este $\mu = 0,8$. Găsiți distanța maximă L între prima și a doua atingere a mesei de către bilă și determinați condițiile corespunzătoare.



Problema 2

(10,0 p.)

Injecția electronilor în materiale semiconductoare de rezistență înaltă și izolatori cu contacte de injecție determină densitatea de curent j a dispozitivelor unipolare. Să analizăm un condensator cu catod ce injectează electroni și dielectric ideal de permitivitate dielectrică ε . Un astfel de condensator este analogul diodei termoelectronice cu vid. Capacitatea condensatorului este egală cu $C = \alpha C_0$. Aici $C_0 = \varepsilon \varepsilon_0 S / d$ - capacitatea condensatorului fără a considera injecția electronilor. Deduceți expresia pentru caracteristica curent-tensiune și constanta α , considerând, că norul electronic în dielectric ecranează complet catodul. Folosiți următoarele notații: tensiunea între plăcile condensatorului $U = \varphi(d)$, distanța între catod și anod d , timpul între ciocniri consecutive ale electronului în dielectric τ , sarcina și masa electronului respectiv e și m , viteza v , concentrația n , distanța dintre catod și electron x , intensitatea câmpului electric $E(x)$. Legea lui Gauss pentru condensatorul plan are forma $\varepsilon \varepsilon_0 S (E(x) - E(0)) = Q$.

Problema 3

(10,0 p.)

Un vas transparent sub forma unui cilindru de înălțime h împlut cu gaz ideal, masa molară a căruia este M , este pus în mișcare de rotație în jurul axei cilindrului cu viteza unghiulară ω . Indicele de refracție a gazului n depinde de densitatea lui ρ după legea $n = 1 + \alpha \rho$, unde α - constantă. Un fascicol de lumină de rază r_b cade de-a lungul axei cilindrului. Presiunea gazului în centrul vasului aflat în mișcare de rotație este P_0 . Vasul, ce se află în mișcare de rotație este o lentilă pentru fascicolul paralel și îngust de lumină.

1. Lentila este convergentă sau divergentă? (1,0 p.)
2. Cu ce este egală distanța focală a lentilei? (8,0 p.)
3. Determinați raza petei R_b pe ecranul ce se află perpendicular axei optice la distanța L de vas. (1,0 p.)

Să se neglijeze influența bazei cilindrului asupra mersului razelor.

probleme propuse de:
dr. hab., prof. univ. Alexandr Cliucanov
dr. hab., conf. cerc. Denis Nica
lector univ. Calina Isacova

Universitatea de Stat din Moldova

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

CHIȘINĂU, 20– 23 aprilie 2018

Proba teoretică ORF 2018,

clasa a 12

Problema 1

(10,0 puncte)

Soluție

Din condițiile problemei rezultă că bila se rostogolește fără alunecare. Deci

$$v = \omega r = (R - r)\dot{\varphi} = R_c \dot{\varphi}, \quad (0,5 \text{ p.})$$

Ecuatiile dinamicii bilei au forma

$$m\dot{v} = mg \cos \varphi - F_{fr}, \quad rF_{fr} = I\dot{\omega} = IR_c \dot{\varphi} / r, \quad F_{fr} = 2m\dot{v} / 5, \quad \dot{v} = 5g \cos \varphi / 7, \quad F_{fr} = 2mg \cos \varphi / 7 \quad (1,0 \text{ p.})$$

Odată cu micșorarea unghiului φ , forța de frecare de repaos se mărește până la mărimea maximă egală cu forța de frecare de alunecare $F_{fr} = \mu N$, $N = mg \sin \varphi + mv^2 / R_c$. (0,5 p.)

$$\text{Pentru } v = 0 \text{ găsim că } \mu \sin \varphi_0 = 2 \cos \varphi_0 / 7, \quad (0,5 \text{ p.})$$

$$\text{și ca urmare } \tan \varphi_0 = 2 / 7 \mu = 0,357, \quad \varphi_0 = 0,343 \text{ rad} = 19^\circ 34', \quad \sin \varphi_0 = 0,3363 \quad (0,5 \text{ p.})$$

Dacă bila începe mișcarea din poziția cu unghiul mai mic $\varphi_0 < 0,343 \text{ rad}$, mișcarea va avea loc cu alunecare.

Viteza bilei se determină din legea conservării energiei

$$gR_c(\sin \varphi - \sin \varphi_0) = 7v^2 / 10. \quad (1,0 \text{ p.})$$

Bila se desprinde de trambulină cu viteza

$$v_0 = (10gR_c(1 - \sin \varphi_0) / 7)^{1/2} = 2,135 \text{ m/s}, \quad \omega_0 = 213,5 \text{ rad/s}. \quad (0,5 \text{ p.})$$

Să cercetăm prima atingere a mesei de către bilă. Componenta verticală a vitezei se mărește prin salt de la valoarea

$$v_y = -\sqrt{2gH} \text{ la valoarea } v'_y = \sqrt{2gH'}. \quad (0,5 \text{ p.})$$

$$\text{Ca urmare } \Delta v_y = \sqrt{2gH}(1+c), \quad c = \sqrt{H/H'}. \quad (0,5 \text{ p.})$$

$$\text{Variația } \Delta v_x \text{ și } \Delta \omega \text{ sunt legate una cu alta } m\dot{v}_x = F_x, \quad -rF_x = I\dot{\omega}, \quad r\Delta v_x + I_m \Delta \omega = 0 \quad (1,0 \text{ p.})$$

Mișcarea de rotație se transformă în mișcare de translație. Legea conservării energiei la ciocnire permite de a găsi cantitatea de căldură, degajată la ciocnire raportată la unitate de masă a bilei

$$Q_m = g(H - H') - 7(\Delta v_x)^2 / 4 = gH(1 - c^2 - 7(\Delta v_x)^2 / 4gH). \quad (1,0 \text{ p.})$$

$$\text{Distanța } L \text{ va fi maximă în condiția } Q_m = 0, \quad \Delta v_x = \sqrt{4gH(1 - c^2)} / 7, \quad L = 2v_x v'_y / g \quad (0,5 \text{ p.})$$

Substituind valorile numerice, obținem

$$L = 0,61c(1 + 0,35\sqrt{1 - c^2}). \quad (0,5 \text{ p.})$$

Maximul funcției $L(c)$ îl găsim reieșind conform regulilor cunoscute din ecuația $L'(c) = 0$. În rezultat obținem

$$c^2 = 0,5 \left(1 + 0,5 \left[1 + \sqrt{1 + 2(0,35)^2} \right]^2 \right),$$

$$\text{și corespunzător } c = 0,786, \quad L = 58,3 \text{ cm} \quad (0,5 \text{ p.})$$

cu condiția $Q_m = 0$, și $\mu' > 0,185$. Aici μ' este coeficientul de frecare dintre bilă și suprafața orizontală. Într-adevăr, forța de frecare de repaos F_x nu trebuie să depășească forța de frecare de alunecare, căci ciocnirea trebuie să fie fără pierderi termice.

$$\text{Pentru } F_x = \mu' N', \quad \mu' = \Delta v_x / \Delta v'_y = (2/7)^{1/2} \sqrt{1 - c^2} / (1 + c) = 0,185. \quad (1,0 \text{ p.})$$

Forța de frecare de repaos F_x este orientată de-a lungul direcției de mișcare în corespundere cu efectul Magnus.

Răspuns: $L = 58,3 \text{ cm}$ pentru $\mu' > 0,185$.

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

CHIȘINĂU, 20– 23 aprilie 2018

Proba teoretică ORF 2018,
Problema 2

clasa a 12
(10,0 puncte)

Soluție

Reieșind din definiție, densitatea de curent este egală cu $j = ev(x)n(x)$, $v(x) = j / en(x)$, (1,0 p.)

Concentrația electronilor și viteza lor medie depind de distanța între catod și electron x la o densitate de curent constantă. Din teoria elementară este cunoscut că, $v(x) = e\tau E(x) / m$. (0,5 p.)

