

Concursul de fizică „ȘtefanProcopiu” al elevilor români de pretutindeni

Ediția a XXV-a

Etapa județeană, Iași, 30martie 2019

Secțiunea: I, clasa a XII- a

Sunt obligatorii toate subiectele din două arii tematice dintre cele patru prevăzute de programă, adică: A. MECANICĂ, B. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ, C. PRODUCEREA ȘI UTILIZAREA CURENTULUI CONTINUU, D. OPTICĂ

Istoria Fizicii (3 puncte)

Răspundeți la următoarele întrebările:

1. Cum și unde își petrecea vacanțele mari Ștefan Procopiu?
2. Ce face Ștefan Procopiu după absolvirea facultății?
3. Cu ce mare fizician colaborează pentru prima dată Ștefan Procopiu la Paris?
4. Unde continuă Nicolae Vasilescu-Karpen studiile după terminarea liceului?
5. La ce universitate din Franța lucrează savantul Nicolae Vasilescu-Karpen după terminarea studiilor?
6. Ce realizare deosebită are savantul Nicolae Vasilescu-Karpen în domeniul generatoarelor electrice?

Propunători subiecte

Prof.Voinea Dolores - Colegiul Tehnic "Ioan C. Ștefănescu" Iași

Prof. Gavril Roxana – Colegiul Tehnic "Ioan C. Ștefănescu" Iași

Prof. Bojoga Cristinela - Liceul Tehnologic „Petru Poni” Iași

Prof. Baban Daniela - Colegiul Tehnic de Electronică și Telecomunicații „Gheorghe Mârzescu” Iași

Prof. Apintei Liliana – Colegiul Tehnic "Ioan C. Ștefănescu" Iași

A. MECANICĂ

Se consideră accelerația gravitațională $g = 10 \text{ m/s}^2$.

SUBIECTUL I (15 puncte)

Pentru itemii 1-5 scrieți pe foaia de răspuns litera corespunzătoare răspunsului corect.

1. Viteza sunetului în aer este $c = 1224 \text{ km/h}$. Această viteză exprimată în funcție de unități fundamentale este:

a. 320 m/s b. 340 m/s c. 360 m/s d. 380 m/s

2. Un copil cu masa m_1 aleargă de două ori mai repede decât un alt copil cu masa m_2 , iar energiile cinetice ale celor 2 copii sunt egale. Între masele celor doi copii există relația:

a. $m_1 = m_2$; b. $m_2 = 2m_1$; c. $m_2 = 3m_1$; d. $m_2 = 4m_1$.

3. O minge de masă $m = 0,25 \text{ kg}$ cade vertical și lovește o suprafață orizontală cu viteza $v_1 = 20 \text{ m/s}$. Imediat după ce lovește suprafața, mingea are viteza $v_2 = 10 \text{ m/s}$, orientată vertical în sus. Dacă interacțiunea cu suprafața durează un timp $\Delta t = 1 \text{ ms}$, forța medie F cu care mingea acționează asupra suprafeței are modulul de aproximativ:

a. $F = 7500 \text{ N}$ b. $F = 4500 \text{ N}$ c. $F = 2500 \text{ N}$ d. $F = 500 \text{ N}$

4. Mărimea fizică a cărei unitate de măsură în Sistemul Internațional este N/m^2 :

- a. energia mecanică
- b. lucrul mecanic
- c. puterea mecanică
- d. modulul de elasticitate

5. Din vârful unui plan înclinat de înălțime $h = 2 \text{ m}$ alunecă cu frecare un corp cu masa $m = 2 \text{ kg}$. Lucrul mecanic efectuat de greutatea corpului până în momentul opririi în lungul planului orizontal este:

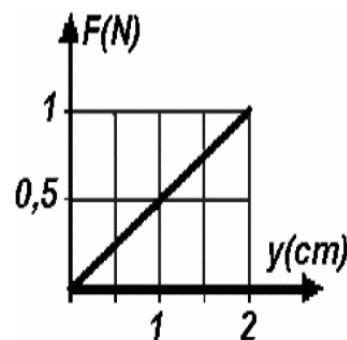
a. 80 J b. 60 J c. 40 J d. 20 J

SUBIECTUL II Rezolvați următoarea problemă: (15 puncte)

Un corp de mici dimensiuni, având masa $m = 0,1 \text{ kg}$, este suspendat la capătul inferior al unui resort elastic vertical, fixat la capătul superior. Modulul forței elastice din resort variază cu alungirea y a resortului conform graficului alăturat.

