

**Examenul național de bacalaureat 2021**

**Proba E, d)**

**FIZICĂ**

Filiera teoretică – profilul real, Filiera vocațională – profilul militar

- 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
- Se acordă zece puncte din oficiu.
- Timpul de lucru efectiv este de trei ore.

**A. MECANICĂ**

**Testul 5**

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

**I. Pentru itemii 1-5 scrieți pe foaia de răspuns litera corespunzătoare răspunsului corect. (15 puncte)**

1. Unitatea de măsură a reacțiunii normale poate fi exprimată în forma:

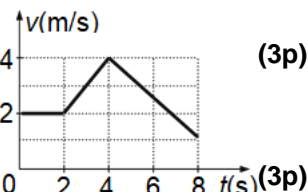
- a.  $\text{m} \cdot \text{kg} \cdot \text{s}^{-2}$       b.  $\text{m}^{-1} \cdot \text{kg} \cdot \text{s}^{-2}$       c.  $\text{m}^{-2} \cdot \text{kg} \cdot \text{s}^2$       d.  $\text{m} \cdot \text{kg} \cdot \text{s}^{-3}$       (3p)

2. Un fir elastic de masă neglijabilă, inițial nedeformat, fixat la un capăt, are constanta elastică  $k$ . Acționând la celălalt capăt cu o forță deformatoare lent crescătoare, firul se alungește cu  $\Delta\ell$ . Lucrul mecanic efectuat de forța deformatoare în timpul acestei alungiri este:

- a.  $k \cdot \Delta\ell$       b.  $k \cdot (\Delta\ell)^2$       c.  $\frac{k \cdot (\Delta\ell)^2}{2}$       d.  $\frac{k \cdot \Delta\ell}{2}$       (3p)

3. Viteza unui mobil aflat în mișcare rectilinie depinde de timp conform graficului din figura alăturată. Valoarea maximă a modulului accelerației este:

- a.  $0,75\text{m/s}^2$       b.  $1\text{m/s}^2$       c.  $2\text{m/s}^2$       d.  $4\text{m/s}^2$       (3p)



4. O elevă cu masa  $m = 60\text{kg}$  se află într-un lift care coboară uniform accelerat cu accelerația  $a = 2\text{m/s}^2$ . Forța de apăsare exercitată de elevă asupra podelei liftului are valoarea de:

- a. 480 N      b. 600 N      c. 720 N      d. 1200 N      (3p)

5. Un corp se deplasează în câmp gravitațional, sub acțiunea unei forțe de tracțiune, între două puncte aflate la înălțimi diferite. Variația energiei cinetice a corpului este egală cu:

- a. lucrul mecanic efectuat de rezultanta forțelor care acționează asupra corpului  
b. lucrul mecanic efectuat de rezultanta forțelor care acționează asupra corpului, luat cu semn schimbat  
c. lucrul mecanic efectuat de greutate, luat cu semn schimbat  
d. lucrul mecanic efectuat de forța de tracțiune      (3p)

**II. Rezolvați următoarea problemă:**

**(15 puncte)**

Un corp având masa  $m_1 = 120\text{g}$  se află la baza unui plan înclinat cu unghiul  $\alpha = 30^\circ$  față de orizontală. Corpul este legat prin intermediul unui fir inextensibil și de masă neglijabilă de sistemul de corpuri având masele  $m_2 = 80\text{g}$  și  $m_3 = 200\text{g}$ , ca în figura alăturată. Scriptetele este lipsit de inerție și fără frecări. Inițial, corpul  $m_3$  se află la înălțimea  $h = 100\text{cm}$  față de sol. Coeficientul de frecare la alunecare între corpul  $m_1$  și plan este  $\mu = 0,58 (\cong \sqrt{3}/3)$ . Sistemul este lăsat liber. Corpurile sunt considerate de dimensiuni neglijabile.

După ce  $m_1$  a parcurs pe plan distanța  $\ell = 32\text{cm}$ , corpul  $m_3$  se desprinde de  $m_2$  și cade liber pe sol.