Astfel,

$$n(x) = jm / e^2 \tau E(x). \quad (0,5 \text{ p.})$$

Considerând $\alpha = 1$, obținem $n = jmd / e^2 \tau U = C_0 U / eSd$, de unde rezultă că

$$j = \frac{e\tau}{m} \epsilon \epsilon_0 \frac{U^2}{d^3}, \frac{U^2}{d^3} = \frac{\varphi(x)^2}{x^3} = \text{const}, E(x) \approx x^{1/2}. \quad (1,5 \text{ p.})$$

Estimarea obținută diferă de soluția exactă printr-un factor de ordinul unităților. Folosind legea lui Gauss și considerând condiția $E(0) = 0$, găsim soluția

$$E(x) = \frac{Q(x)}{S\epsilon\epsilon_0} = \frac{jm}{e\tau\epsilon\epsilon_0} \int_0^x dx. \quad (1,0 \text{ p.})$$

Soluția acestei ecuații este funcția:

$$E(x) = \left(\frac{2jm}{e\tau\epsilon\epsilon_0} x \right)^{1/2}. \quad (0,5 \text{ p.})$$

Într-adevăr, în corespundere cu estimările efectuate vom căuta soluțiile sub forma $E(x) = (bx)^{1/2}$ și determinăm constanta b . Deci potențialul câmpului electric este egal cu

$$\varphi(x) = \frac{2}{3} \left(\frac{2jm}{e\tau\epsilon\epsilon_0} \right)^{1/2} x^{3/2}, \varphi(d) = U. \quad (1,5 \text{ p.})$$

Curentul limitat de sarcina spațială este caracterizat de dependența curent-tensiune:

$$j = \frac{9e\tau}{8m} \epsilon \epsilon_0 \frac{U^2}{d^3}. \quad (1,0 \text{ p.})$$

Capacitatea condensatorului se determină din ecuația

$$Q(d) = \frac{jms}{e\tau} \int_0^d \frac{dx}{E(x)} = \frac{3}{2} C_0 U, \alpha = \frac{3}{2}. \quad (2,0 \text{ p.})$$

Norul electronic duce la micșorarea distanței efective: $d_{ef} = 2d/3$ între plăcile condensatorului. (0,5 p.)

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

CHIȘINĂU, 20– 23 aprilie 2018

Proba teoretică ORF 2018,

clasa a 12

Problema 3

(10,0 puncte)

Soluție

Diferența de presiuni ΔP la distanța r de la axul cilindrului determină accelerația centripetă a elementului de volum al gazului ΔV .

Legea lui Newton

$$\rho \Delta V a = \Delta P \Delta S \quad (0,5 \text{ p.})$$

Se va transforma astfel

$$\frac{dP}{dr} = \rho \omega^2 r = \frac{PM}{RT} \omega^2 r. \quad (1,0 \text{ p.})$$

Presiunea gazului se mărește de la centru la periferie după legea

$$P(r) = P_0 \exp\left(\frac{M\omega^2 r^2}{2RT}\right). \quad (1,0 \text{ p.})$$

Astfel

$$\rho(r) = \rho_0 \exp\left(\frac{M\omega^2 r^2}{2RT}\right), \quad \rho_0 = \frac{P_0 M}{RT}, \quad n = 1 + \alpha \rho_0 \exp\left(\frac{M\omega^2 r^2}{2RT}\right). \quad (0,5 \text{ p.})$$

La mărirea distanței r de la axa cilindrului indicele de refracție se mărește. (0,5 p.)

Să analizăm raza, ce trece prin vas de-a lungul axei lui. Conform legii refracției (Snellius) $n \sin \vartheta = \text{const}$ raza va devia în partea mediului optic mai dens și în rezultat

1. *Lentila este divergentă.* (1,0 p.)

Din legea refracției luminii obținem

$$n(r + \Delta r) \sin(\vartheta - \Delta \vartheta) = n(r) \sin(\vartheta), \quad n'(r) \sin(\vartheta) \Delta r = n(r) \cos(\vartheta) \Delta \vartheta \quad (1,5 \text{ p.})$$

Raza de la marginea cilindrului, pentru $r = r_b$, determină devierea razei la ieșirea din vas în corespundere cu expresia

$$\Delta r \operatorname{tg}(\vartheta) = h, \quad n'(r_b) h / n(r_b) = \Delta \vartheta = r_b / F. \quad (1,5 \text{ p.})$$

Distanța focală a lentilei este:

$$2. F = \frac{1}{\alpha P_0 h} \left(\frac{RT}{M\omega}\right)^2 \exp\left(-\frac{M\omega^2 r^2}{2RT}\right) \quad (1,5 \text{ p.})$$

Folosind rezultatele obținute obșinem expresia pentru diametrul petei pe ecran:

$$3. R_b = r_b + L \Delta \vartheta = r_b (1 + L / F) = r_b \left(1 + \alpha P_0 h L \left(\frac{M\omega}{RT}\right)^2 \exp\left(\frac{M\omega^2 r^2}{2RT}\right)\right) \quad (1,0 \text{ p.})$$

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

CHIȘINĂU, 20– 23 aprilie 2018

Proba teoretică ORF 2018,

Problemă

clasa a 12

(20 puncte)

Tema: Studiul procesului de descărcare a condensatorului (20 puncte)


Cerințe:

- *Formulele de calcul vor conține doar mărimile fizice măsurate și cele cunoscute;*
- *Fiecare etapă soluționată se va introduce în caseta corespunzătoare a foii pentru răspunsuri;*
- *În calcule, grafice și răspunsuri se va ține cont de cifrele semnificative și erorile instrumentale;*
- *Multimetrul se va lăsa în stare activă numai pe parcursul măsurărilor;*
- *După efectuarea lucrării toate materialele vor fi restituite supraveghetorului.*

Introducere:

Condensatoarele sunt componente pasive de circuit electric caracterizate de un raport constant între sarcina electrică acumulată pe armături și diferența de potențial dintre acestea, numit capacitate electrică. Se utilizează pe scară largă în electrotehnică, electronică, microelectronică, etc. Fără condensatoare este inimaginabilă funcționarea chiar și a celor mai simple circuite electrice. Din acest punct de vedere, studiul procesului de descărcare a condensatorului prezintă interes.

Materiale și accesorii:

1. Multimetric digital cu mod de funcționare pentru verificarea diodelor (pe panou simbolul ) , model DT – 832 cu sonde de măsurare și sursă de tensiune stabilă de 3,0 V (integrată în multimetric);
2. Set constituit din 5 condensatoare de capacități electrice diferite (Capacitatea electrică a unuia este necunoscută – C_x);
3. 2 fire de conexiune de culori diferite (roșu – negru sau alb – verde) cu terminale „crocodil”;
4. Hârtie milimetrică, format A4 - 2 foi.

Enunțul subiectului:

Montați un circuit electric simplu constituit din sursa de tensiune integrată în multimetric și un condensator cu capacitatea cunoscută din setul disponibil:

1. Comutatorul multimetricului se va fixa în poziția „OFF ”;
2. Sonda cu cablul de culoare roșie se va conecta la borna „ VΩmA ”, iar sonda cu cablul de culoare neagră se va conecta la borna „COM ”;
3. Firul de conexiune cu terminalul „crocodil” de culoare neagră (verde) se va uni la piciorul scurt al condensatorului, iar cel de culoare roșie (albă) se va uni la piciorul lung al condensatorului;
4. Firul de culoare roșie (albă) se va conecta în prelungire cu cablul sondei de culoare roșie, respectiv, firul de culoare neagră (verde) se va conecta în prelungire cu cablul sondei de culoare neagră.

Având la dispoziție materialele și accesorii menționate, precum și circuitul montat, se cere:

1. De studiat procesul de încărcare și descărcare a condensatorului. (5,5 puncte)

1.1. Încărcați condensatorul selectat poziționând comutatorul multimetricului în poziția „Testare diode”

 pentru o durată de circa 3 secunde.

(0,5 puncte)

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

CHIȘINĂU, 20– 23 aprilie 2018

Proba teoretică ORF 2018,

clasa a 12

1.2. Realizați un circuit nou – circuit de descărcare a condensatorului. Pentru aceasta deconectați cablul negru de la borna multimetrului, poziționați comutatorul multimetrului în poziția „20 DCV” de măsurare a tensiunii, apoi reconectați cablul negru la loc. **(0,5 puncte)**

1.3. Urmăriți indicațiile multimetrului și observați procesul de descărcare. Fixați vizual valoarea maximă a tensiunii. Această valoare trebuie să fie cât mai aproape de 3,0 V în caz ideal (acceptabil 2,7 V– 2,9 V). Pentru siguranță și pentru a forma deprinderile necesare repetați Punctele 1.1 – 1.3 de 2-3 ori. **(1 punct)**

1.4. Repetați Punctele 1.1 - 1.3 cu încă două condensatoare din setul disponibil și trageți concluzii. **(2,5 puncte)**

1.5. Prezentați grafic schemele electrice a circuitelor echivalente de încărcare și de descărcare a unuia din condensatoare. **(1 punct)**

2. De studiat cantitativ procesul de descărcare a condensatorului. (10 puncte)

2.1. Verificați funcționarea cronometrului, pornindu-l, oprindu-l și resetându-l. **(0,25 puncte)**

2.2. Selectați la început condensatorul cu capacitatea maximală din setul disponibil și încărcați-l conform procedurii descrise anterior în Punctul 1.1. **(0,25 puncte)**

2.3. Formați circuitul de descărcare în modul stabilit anterior, în Punctul 1.2, dar simultan cu momentul conectării firului negru porniți și cronometrul. **(0,5 puncte)**

N.B.: De momentul sincronizării depinde calitatea măsurărilor efectuate.