Determinați:

- a. valoarea forței elastice din resort în situația în care corpul suspendat este în echilibru;
- b. valoarea constantei elastice a resortului;
- c. valoarea alungirii absolute a resortului în situația în care corpul suspendat la capătul său este în echilibru.
- d. Presupunând că se fixează capătul liber al resortului de tavanul unui lift care se deplasează cu accelerația $a = 0,5 \text{ m/s}^2$ orientată în sus, determinați noua valoare a alungirii resortului



SUBIECTUL III Rezolvați următoarea problemă: (15 puncte)

Un tren cu masa $m = 200 \text{ t}$ se deplasează cu viteză constantă. Puterea locomotivei este $P = 400 \text{ kW}$, iar forțele de rezistență care acționează asupra trenului reprezintă 1% din greutatea acestuia. Să se determine:

- a. lucrul mecanic efectuat de forțele de rezistență la deplasarea pe distanța $d = 1200 \text{ m}$;
- b. energia cinetică a trenului;
- c. lucrul mecanic efectuat de locomotivă în 2 minute;
- d. la un moment dat este decuplat ultimul vagon, considerând că forțele de rezistență care acționează asupra acestuia reprezintă 1% din greutatea acestuia, calculați distanța parcursă de vagon din momentul desprinderii până în momentul opririi.

B. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ

SUBIECTUL I (15 puncte)

Pentru itemii 1-5 scrieți pe foaia de răspuns litera corespunzătoare răspunsului corect.

Se consideră: numărul lui Avogadro $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$, constanta gazelor ideale $R = 8,31 \text{ J/mol} \cdot \text{K}$.

1. Un gaz ideal primește căldură pe parcursul:

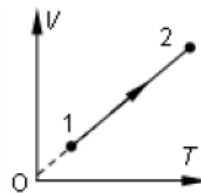
- unei comprimări izoterme
- unei destinderi adiabatice
- unui proces izobar în care volumul scade
- unui proces izocor în care presiunea crește

2. O bară din cupru are masa $m = 0,4 \text{ kg}$. Căldura specifică a cuprului are valoarea $c = 385 \text{ J/kg} \cdot \text{K}$. Capacitatea calorică a barei din cupru este egală cu:

- 154 J/K
- 308 J/K
- 481,25 J/K
- 962,5 J/K

3. În figura alăturată este redată dependența volumului unui gaz ideal de temperatura absolută. Dacă $v = \text{const.}$, atunci:

- presiunea gazului crește
- energia internă a gazului nu se modifică
- gazul cedează căldură
- presiunea gazului nu se modifică



4. Dacă simbolurile unităților de măsură sunt cele utilizate în manualele de fizică, unitatea de măsură a căldurii specifice este:

- $\text{J} \cdot \text{mol} \cdot \text{K}$
- $\text{J} \cdot \text{mol} \cdot \text{K}^{-1}$
- $\text{J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$
- $\text{J} \cdot \text{kg} \cdot \text{K}$

5. Un gaz ideal monoatomic trece din starea inițială A în starea finală B, prin mai multe transformări.

Cunoscând parametrii de stare $p_A = 3 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$, $V_A = 10 \text{ dm}^3$, $p_B = 10^5 \text{ N/m}^2$, $V_B = 25 \text{ dm}^3$ și $C_V = 1,5R$, variația energiei interne a gazului la trecerea din starea inițială în starea finală este:

- 450 J
- 550 J
- 650 J
- 750 J

SUBIECTUL II Rezolvați următoarea problemă: (15 puncte)

Într-un recipient de volum constant $V = 8 \text{ litri}$ se află oxigen, ($\mu = 32 \text{ g/mol}$), considerat gaz ideal, la temperatura $t = 15^\circ\text{C}$ și presiunea $p = 10^6 \text{ Pa}$. Determinați:

- masa de oxigen aflată în recipient;
- numărul de molecule de oxigen din unitatea de volum;
- cantitatea de substanță ce trebuie scoasă din recipient pentru ca presiunea să scadă de cinci ori, temperatura rămânând constantă;

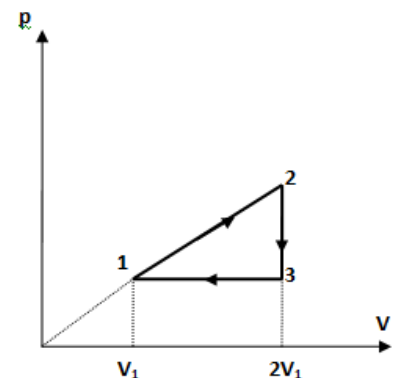
SUBIECTUL III Rezolvați următoarea problemă: (15 puncte)

O cantitate $v = 3 \text{ mol}$ de gaz ideal monoatomic ($C_V = 3R/2$) parcurge ciclul $1 \rightarrow 2 \rightarrow 3 \rightarrow 1$ reprezentat în coordonate $p - V$ în figura alăturată.