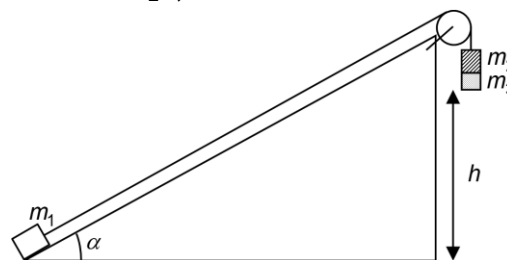
a. Reprezentați toate forțele care acționează asupra corpului  $m_1$

în timpul urcării pe plan.

b. Calculați valoarea pe care o are accelerația corpului  $m_3$  până în momentul desprinderii de  $m_2$ .

c. Calculați valoarea vitezei corpului  $m_3$  în momentul desprinderii de corpul  $m_2$ .

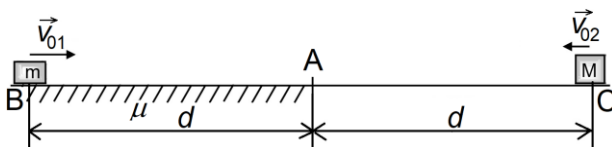
d. Calculați înălțimea maximă la care ajunge corpul  $m_1$ .



**(15 puncte)**

**III. Rezolvați următoarea problemă:**

De la aceeași distanță  $d = 2\text{m}$  față de punctul A pe o suprafață orizontală sunt lansate simultan, unul spre altul, două corpuri, cu vitezele  $v_{01} = 2\text{m/s}$ , respectiv  $v_{02}$ , ca în figura alăturată. Corpurile, considerate punctiforme, ajung simultan în A, iar în urma impactului rămân cuplate. Pe drumul BA coeficientul de frecare la alunecare este  $\mu = 0,1$ , iar pe drumul CA deplasarea corpului M are loc fără frecare. Masele corpurilor sunt  $m = M = 2\text{kg}$ . Determinați:



a. lucrul mecanic efectuat de forța de frecare asupra lui  $m$  în timpul deplasării pe distanța  $d = 2\text{m}$ ;

b. puterea medie disipată prin frecare în timpul deplasării corpului cu masa  $m$  din punctul B în punctul A;

c. intervalul de timp scurs de la lansarea corpurilor, până la întâlnirea acestora;

d. valoarea modulului vitezei ansamblului de corpuri imediat după impactul din punctul A.

Filiera teoretică – profilul real, Filiera vocațională – profilul militar

- 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
- Se acordă zece puncte din oficiu.
- Timpul de lucru efectiv este de trei ore.

**B. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ**

**Testul 5**

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

Între parametrii de stare ai gazului ideal într-o stare dată există relația:  $p \cdot V = \nu RT$ .

**I. Pentru itemii 1-5 scrieți pe foaia de răspuns litera corespunzătoare răspunsului corect. (15 puncte)**

1. Mărimea fizică numeric egală cu căldura necesară modificării temperaturii unui corp cu 1 K se numește:

- a. căldură specifică      b. căldură molară      c. capacitate calorică      d. putere calorică      **(3p)**

2. Știind că simbolurile mărimilor fizice și ale unităților de măsură sunt cele utilizate în manualele de fizică,

unitatea de măsură în S.I. a raportului  $\frac{p \cdot V}{T}$  este:

- a.  $\text{J} \cdot \text{K}^{-1}$       b.  $\text{J} \cdot \text{mol}^{-1}$       c.  $\text{J} \cdot \text{K}$       d.  $\text{J} \cdot \text{mol}$       **(3p)**

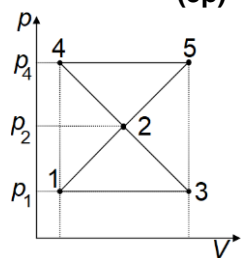
3. O masă dată de gaz ideal efectuează transformările ciclice 1231 și 2542 reprezentate într-un sistem de coordonate  $p$ - $V$  ca în figura alăturată. Cunoscând că  $p_2 = 2p_1$  și  $p_4 = 3p_1$ , alegeți relația corectă dintre lucrul mecanic schimbat de gaz cu mediul exterior în cele două transformări ciclice:

a.  $L_{1231} = L_{2542}$

b.  $L_{1231} = 2L_{2542}$

c.  $L_{1231} = 3L_{2542}$

d.  $L_{1231} = |L_{2542}|$



**(3p)**

4. Două butelii conțin cantități egale de gaze, considerate ideale, aflate la aceeași temperatură. Căldura molară la presiune constantă a gazului din prima butelie este  $C_{p1} = 3,5R$ , iar cea a gazului din cea de-a doua butelie este  $C_{p2} = 4R$ . Relația dintre energiile interne ale celor două gaze este :