2.4. Urmărind procesul de descărcare a condensatorului în timp, fixați pe parcursul descărcării în tabelul pregătit nu mai puțin de 10 perechi de valori timp – tensiune. **(1 punct)**

N.B.: Pentru a facilita măsurătorile se recomandă de introdus inițial în tabel valorile tensiunilor cu un anumit interval fixat și comod în limitele (3,0 – 0,8) V.

2.5. Repetați Punctele 2.2 – 2.4 pentru toate condensatoarele rămase în set. **(4 puncte)**

2.6. Reprezentați grafic, pe hârtie milimetrică, în aceeași figură, dependențele $U = f(t)$ pentru fiecare condensator. **(2,5 puncte)**

2.7. Analizați dependențele $U = f(t)$ și trageți concluzii. **(1 punct)**

2.8. Stabiliți dacă există sau nu corelație între concluziile din Punctul 1.4 și concluziile din Punctul 2.7. **(0,5 puncte)**

3. De determinat valoarea capacității condensatorului C_x . (4,5 puncte)

3.1. Analizați graficele obținute în Punctul 2.6 și propuneți metoda, prin care construind dependența $C = f(t)$ (dreapta de calibrare), devine posibil de determinat valoarea capacității necunoscute. **(3 puncte)**

3.2. Determinați valoarea capacității necunoscute folosind dreapta de calibrare. **(1 punct)**

3.3. Estimați eroarea absolută și relativă a capacității necunoscute și scrieți rezultatul final. **(0,5 puncte)**

Problemă propusă de:

Nica Denis– doctor habilitat în științe fizice

Dușciac Viorel – doctor în științe fizico-matematice

Antoniuc Constantin – cercetător științific.


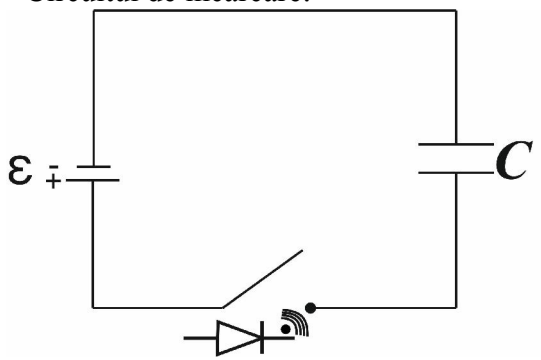
Universitatea de Stat din Moldova

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

CHIȘINĂU, 20– 23 aprilie 2018

Proba teoretică ORF 2018,

clasa a 12

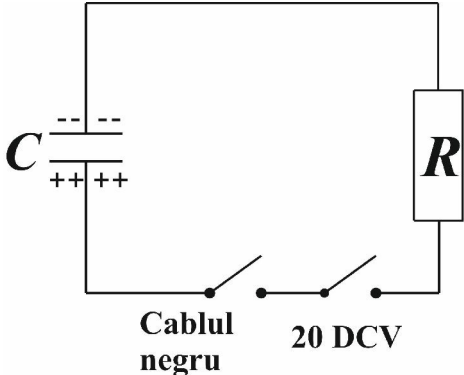
Foaie pentru Răspunsuri			
	Soluție	Punctaj Parțial	Punctaj Total
Tema: Studiul procesului de descărcare a condensatorului.		[20puncte]	
1	De studiat procesul de încărcare și descărcare a condensatorului.		5,5 p.
1.1.	Încărcați condensatorul selectat poziționând comutatorul multimetrului în poziția „Testare diode”  pentru o durată de circa 3 secunde.	0,5 p.	0,5 p.
1.2.	Realizați un circuit nou – circuit de descărcare a condensatorului. Pentru aceasta deconectați cablul negru de la borna multimetrului, poziționați comutatorul multimetrului în poziția „ 20 DCV ” de măsurare a tensiunii, apoi reconectați cablul negru la loc.	0,5 p.	0,5 p.
1.3.	Urmăriți indicațiile multimetrului și observați procesul de descărcare. Fixați vizual valoarea maximă a tensiunii. Această valoare trebuie să fie cât mai aproape de 3,0 V în caz ideal (acceptabil (2,7 – 2,9) V). Pentru siguranță și pentru a forma deprinderile necesare repetați Punctele 1.1 – 1.3 de 2-3 ori. $C_1 =$	1,0 p.	1,0 p.
1.4.	Repetati Punctele 1.1 - 1.3 cu încă două condensatoare din setul disponibil și trageți concluzii. - condensatorul 2. $C_2 =$ - condensatorul 3. $C_3 =$ - concluzii: 1. Procesul de descărcare este mai rapid la început și mai lent cu trecerea timpului 2. Cu creșterea valorii C viteza procesului de descărcare scade	1,0 p. 1,0 p. 0,5 p.	2,5p.
1.5.	Prezentați grafic schemele electrice a circuitelor echivalente de încărcare și de descărcare a unuia din condensatoare. - Circuitul de încărcare: 	0,5 p. 0,5 p.	1,0 p.