Temperatura absolută în starea 1 este $T_1 = 300 \text{ K}$. În transformarea $1 \rightarrow 2$, reprezentată printr-un segment dintr-o dreaptă ce trece prin origine, volumul gazului se dublează.

Determinați:

- energia internă a gazului în starea 3;
- căldura schimbată de gaz cu exteriorul în transformarea izobară
- căldura schimbată de gaz cu exteriorul în transformarea $1 \rightarrow 2$
- lucrul mecanic efectuat de gaz pe un ciclu



C. PRODUCEREA ȘI UTILIZAREA CURENTULUI CONTINUU

Se consideră: sarcina electrică elementară $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$

SUBIECTUL I (15 puncte)

Pentru itemii 1-5 scrieți pe foaia de răspuns litera corespunzătoare răspunsului corect.

1. Știind că simbolurile unităților de măsură sunt cele utilizate în manualele de fizică, unitatea de măsură pentru rezistivitatea electrică este:

- a. Ω b. $\Omega \cdot \text{m}$ c. $\Omega^{-1} \cdot \text{m}^{-1}$ d. $\Omega \cdot \text{m}^{-1}$

2. Un consumator care este conectat la rețea un timp $t = 10 \text{ min}$ consumă energia $W = 1200 \text{ J}$. Puterea electrică a acestuia este:

- a. 2 W b. 120 W c. 720 kW d. 12000 W

3. Știind că simbolurile mărimilor fizice sunt cele utilizate în manualele de fizică, pentru un fir conductor parcurs de un curent electric de intensitate I atunci când la bornele lui se aplică o tensiune U este corectă relația:

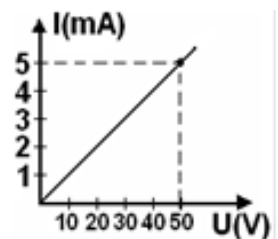
- a. $I \cdot S^{-1} = \rho^{-1} \cdot l^{-1} \cdot U$ b. $I \cdot S^{-1} = \rho^{-1} \cdot l \cdot U$ c. $I \cdot S = \rho^{-1} \cdot l^{-1} \cdot U$ d. $I \cdot S = \rho \cdot l^{-1} \cdot U$

4. Doi conductori electrici cilindrici liniari sunt confecționați din același material. Dacă raportul lungimilor celor două fire este $l_1 / l_2 = 4$, iar raportul diametrelor secțiunilor transversale este $d_1 / d_2 = 8$, atunci între rezistențele electrice ale celor două fire există relația:

- a. $R_1 = 16R_2$ b. $R_2 = 4R_1$ c. $R_1 = R_2 / 4$ d. $R_2 = 16R_1$

5. În figura alăturată este redată dependența intensității curentului electric ce trece printr-un rezistor de tensiunea aplicată la capetele rezistorului. Valoarea rezistenței electrice este egală cu:

- a. 10Ω b. $1 \text{ k}\Omega$ c. $10 \text{ k}\Omega$ d. $100 \text{ k}\Omega$



SUBIECTUL II Rezolvați următoarea problemă: (15 puncte)

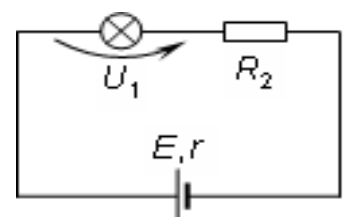
Un circuit are un generator de rezistență interioară $r = 1 \Omega$. La bornele acestuia se leagă o rezistență R_1 prin care trec $6 \cdot 10^{21}$ electroni în 8 minute, în paralel cu un alt rezistor având rezistența electrică $R_2 = 10 \Omega$ prin care trece un curent cu intensitatea $I_2 = 1 \text{ A}$. Determinați:

- intensitatea curentului ce trece prin rezistența R_1
- valoarea rezistenței R_1
- valoarea tensiunii electromotoare a generatorului
- valoarea indicației unui ampermetru real având rezistența internă $R_A = 2/3 \Omega$, conectat corespunzător, pentru măsurarea intensității curentului prin ramura principală a circuitului.