OLIMPIADA REPUBLICANĂ LA FIZICĂ, EDIȚIA LIV

CHIȘINĂU, 20– 23 aprilie 2018

Proba teoretică ORF 2018,

clasa a 12

	<p>Circuitul de descărcare:</p> 																																																																																																										
2.	De studiat cantitativ procesul de descărcare a condensatorului.		10 p.																																																																																																								
2.1.	Verificați funcționarea cronometrului, pornindu-l, oprindu-l și resetându-l.	0,25 p.	0,25 p.																																																																																																								
2.2.	Selectați la început condensatorul cu capacitatea maximală din setul disponibil și încărcați-l conform procedurii descrise anterior în Punctul 1.1	0,25 p.	0,25 p.																																																																																																								
2.3.	Formați circuitul de descărcare în modul stabilit anterior, în Punctul 1.2, dar simultan cu momentul conectării firului negru porniți și cronometrul.	0,5 p.	0,5p.																																																																																																								
2.4.	<p>Urmărind procesul de descărcare a condensatorului în timp, fixați pe parcursul descărcării în tabelul pregătit nu mai puțin de 10 perechi de valori timp – tensiune.</p> <p>$C_1 = 100 \mu F$</p> <table border="1" data-bbox="178 1207 1267 1285"> <tr> <td>U, V</td> <td>2,8</td> <td>2,6</td> <td>2,4</td> <td>2,2</td> <td>2,0</td> <td>1,8</td> <td>1,6</td> <td>1,4</td> <td>1,2</td> <td>1,0</td> <td>0,8</td> <td>0,6</td> </tr> <tr> <td>t, s</td> <td>19</td> <td>80</td> <td>150</td> <td>230</td> <td>322</td> <td>426</td> <td>543</td> <td>677</td> <td>832</td> <td>1017</td> <td></td> <td></td> </tr> </table>	U, V	2,8	2,6	2,4	2,2	2,0	1,8	1,6	1,4	1,2	1,0	0,8	0,6	t, s	19	80	150	230	322	426	543	677	832	1017			1,0 p.	1,0 p.																																																																														
U, V	2,8	2,6	2,4	2,2	2,0	1,8	1,6	1,4	1,2	1,0	0,8	0,6																																																																																															
t, s	19	80	150	230	322	426	543	677	832	1017																																																																																																	
2.5.	<p>Repetăți Punctele 2.2 – 2.4 pentru toate condensatoarele rămase în set.</p> <p>$C_2 = 47 \mu F$</p> <table border="1" data-bbox="178 1408 1267 1487"> <tr> <td>U, V</td> <td>2,8</td> <td>2,6</td> <td>2,4</td> <td>2,2</td> <td>2,0</td> <td>1,8</td> <td>1,6</td> <td>1,4</td> <td>1,2</td> <td>1,0</td> <td>0,8</td> <td>0,6</td> </tr> <tr> <td>t, s</td> <td>18</td> <td>47</td> <td>83</td> <td>123</td> <td></td> <td>215</td> <td>280</td> <td>350</td> <td>426</td> <td>520</td> <td>633</td> <td>801</td> </tr> </table> <p>$C_3 = 33 \mu F$</p> <table border="1" data-bbox="178 1565 1267 1644"> <tr> <td>U, V</td> <td>2,8</td> <td>2,6</td> <td>2,4</td> <td>2,2</td> <td>2,0</td> <td>1,8</td> <td>1,6</td> <td>1,4</td> <td>1,2</td> <td>1,0</td> <td>0,8</td> <td>0,6</td> </tr> <tr> <td>t, s</td> <td>8</td> <td>26</td> <td>47</td> <td>72</td> <td>100</td> <td>132</td> <td>170</td> <td>222</td> <td>262</td> <td>322</td> <td>336</td> <td>490</td> </tr> </table> <p>$C_4 = 10 \mu F$</p> <table border="1" data-bbox="178 1727 1267 1805"> <tr> <td>U, V</td> <td>2,8</td> <td>2,6</td> <td>2,4</td> <td>2,2</td> <td>2,0</td> <td>1,8</td> <td>1,6</td> <td>1,4</td> <td>1,2</td> <td>1,0</td> <td>0,8</td> <td>0,6</td> </tr> <tr> <td>t, s</td> <td>3</td> <td>9</td> <td>16</td> <td>24</td> <td>34</td> <td>44</td> <td>56</td> <td>69</td> <td>86</td> <td>106</td> <td>132</td> <td>163</td> </tr> </table> <p>C_x</p> <table border="1" data-bbox="178 1888 1267 1966"> <tr> <td>U, V</td> <td>2,8</td> <td>2,6</td> <td>2,4</td> <td>2,2</td> <td>2,0</td> <td>1,8</td> <td>1,6</td> <td>1,4</td> <td>1,2</td> <td>1,0</td> <td>0,8</td> <td>0,6</td> </tr> <tr> <td>t, s</td> <td>6</td> <td>20</td> <td>37</td> <td>56</td> <td>77</td> <td>101</td> <td>129</td> <td>160</td> <td>197</td> <td>241</td> <td>295</td> <td>365</td> </tr> </table>	U, V	2,8	2,6	2,4	2,2	2,0	1,8	1,6	1,4	1,2	1,0	0,8	0,6	t, s	18	47	83	123		215	280	350	426	520	633	801	U, V	2,8	2,6	2,4	2,2	2,0	1,8	1,6	1,4	1,2	1,0	0,8	0,6	t, s	8	26	47	72	100	132	170	222	262	322	336	490	U, V	2,8	2,6	2,4	2,2	2,0	1,8	1,6	1,4	1,2	1,0	0,8	0,6	t, s	3	9	16	24	34	44	56	69	86	106	132	163	U, V	2,8	2,6	2,4	2,2	2,0	1,8	1,6	1,4	1,2	1,0	0,8	0,6	t, s	6	20	37	56	77	101	129	160	197	241	295	365	1,0 p. 1,0 p. 1,0 p. 1,0 p.	4,0 p.
U, V	2,8	2,6	2,4	2,2	2,0	1,8	1,6	1,4	1,2	1,0	0,8	0,6																																																																																															
t, s	18	47	83	123		215	280	350	426	520	633	801																																																																																															
U, V	2,8	2,6	2,4	2,2	2,0	1,8	1,6	1,4	1,2	1,0	0,8	0,6																																																																																															
t, s	8	26	47	72	100	132	170	222	262	322	336	490																																																																																															
U, V	2,8	2,6	2,4	2,2	2,0	1,8	1,6	1,4	1,2	1,0	0,8	0,6																																																																																															
t, s	3	9	16	24	34	44	56	69	86	106	132	163																																																																																															
U, V	2,8	2,6	2,4	2,2	2,0	1,8	1,6	1,4	1,2	1,0	0,8	0,6																																																																																															
t, s	6	20	37	56	77	101	129	160	197	241	295	365																																																																																															
2.6.	Reprezentați grafic, pe hârtie milimetrică, în aceeași figură, dependențele $U = f(t)$ pentru fiecare condensator. (vezi Figura din pagina 10)	5x0,5p.	2,5p.																																																																																																								

Ministerul Educației Culturii și Cercetării al Republicii Moldova
Agencia Națională pentru Curriculum și Evaluare
OLIMPIADA REPUBLICANĂ LA FIZICĂ, EDIȚIA LIV

CHIȘINĂU, 20– 23 aprilie 2018

Proba teoretică ORF 2018,

clasa a 12

2.7.	Analizați dependențele $U = f(t)$ și trageți concluzii. <ol style="list-style-type: none"> 1. Pentru rezistența de descarcare $R = const$ procesul de descarcare este mai rapid la valorii de t mici și mai lent la valori de t mari. 2. Pentru aceeași R cu creșterea valorii capacității C viteza de descărcare în timp se micșorează. 	1,0 p.	1,0 p.
2.8.	Stabiliți dacă există sau nu corelație între concluziile din Punctul 1.4 și concluziile din Punctul 2.7. Între concluziile din Punctul 1.4 și din Punctul 2.7 există corelație perfectă	0,5 p.	0,5 p.
3.	De determinat valoarea capacității condensatorului C_x.	4,5 p.	4,5 p.
3.1.	Analizați graficele obținute în Punctul 2.6 și propuneți metoda, prin care construind dependența $C = f(t)$ (dreapta de calibrare) devine posibil de determinat valoarea capacității necunoscute. <p>-analiza Se observă că durată descărcării de la tensiunea maximă până la o anumită tensiune U_0 depinde de valoarea capacității condensatorului</p> <p>-metoda Se trasează o dreaptă paralelă cu axa timpului pentru o anumită tensiunea constantă U_0. Din graficul găsim valorile pentru a construi $C = f(t)$.</p> <p>-dreapta de calibrare $C = f(t)$ (vezi Figura din pagina 10)</p>	1,0 p.	3,0 p.
3.2.	Determinați valoarea capacității necunoscute folosind dreapta de calibrare. $C_x = 22 \mu F$	1,0 p.	1,0 p.
3.3.	Estimați eroarea absolută și relativă a capacității necunoscute și scrieți rezultatul final. $\Delta C_x = 0.5 \mu F, \varepsilon_r = \frac{\Delta C_x}{C_x}, \varepsilon_r = \frac{0.5}{22} = 0.02 = 2\%$ Rezultatul final: $C_x = (22.0 \pm 0.5) \mu F$	0,5 p.	0,5 p.

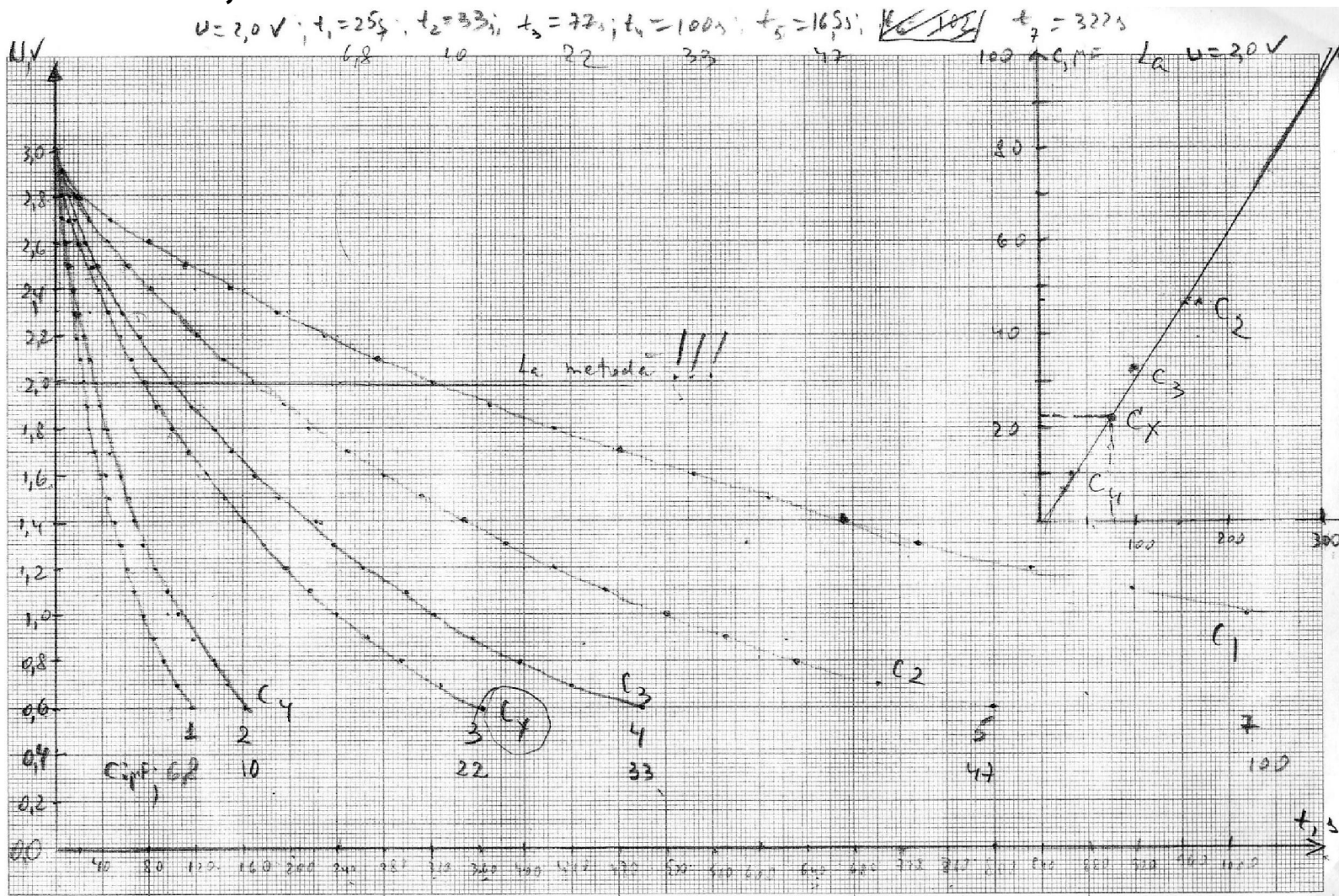
Orice altă soluție corectă, logică, în deplin acord cu legile fizicii și care permite obținerea unor rezultate asemănătoare va fi apreciată cu punctajul maximal.

OLIMPIADA REPUBLICANĂ LA FIZICĂ, EDIȚIA LIV

CHIȘINĂU, 20–23 aprilie 2018

Proba practică ORF 2018,

clasa a 12



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

CHIȘINĂU, 20– 23 aprilie 2018

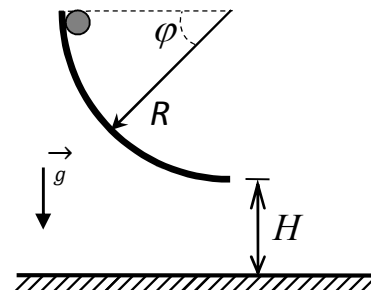
Теоретический тур ORF 2018,

12 класс

Задача 1

(10,0 б.)

Однородный шарик радиуса $r = 1 \text{ cm}$ скатывается без проскальзывания с трамплина в виде дуги окружности радиуса $R = 50 \text{ cm}$ (см. рис.). Момент инерции на единицу массы шарика $I_m = 2r^2 / 5$, $L_m = I_m \dot{\varphi}$. Начальная скорость шарика равна нулю. Трамплин в вертикальном положении поднят над горизонтальной плоскостью стола на высоту $H = 10 \text{ cm}$, коэффициент трения шарика на трамплине $\mu = 0,8$. Найдите максимальное расстояние L между первым и вторым касанием стола шариком и определите соответствующие условия.



Задача 2

(10,0 б.)

Инжекция электронов в высокоомных полупроводниках и изоляторах с инжекционными контактами определяет плотность тока j униполярных полевых приборов. Рассмотрим конденсатор с инжектирующим катодом и идеальным диэлектриком диэлектрической проницаемости ε . Такой конденсатор является аналогом термоэлектронного вакуумного диода. Его емкость равна $C = \alpha C_0$. Здесь $C_0 = \varepsilon \varepsilon_0 S / d$ - емкость конденсатора без учета инжекции электронов. Найдите вольтамперную характеристику и константу α , считая, что электронное облако в диэлектрике полностью экранирует катод. Используйте следующие обозначения: напряжение на конденсаторе $U = \varphi(d)$, расстояние между катодом и анодом d , время между последовательными столкновениями электрона в диэлектрике τ , заряд и масса электрона e и m , скорость v концентрация n , расстояние от катода до электрона x , напряженность электрического поля $E(x)$. Закон Гаусса для плоского конденсатора имеет вид $\varepsilon \varepsilon_0 S (E(x) - E(0)) = Q$.

Задача 3

(10,0 б.)

Прозрачный сосуд в форме цилиндра высоты h с идеальным газом, молярная масса которого M , привели во вращательное движение вокруг оси цилиндра с угловой скоростью ω . Показатель преломления газа n зависит от его плотности ρ по закону $n = 1 + \alpha \rho$, где α - константа. Вдоль оси на цилиндр падает световой пучок радиуса r_b . Давление газа в центре вращающегося сосуда равно P_0 . Вращающийся сосуд для узкого параллельного пучка света служит линзой.

1. Является линза собирающей, или рассеивающей? (1,0 б.)
 2. Чему равно фокусное расстояние линзы? (8,0 б.)
 3. Определите радиус пятна R_b на экране, расположенном перпендикулярно оптической оси на расстоянии L от сосуда. (1,0 б.)
- Влиянием торцов цилиндра на ход лучей пренебречь.

Задачи составлены:
dr. hab., prof. univ. Alexandr Cliucanov
dr. hab., conf. cerc. Denis Nica
lector univ. Calina Isacova

Universitatea de Stat din Moldova

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

CHIȘINĂU, 20–23 aprilie 2018

Теоретический тур ORF 2018,

Задача 1

12 класс

(10,0 баллов)

Решение

По условию шарик катится без проскальзывания. Следовательно

$$v = \omega r = (R - r)\dot{\varphi} = R_c \dot{\varphi}, \quad (0,5 \text{ б.})$$

Уравнения динамики шарика имеют вид

$$m\dot{v} = mg \cos \varphi - F_{fr}, \quad rF_{fr} = I\dot{\omega} = IR_c \dot{\varphi} / r, \quad F_{fr} = 2m\dot{v} / 5, \quad \dot{v} = 5g \cos \varphi / 7, \quad F_{fr} = 2mg \cos \varphi / 7 \quad (1,0 \text{ б.})$$

С уменьшением угла φ сила трения покоя возрастает до максимальной величины равной силе трения скольжения

$$F_{fr} = \mu N, \quad N = mg \sin \varphi + mv^2 / R_c. \quad (0,5 \text{ б.})$$

При $v = 0$ легко находим

$$\mu \sin \varphi_0 = 2 \cos \varphi_0 / 7, \quad (0,5 \text{ б.})$$

а следовательно:

$$\operatorname{tg} \varphi_0 = 2 / 7 \mu = 0,357, \quad \varphi_0 = 0,343 \text{ rad} = 19^\circ 34', \quad \sin \varphi_0 = 0,3363 \quad (0,5 \text{ б.})$$

Если шарик отпустить из положения с меньшим углом $\varphi_0 < 0,343 \text{ rad}$, движение будет происходить с проскальзыванием. Скорость шарика можно найти из закона сохранения энергии:

$$gR_c(\sin \varphi - \sin \varphi_0) = 7v^2 / 10. \quad (1,0 \text{ б.})$$

Шарик вылетает с горки со скоростью:

$$v_0 = (10gR_c(1 - \sin \varphi_0) / 7)^{1/2} = 2,135 \text{ m/s}, \quad \omega_0 = 213,5 \text{ rad/s}. \quad (0,5 \text{ б.})$$

Рассмотрим первое касание шарика о стол. Вертикальная компонента скорости меняется скачком от значения:

$$v_y = -\sqrt{2gH} \text{ до } v'_y = \sqrt{2gH'}. \quad (0,5 \text{ б.})$$

Следовательно:

$$\Delta v_y = \sqrt{2gH}(1 + c), \quad c = \sqrt{H/H'}. \quad (0,5 \text{ б.})$$

Изменения Δv_x и $\Delta \omega$ связаны между собой

$$m\dot{v}_x = F_x - rF_x = I\dot{\omega}_x, \quad r\Delta v_x + I_m \Delta \omega = 0. \quad (1,0 \text{ б.})$$

Вращательное движение трансформируется в поступательное. Закон сохранения энергии при ударе позволяет найти количество теплоты, выделившееся при ударе на единицу массы шарика

$$Q_m = g(H - H') - 7(\Delta v_x)^2 / 4 = gH(1 - c^2 - 7(\Delta v_x)^2 / 4gH). \quad (1,0 \text{ б.})$$

Расстояние L будет максимальным при условии, что

$$Q_m = 0, \quad \Delta v_x = \sqrt{4gH(1 - c^2)} / 7, \quad L = 2v_x v'_y / g. \quad (0,5 \text{ б.})$$

Подставляя числовые значения, получим $L = 0,61c(1 + 0,35\sqrt{1 - c^2})$. (0,5 б.)