SUBIECTUL III Rezolvați următoarea problemă: (15 puncte)

În circuitul exterior al unei baterii de curent continuu cu rezistența interioară $r = 2 \Omega$ se conectează în serie un bec și un rezistor, așa cum se vede în figura alăturată. Tensiunea la bornele becului este $U_1 = 30 \text{ V}$, iar rezistența rezistorului $R_2 = 20 \Omega$. Știind că bateria furnizează circuitului exterior o putere electrică $P = 270 \text{ W}$, determinați:

- intensitatea curentului debitat de sursă
- energia consumată de bec în timpul $t = 2 \text{ h}$, exprimată în unități S.I. și în kWh
- puterea electrică totală furnizată de sursă
- randamentul transferului de putere de la sursă la circuitul exterior.



D. OPTICĂ

Se consideră: viteza luminii în vid $c = 3 \cdot 10^8$ m/s, constanta Planck $h = 6,6 \cdot 10^{-34}$ J·s, sarcina electrică elementară $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ C, masa electronului $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31}$ kg

SUBIECTUL I (15 puncte)

Pentru itemii 1-5 scrieți pe foaia de răspuns litera corespunzătoare răspunsului corect.

1. Un elev scapă un obiect într-un bazin cu apă ($n_{\text{apa}} = 4/3$). Privind obiectul aflat pe fundul bazinului, pe verticala locului unde se află acesta, elevul îl vede la adâncimea $h_{\text{apa}} = 1$ m. Adâncimea reală la care se află obiectul în apă este de aproximativ:

- a. 2,7 m b. 1,3 m c. 0,7 m d. 0,3 m

2. Unitatea de măsură în S.I. pentru mărimea fizică egală cu inversul convergenței unei lentile este:

- a. m b. m^{-1} c. m^{-2} d. m^{-3}

3. Raportul lungimilor de undă a două radiații luminoase este $\lambda_1/\lambda_2 = 2$. Raportul energiilor fotonilor celor două radiații, ϵ_1/ϵ_2 , are valoarea:

- a. 0,5 b. 1 c. 2 d. 4

4. O rază de lumină venind din aer ($n_{\text{aer}} = 1$) întâlnește o suprafață plană de sticlă. Unghiul dintre raza reflectată și suprafața de separare aer-sticlă este de 45° . Unghiul de refracție este de 30° . Valoarea indicelui de refracție al sticlei este de aproximativ:

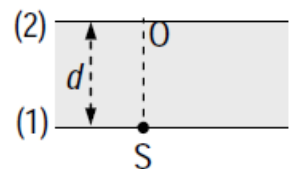
- a. 1,33 b. 1,41 c. 1,73 d. 2,5

5. Tensiunea de stopare a fotoelectronilor emiși de catodul metalic al unei celule fotoelectrice sub acțiunea unei radiații electromagnetice reprezintă:

- a. tensiunea directă aplicată pentru accelerarea electronilor în spațiul catod-anod;
b. tensiunea inversă aplicată pentru accelerarea fotonilor în spațiul catod-anod;
c. tensiunea directă aplicată pentru frânarea fotonilor în spațiul catod-anod;
d. tensiunea inversă aplicată pentru frânarea electronilor în spațiul catod-anod.

SUBIECTUL II Rezolvați următoarea problemă: (15 puncte)

Pe partea inferioară a unei plăci din sticlă de grosime $d = 2,82$ cm ($\cong 2\sqrt{2}$ cm) și indice de refracție $n = 1,73$ ($\cong \sqrt{3}$) se află o sursă de lumină monocromatică S de mici dimensiuni (vezi desenul alăturat). Placa este situată în aer ($n_{\text{aer}} = 1$).



- a. Calculați unghiul de refracție la ieșirea în aer a razei de lumină care, pornind de la sursa S, formează cu fața (2) un unghi $\alpha = 60^\circ$.
b. Aflați distanța de la punctul O până la punctul P în care raza de lumină se refractă de-a lungul feței (2) a plăcii.
c. Reprezentați mersul razei de lumină care ajunge la un observator care vede sursa sub un unghi $\beta = 60^\circ$ față de verticală.
d. Determinați la ce distanță față de sursa S vede imaginea S' a sursei S un observator care privește sursa de sus, pe verticala SO.

SUBIECTUL III Rezolvați următoarea problemă: (15 puncte)

O radiație cu lungimea de undă $\lambda = 300$ nm cade pe o plăcuță de litiu (lucrul mecanic de extracție caracteristic litiului este $3,68 \cdot 10^{-19}$ J). Determinați:

- a. energia cinetică maximă a fotoelectronilor emiși;
b. frecvența de prag pentru litiu;
c. numărul de cuante din radiația incidentă care transportă energia $E = 1$ J;
d. valoarea tensiunii de stopare a celor mai rapizi fotoelectroni extrași.