Максимум функции $L(c)$ находим по известным правилам из уравнения $L'(c) = 0$. В результате получим

$$c^2 = 0,5 \left(1 + 0,5 \left[1 + \sqrt{1 + 2(0,35)^2} \right]^2 \right), \text{ а следовательно } c = 0,786, \quad L = 58,3 \text{ cm} \quad (0,5 \text{ б.})$$

при условии $Q_m = 0$, и $\mu' > 0,185$.

Здесь μ' коэффициент трения между шариком и поверхностью стола. Действительно, сила трения покоя F_x не должна превосходить силу трения скольжения, так как удар должен быть без тепловых потерь. При

$$F_x = \mu' N', \quad \mu' = \Delta v_x / \Delta v'_y = (2/7)^{1/2} \sqrt{(1 - c^2)} / (1 + c) = 0,185. \quad (1,0 \text{ б.})$$

Сила трения покоя F_x направлена вдоль направления движения в соответствии с эффектом Магнуса.

Ответ: $L = 58,3 \text{ cm}$ при $\mu' > 0,185$.

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

CHIȘINĂU, 20– 23 aprilie 2018

Теоретический тур ORF 2018,

Задача 2

12 класс

(10,0 баллов)

Решение

По определению плотность тока равна $j = ev(x)n(x)$, $v(x) = j/en(x)$, (1,0 б.)

причем концентрация электронов и их средняя скорость зависят от расстояния между катодом и электроном x при постоянстве плотности тока. С другой стороны, как известно из элементарной теории, $v(x) = e\tau E(x)/m$. (0,5 б.)

Таким образом, $n(x) = jm/e^2\tau E(x)$. (0,5 б.)

Считая $\alpha = 1$, оценим $n = jmd/e^2\tau U = C_0U/eSd$, откуда сразу следует:

$$j = \frac{e\tau}{m} \varepsilon\varepsilon_0 \frac{U^2}{d^3}, \frac{U^2}{d^3} = \frac{\varphi(x)^2}{x^3} = \text{const}, E(x) \approx x^{1/2}. \quad (1,5 \text{ б.})$$

Полученная оценка отличается, как мы увидим, от точного решения на множитель порядка единицы.

Используя закон Гаусса с учетом условия $E(0)=0$, находим уравнение $E(x) = \frac{Q(x)}{S\varepsilon\varepsilon_0} = \frac{jm}{e\tau\varepsilon\varepsilon_0} \int_0^x \frac{dx}{E(x)}$. (1,0 б.)

Решением этого уравнения является функция: $E(x) = \left(\frac{2jm}{e\tau\varepsilon\varepsilon_0} x \right)^{1/2}$. (0,5 б.)

Действительно, в соответствии с проведенной оценкой ищем решение в виде $E(x) = (bx)^{1/2}$ и определяем постоянную b . Следовательно, потенциал электрического поля равен:

$$\varphi(x) = \frac{2}{3} \left(\frac{2jm}{e\tau\varepsilon\varepsilon_0} \right)^{1/2} x^{3/2}, \varphi(d) = U. \quad (1,5 \text{ б.})$$

Ток, ограниченный пространственным зарядом, характеризуется вольтамперной характеристикой в виде:

$$j = \frac{9e\tau}{8m} \varepsilon\varepsilon_0 \frac{U^2}{d^3}. \quad (1,0 \text{ б.})$$

Ёмкость конденсатора находим из уравнения:

$$Q(d) = \frac{jms}{e\tau} \int_0^d \frac{dx}{E(x)} = \frac{3}{2} C_0 U, \alpha = \frac{3}{2}. \quad (2,0 \text{ б.})$$

Электронное облако приводит к уменьшению эффективного расстояния $d_{ef} = 2d/3$ между обкладками конденсатора. (0,5 б.)

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

CHIȘINĂU, 20– 23 aprilie 2018

Теоретический тур ORF 2018,

Задача 3

12 класс

(10,0 баллов)

Решение

Разность давлений ΔP на расстоянии r от оси цилиндра обеспечивает центростремительное ускорение элемента объема газа ΔV .

Уравнение Ньютона

$$\rho \Delta V a = \Delta P \Delta S \quad (0,5 \text{ б.})$$

преобразуется к виду

$$\frac{dP}{dr} = \rho \omega^2 r = \frac{PM}{RT} \omega^2 r. \quad (1,0 \text{ б.})$$

Давление газа увеличивается от центра к периферии цилиндра по закону

$$P(r) = P_0 \exp\left(\frac{M\omega^2 r^2}{2RT}\right). \quad (1,0 \text{ б.})$$

Таким образом:

$$\rho(r) = \rho_0 \exp\left(\frac{M\omega^2 r^2}{2RT}\right), \rho_0 = \frac{P_0 M}{RT}, n = 1 + \alpha \rho_0 \exp\left(\frac{M\omega^2 r^2}{2RT}\right). \quad (0,5 \text{ б.})$$

С увеличением расстояния r от оси цилиндра показатель преломления растет. (0,5 б.)

Рассмотрим луч, проходящий через сосуд вдоль его оси. Согласно закону преломления Снеллиуса $n \sin \vartheta = \text{const}$ луч отклоняется в сторону оптически более плотной среды, а следовательно

1. *Линза является рассеивающей.* (1,0 б.)

Из закона преломления света находим:

$$n(r + \Delta r) \sin(\vartheta - \Delta \vartheta) = n(r) \sin(\vartheta), \quad n'(r) \sin(\vartheta) \Delta r = n(r) \cos(\vartheta) \Delta \vartheta \quad (1,5 \text{ б.})$$

Крайний луч $r = r_b$ определяет отклонение луча на выходе из сосуда в соответствии с уравнением

$$\Delta r \operatorname{tg}(\vartheta) = h, \quad n'(r_b) h / n(r_b) = \Delta \vartheta = r_b / F. \quad (1,5 \text{ б.})$$

Фокусное расстояние линзы равно:

$$2. F = \frac{1}{\alpha P_0 h} \left(\frac{RT}{M\omega}\right)^2 \exp\left(-\frac{M\omega^2 r^2}{2RT}\right) \quad (1,5 \text{ б.})$$

Используя полученные результаты, находим размеры пятна на экране:

$$3. R_b = r_b + L \Delta \vartheta = r_b (1 + L / F) = r_b \left(1 + \alpha P_0 h L \left(\frac{M\omega}{RT}\right)^2 \exp\left(\frac{M\omega^2 r^2}{2RT}\right)\right) \quad (1,0 \text{ б.})$$

OLIMPIADA REPUBLICANĂ LA FIZICĂ, EDIȚIA LIV

CHIȘINĂU, 20 aprilie –23 aprilie 2018

Proba practică ORF 2018,

clasa a 12

Задача

(20 баллов)

Тема: Изучение процесса разрядки конденсатора. [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;
- Мультиметр должен быть включен только во время измерений;
- После выполнения работы всё оборудование сдается ассистентам.

Введение:

Конденсаторы являются пассивными элементами электрической цепи, характеризующиеся постоянным отношением заряда, накопленного на обкладках, к разнице потенциалов между ними, называемым ёмкостью. Конденсаторы широко используются в электротехнике, электронике и микроэлектронике. Без конденсаторов невозможно представить работу даже самой простой электрической цепи. Поэтому изучение разрядки конденсатора представляет интерес.

Оборудование и материалы:

5. Цифровой мультиметр с режимом тестирования диодов (символ ) , модели DT – 832 с измерительными щупами и с встроенным источником стабильного напряжения в 3,0 В;
6. Набор из 5 конденсаторов различной ёмкости (ёмкость одного из конденсаторов C_x – неизвестна);
7. 2 соединительных провода с зажимом типа «крокодил» различных цветов (красный и чёрный или белый и зелёный);
8. Миллиметровая бумага формата А4 – 2 листа.

Ход работы:


Соберите простую электрическую цепь, состоящую из источника напряжения, встроенного в мультиметр и конденсатора из набора с известной ёмкостью:

1. Установите переключатель в положение „OFF”;
2. Подсоедините красный кабель с измерительным щупом к выходу „VΩmA”, а чёрный кабель – выходу „COM”;
3. Соединительный чёрного (зелёного) цвета кабель с зажимом типа крокодил подсоедините к короткой ножке конденсатора, а красный (белый) к длинной ножке конденсатора;
4. Кабель красного (белого) цвета соедините с измерительным щупом красного цвета, а чёрный (зелёный) со щупом чёрного цвета.

Используя имеющееся оборудование выполните следующие задания.

1. Изучение процессов зарядки и разрядки конденсатора

[5,5 балла]

1.1. Зарядите выбранный конденсатор, включив мультиметр в режим «Тест диодов»  приблизительно на 3 секунды. (0,5 балла)

1.2. Соберите цепь для разрядки конденсатора. Для этого отключите чёрный кабель от мультиметра и установите переключатель в положение измерения напряжения «20 DCV», затем подключите чёрный кабель обратно. (0,5 балла)

OLIMPIADA REPUBLICANĂ LA FIZICĂ, EDIȚIA LIV

CHIȘINĂU, 20 aprilie –23 aprilie 2018

Proba practică ORF 2018,

clasa a 12

- 1.3. Наблюдайте за показаниями мультиметра во время разрядки. Внимательно наблюдайте за максимальным значением напряжения. Значение должно приближаться к 3.0 В в идеальном случае (приемлимые значения 2.7 – 2.9 В) Повторите Пункты 1.1-1.3 2-3 раза, чтобы научиться правильно снимать показания. (1 балл)
- 1.4. Повторите Пункты 1.1-1.3 ещё для двух конденсаторов из набора и сделайте выводы. (2,5 балла)
- 1.5. Изобразите графически электрические схемы для зарядки и разрядки конденсатора. (1 балл)
2. Изучение количественных характеристик процесса разрядки конденсатора. [10 баллов]
- 2.1. Проверьте работу секундомера, запустив, остановив и перезапустив его. (0,25 балла)
- 2.2. Вначале выберите из набора конденсатор с максимальной ёмкостью и зарядите его согласно Пункту 1.1. (0,25 балла)
- 2.3. Составьте цепь для разрядки конденсатора как в Пункте 1.2, и одновременно с подсоединением чёрного кабеля запустите секундомер. (0,5 балла)
N.B.: Точность синхронизации очень важна для правильности измерений.
- 2.4. Наблюдая за процессом разрядки конденсатора, зафиксируйте не менее 10 пар значений времени и напряжения и запишите их в таблицу. (1 балл)
N.B.: Для облегчения измерений рекомендуется изначально внести в таблицу значения напряжения с определенным интервалом в удобном диапазоне (3.0 – 0.8 В).
- 2.5. Повторите Пункты 2.2 – 2.4 для остальных конденсаторов. (4 балла)
- 2.6. На миллиметровой бумаге изобразите на одном графике зависимости $U = f(t)$ для каждого конденсатора. (2,5 балла)
- 2.7. Проанализируйте зависимости $U = f(t)$ и сделайте выводы. (1 балл)
- 2.8. Установите, есть ли соответствие между выводами в Пунктах 1.4 и 2.7. (0,5 балла)
3. Определите значение ёмкости конденсатора C_x . [4,5 балла]
- 3.1. Проанализируйте зависимости полученные в Пункте 2.6 и предложите методику, по которой, построив зависимость $C = f(t)$ (калибровочная прямая), можно найти значение искомой ёмкости. (3 балла)
- 3.2. Определите значение неизвестной ёмкости, используя калибровочную прямую. (1 балл)
- 3.3. Оцените значения абсолютной и относительной погрешности для искомой ёмкости и запишите окончательный результат. (0,5 балла)

Задачу предложили:

Виорел ДУЦАК,

Константин АНТОНЮК,

Денис НИКА,

др. физ.-мат. наук,

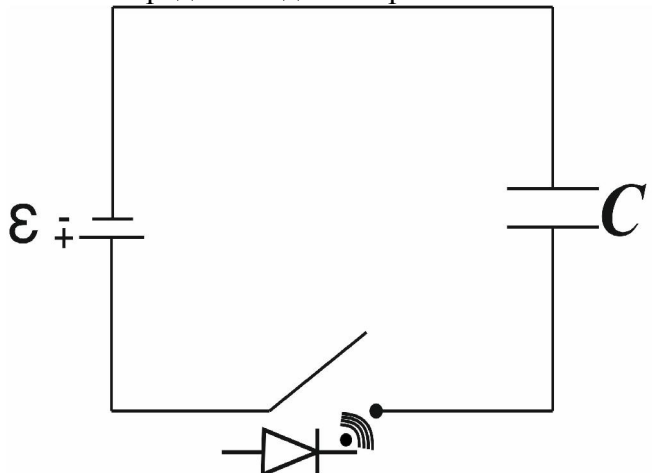
научный сотрудник,

др. хабилицат

физических наук

Молдавский Государственный Университет

Лист для ответов

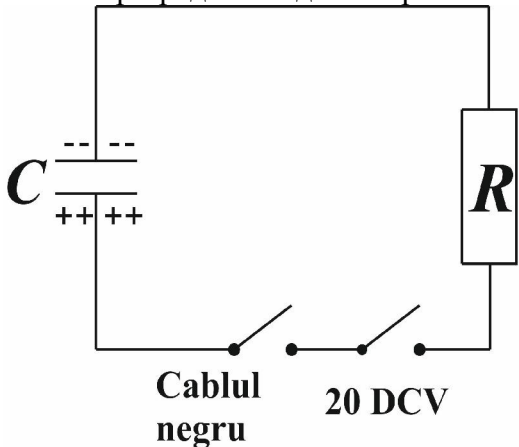
№	Решение	Частичный балл	Суммарный балл
Тема: Изучение процесса разрядки конденсатора. [20 баллов]			
1.	Изучение процессов зарядки и разрядки конденсатора.		5,5 б.
1.1.	Зарядите выбранный конденсатор, включив мультиметр в режим «Тест диодов»  приблизительно на 3 секунды.	0,5 б.	0,5 б.
1.2.	Соберите цепь для разрядки конденсатора. Для этого отключите чёрный кабель от мультиметра и установите переключатель в положение измерения напряжения «20 DCV», затем подключите чёрный кабель обратно.	0,5 б.	0,5 б.
1.3.	Наблюдайте за показаниями мультиметра во время разрядки. Внимательно наблюдайте за максимальным значением напряжения. Значение должно приближаться к 3.0 В в идеальном случае (приемлимые значения 2.7 – 2.9 В) Повторите Пункты 1.1-1.3 2-3 раза, чтобы научиться правильно снимать показания. $C_1 =$	1,0 б.	1,0 б.
1.4.	Повторите Пункты 1.1-1.3 ещё для двух конденсаторов из набора и сделайте выводы. - конденсатор 2: $C_2 =$ - конденсатор 3: $C_3 =$ - выводы: 3. Процесс разрядки более быстрый вначале и более медленный с течением времени 4. С ростом значения ёмкости C скорость разрядки падает	1,0 б. 1,0 б. 0,5 б.	2,5б.
1.5.	Изобразите графически электрические схемы для зарядки и разрядки конденсатора. - Схема зарядки конденсатора: 	0,5 б.	1,0 б.
		0,5 б.	

OLIMPIADA REPUBLICANĂ LA FIZICĂ, EDIȚIA LIV

CHIȘINĂU, 20 aprilie –23 aprilie 2018

Proba practică ORF 2018,

clasa a 12

	<p>- Схема разрядки конденсатора</p>  <p>Cablul negru 20 DCV</p>																																																																																																										
2.	Изучение количественных характеристик процесса разрядки конденсатора		10 б.																																																																																																								
2.1.	Проверьте работу секундомера, запустив, остановив и перезапустив его.	0,25 б.	0,25 б.																																																																																																								
2.2.	Вначале выберите из набора конденсатор с максимальной ёмкостью и зарядите его согласно Пункту 1.1.	0,25 б.	0,25 б.																																																																																																								
2.3.	Составьте цепь для разрядки конденсатора как в Пункте 1.2, и одновременно с подсоединением чёрного кабеля запустите секундомер.	0,5 б.	0,5 б.																																																																																																								
2.4.	<p>Наблюдая за процессом разрядки конденсатора, зафиксируйте не менее 10 пар значений времени и напряжения и запишите их в таблицу.</p> <p>$C_1 = 100 \mu\Phi$</p> <table border="1" data-bbox="178 1245 1267 1326"> <tr> <td>U, В</td> <td>2,8</td> <td>2,6</td> <td>2,4</td> <td>2,2</td> <td>2,0</td> <td>1,8</td> <td>1,6</td> <td>1,4</td> <td>1,2</td> <td>1,0</td> <td>0,8</td> <td>0,6</td> </tr> <tr> <td>t, с</td> <td>19</td> <td>80</td> <td>150</td> <td>230</td> <td>322</td> <td>426</td> <td>543</td> <td>677</td> <td>832</td> <td>1017</td> <td></td> <td></td> </tr> </table>	U, В	2,8	2,6	2,4	2,2	2,0	1,8	1,6	1,4	1,2	1,0	0,8	0,6	t, с	19	80	150	230	322	426	543	677	832	1017			1,0 б.	1,0 б.																																																																														
U, В	2,8	2,6	2,4	2,2	2,0	1,8	1,6	1,4	1,2	1,0	0,8	0,6																																																																																															
t, с	19	80	150	230	322	426	543	677	832	1017																																																																																																	
2.5.	<p>Повторите Пункты 2.2 – 2.4 для остальных конденсаторов.</p> <p>$C_2 = 47 \mu\Phi$</p> <table border="1" data-bbox="178 1453 1267 1534"> <tr> <td>U, В</td> <td>2,8</td> <td>2,6</td> <td>2,4</td> <td>2,2</td> <td>2,0</td> <td>1,8</td> <td>1,6</td> <td>1,4</td> <td>1,2</td> <td>1,0</td> <td>0,8</td> <td>0,6</td> </tr> <tr> <td>t, с</td> <td>18</td> <td>47</td> <td>83</td> <td>123</td> <td></td> <td>215</td> <td>280</td> <td>350</td> <td>426</td> <td>520</td> <td>633</td> <td>801</td> </tr> </table> <p>$C_3 = 33 \mu\Phi$</p> <table border="1" data-bbox="178 1617 1267 1697"> <tr> <td>U, В</td> <td>2,8</td> <td>2,6</td> <td>2,4</td> <td>2,2</td> <td>2,0</td> <td>1,8</td> <td>1,6</td> <td>1,4</td> <td>1,2</td> <td>1,0</td> <td>0,8</td> <td>0,6</td> </tr> <tr> <td>t, с</td> <td>8</td> <td>26</td> <td>47</td> <td>72</td> <td>100</td> <td>132</td> <td>170</td> <td>222</td> <td>262</td> <td>322</td> <td>336</td> <td>490</td> </tr> </table> <p>$C_4 = 10 \mu\Phi$</p> <table border="1" data-bbox="178 1780 1267 1861"> <tr> <td>U, В</td> <td>2,8</td> <td>2,6</td> <td>2,4</td> <td>2,2</td> <td>2,0</td> <td>1,8</td> <td>1,6</td> <td>1,4</td> <td>1,2</td> <td>1,0</td> <td>0,8</td> <td>0,6</td> </tr> <tr> <td>t, с</td> <td>3</td> <td>9</td> <td>16</td> <td>24</td> <td>34</td> <td>44</td> <td>56</td> <td>69</td> <td>86</td> <td>106</td> <td>132</td> <td>163</td> </tr> </table> <p>C_x</p> <table border="1" data-bbox="178 1944 1267 2024"> <tr> <td>U, В</td> <td>2,8</td> <td>2,6</td> <td>2,4</td> <td>2,2</td> <td>2,0</td> <td>1,8</td> <td>1,6</td> <td>1,4</td> <td>1,2</td> <td>1,0</td> <td>0,8</td> <td>0,6</td> </tr> <tr> <td>t, с</td> <td>6</td> <td>20</td> <td>37</td> <td>56</td> <td>77</td> <td>101</td> <td>129</td> <td>160</td> <td>197</td> <td>241</td> <td>295</td> <td>365</td> </tr> </table>	U, В	2,8	2,6	2,4	2,2	2,0	1,8	1,6	1,4	1,2	1,0	0,8	0,6	t, с	18	47	83	123		215	280	350	426	520	633	801	U, В	2,8	2,6	2,4	2,2	2,0	1,8	1,6	1,4	1,2	1,0	0,8	0,6	t, с	8	26	47	72	100	132	170	222	262	322	336	490	U, В	2,8	2,6	2,4	2,2	2,0	1,8	1,6	1,4	1,2	1,0	0,8	0,6	t, с	3	9	16	24	34	44	56	69	86	106	132	163	U, В	2,8	2,6	2,4	2,2	2,0	1,8	1,6	1,4	1,2	1,0	0,8	0,6	t, с	6	20	37	56	77	101	129	160	197	241	295	365	1,0 б. 1,0 б. 1,0 б. 1,0 б.	4,0 б.
U, В	2,8	2,6	2,4	2,2	2,0	1,8	1,6	1,4	1,2	1,0	0,8	0,6																																																																																															
t, с	18	47	83	123		215	280	350	426	520	633	801																																																																																															
U, В	2,8	2,6	2,4	2,2	2,0	1,8	1,6	1,4	1,2	1,0	0,8	0,6																																																																																															
t, с	8	26	47	72	100	132	170	222	262	322	336	490																																																																																															
U, В	2,8	2,6	2,4	2,2	2,0	1,8	1,6	1,4	1,2	1,0	0,8	0,6																																																																																															
t, с	3	9	16	24	34	44	56	69	86	106	132	163																																																																																															
U, В	2,8	2,6	2,4	2,2	2,0	1,8	1,6	1,4	1,2	1,0	0,8	0,6																																																																																															
t, с	6	20	37	56	77	101	129	160	197	241	295	365																																																																																															

OLIMPIADA REPUBLICANĂ LA FIZICĂ, EDIȚIA LIV

CHIȘINĂU, 20 aprilie –23 aprilie 2018

Proba practică ORF 2018,**clasa a 12**

2.6.	На миллиметровой бумаге изобразите на одном графике зависимости $U = f(t)$ для каждого конденсатора: (см. Рисунок на странице 20).	5x0,5 б.	2,5 б.
2.7.	Проанализируйте зависимости $U = f(t)$ и сделайте выводы. 3. Для сопротивления при разрядке $R = const$ процесс разрядки более быстрый при меньших значениях t и более медленный для больших t . 4. Для одинакового значения R с ростом ёмкости конденсатора C скорость разрядки со временем уменьшается.	1,0 б.	1,0 б.
2.8.	Установите, есть ли соответствие между выводами в Пунктах 1.4 и 2.7. Выводы в Пунктах 1.4 и 2.7 соответствуют.	0,5 б.	0,5 б.
3.	Определите значение ёмкости конденсатора C_x.	4,5 б.	4,5 б.
3.1.	Проанализируйте зависимости полученные в Пункте 2.6 и предложите методику, по которой, построив зависимость $C = f(t)$ (калибровочная прямая), можно найти значение искомой ёмкости. -анализ Время разрядки от максимального значения напряжения до некоторого значения U_0 зависит от ёмкости конденсатора. -метод Необходимо провести прямую параллельную оси времени для некоторого значения U_0 . Из графика находим значения для построения $C = f(t)$. - калибровочная прямая $C = f(t)$: см. Рисунок на странице 20.	1,0 б. 1,0 б. 1,0 б.	3,0 б.
3.2.	Определите значение неизвестной ёмкости, используя калибровочную прямую. $C_x = 22 \mu F$	1,0 б.	1,0 б.
3.3.	Оцените значения абсолютной и относительной погрешности для искомой ёмкости и запишите окончательный результат. $\Delta C_x = 0.5 \mu F$, $\varepsilon_r = \frac{\Delta C_x}{C_x}$, $\varepsilon_r = \frac{0.5}{22} = 0.02 = 2\%$ Окончательный результат: $C_x = (22.0 \pm 0.5) \mu F$	0,5 б.	0,5 б.

Любое другое правильное и логичное решение, находящееся 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 LIV

CHIȘINĂU, 20 aprilie – 23 aprilie 2018

Proba practică ORF 2018

clasa a 12