- a.  $U_2 = 0,875U_1$       b.  $U_2 = U_1$       c.  $U_2 = 1,2U_1$       d.  $U_2 = 1,6U_1$       **(3p)**

5. O cantitate dată de gaz ideal monoatomic se destinde izobar. Procentul din căldura primită  $Q$  transformată în lucru mecanic este egal cu:

- a. 20%      b. 40%      c. 60%      d. 80%      **(3p)**

**II. Rezolvați următoarea problemă:**

**(15 puncte)**

În curtea unui atelier se află o butelie de volum  $V = 50 \text{ L}$  care conține  $\text{CO}_2$  ( $\mu = 44 \text{ kg/kmol}$ ), la presiunea  $p_1 = 5 \text{ atm}$  și temperatura mediului ambiant  $t_1 = -13^\circ\text{C}$ . Butelia este adusă în atelier, unde temperatura este  $t_2 = 27^\circ\text{C}$ . Gazul începe să se încălzească lent până la temperatura atelierului. După atingerea stării de echilibru termic o parte din gaz se folosește, prin deschiderea unui robinet, timp de  $\tau = 1 \text{ h}$ , până când presiunea din butelie redevine  $p_1$ , iar apoi se închide robinetul. Considerând că gazul are comportare ideală, și că  $1 \text{ atm} \cong 10^5 \text{ Pa}$ , calculați:

- masa de dioxid de carbon aflată în butelie în starea inițială;
- variația relativă a presiunii gazului în timpul procesului de încălzire;
- densitatea gazului din butelie după închiderea robinetului;
- numărul mediu de molecule care ies în unitatea de timp din butelie în timpul  $\tau$  cât robinetul este deschis.

**III. Rezolvați următoarea problemă:**

**(15 puncte)**

O cantitate de gaz, considerat ideal, aflată la presiunea  $p_1 = 8 \cdot 10^5 \text{ Pa}$  și volumul  $V_1 = 0,5 \text{ L}$ , se destinde izobar până în starea 2, apoi adiabetic până în starea 3 în care  $V_3 = 8V_1$ , după care revine în starea 1 printr-o transformare izotermă. Cunoscând că dependența presiunii de volum în transformarea adiabetică este  $pV^\gamma = \text{const}$ , iar valoarea exponentului adiabetic  $\gamma = 1,5$  și  $\ln 2 = 0,7$ , calculați:

- căldura primită de gaz în decursul unui ciclu;
- lucrul mecanic total schimbat de gaz cu mediul exterior în decursul unui ciclu;
- randamentul unui motor termic care ar funcționa după transformarea ciclică descrisă;
- randamentul unui ciclu Carnot care ar funcționa între temperaturile extreme atinse de gaz în decursul ciclului descris.

Filiera teoretică – profilul real, Filiera vocațională – profilul militar

- 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
- Se acordă zece puncte din oficiu.
- Timpul de lucru efectiv este de trei ore.

**C. PRODUCEREA ȘI UTILIZAREA CURENTULUI CONTINUU**

**Testul 5**

**I. Pentru itemii 1-5 scrieți pe foaia de răspuns litera corespunzătoare răspunsului corect. (15 puncte)**

1. Știind că simbolurile mărimilor fizice sunt cele utilizate în manualele de fizică, unitatea de măsură a produsului ( $R \cdot I$ ) poate fi scrisă sub forma:

- a.  $J \cdot A^{-1} \cdot s^{-1}$       b.  $W \cdot s^{-1}$       c.  $J \cdot A^{-1}$       d.  $J^{-1} \cdot A \cdot s^{-1}$       **(3p)**

2. Măsurând experimental intensitatea curentului electric și tensiunea electrică la bornele unei surse se trasează caracteristica liniară curent-tensiune a sursei. Se constată că dacă intensitatea curentului electric prin sursă este  $600\text{mA}$ , atunci tensiunea la bornele sursei este  $3,85\text{V}$ . O altă pereche de valori găsită pentru aceeași sursă este  $(4,25\text{V}; 200\text{mA})$ . Rezistența interioară a sursei este egală cu:

- a.  $0,5\ \Omega$       b.  $1\ \Omega$       c.  $1,5\ \Omega$       d.  $2\ \Omega$       **(3p)**

3. O baterie este formată prin gruparea mixtă a șase generatoare identice, fiecare având t.e.m.  $E$  și rezistența interioară  $r$ . Se formează două grupări serie de câte trei generatoare fiecare. Cele două grupări se leagă apoi în paralel. Tensiunea electromotoare a bateriei astfel formate este egală cu:

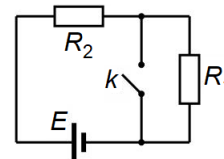
- a.  $E$       b.  $2E$       c.  $3E$       d.  $6E$       **(3p)**

4. Două rezistoare, cu rezistențele electrice  $R_1 = 330\ \Omega$  și respectiv  $R_2$ , se conectează în paralel la bornele unei baterii. Intensitatea curentului electric prin baterie este  $I = 150\text{mA}$ , iar intensitatea curentului electric prin rezistorul  $R_2$  este  $I_2 = 50\text{mA}$ . Rezistența electrică a rezistorului  $R_2$  este:

- a.  $330\ \Omega$       b.  $440\ \Omega$       c.  $550\ \Omega$       d.  $660\ \Omega$       **(3p)**

5. Se consideră montajul electric din figura alăturată, în care sursa are rezistența interioară neglijabilă. Prin închiderea întrerupătorului  $k$ , puterea electrică totală furnizată de sursă:

- a. crește deoarece scade rezistența electrică a circuitului  
b. scade deoarece scade rezistența electrică a circuitului  
c. nu se modifică  
d. devine nulă deoarece sursa nu are rezistență internă.



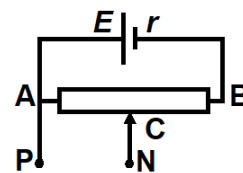
**(3p)**

**II. Rezolvați următoarea problemă:**

**(15 puncte)**

În figura alăturată este reprezentată schema unui circuit electric. Generatorul are t.e.m.  $E = 100\text{V}$  și rezistența interioară  $r = 2\ \Omega$ . Reostatul cu cursor este format dintr-un fir omogen, de secțiune constantă, având lungimea totală  $L = 96\text{m}$ . Rezistența electrică totală a reostatului este  $R_{AB} = 48\ \Omega$ . Rezistivitatea materialului din care este confecționat firul este  $\rho = 1,7 \cdot 10^{-8}\ \Omega \cdot \text{m}$ . Inițial cursorul C împarte reostatul în raportul  $|AC|/|CB| = 1/3$ . Se neglijează rezistența firelor de legătură.

- a. Determinați valoarea secțiunii transversale a firului.  
b. Determinați indicația unui ampermetru ideal ( $R_A \cong 0\ \Omega$ ) conectat între punctele P și N.  
c. Se deconectează ampermetrul, iar în locul lui se conectează un voltmetru ideal ( $R_V \rightarrow \infty$ ). Determinați valoarea minimă și cea maximă a tensiunii indicate de voltmetru



în timpul deplasării cursorului între A și B.

d. Se poziționează cursorul din nou în C, iar între punctele P și N se conectează atât voltmetrul ideal cât și un rezistor de rezistență  $R_2 = 6\ \Omega$ . Determinați indicația voltmetrului în acest caz.

**III. Rezolvați următoarea problemă:**

**(15 puncte)**

Un bec are puterea nominală  $P_n = 16\text{W}$  și intensitatea nominală  $I_n = 2\text{A}$ . Pentru a asigura funcționarea normală a becului se leagă în serie cu becul un rezistor având rezistența electrică  $R$ , iar montajul se alimentează la tensiunea  $U = 12\text{V}$ . Determinați:

- a. valoarea energiei electrice consumată de bec într-o oră;  
b. valoarea rezistenței electrice  $R$  ce asigură funcționarea becului la parametri nominali;  
c. puterea dezvoltată de gruparea serie bec-rezistor.  
d. temperatura filamentului becului electric funcționând în condiții nominale, dacă la  $0^\circ\text{C}$  rezistența electrică a filamentului becului este  $R_0 = 0,8\ \Omega$ , iar coeficientul de temperatură al rezistivității materialului filamentului este  $\alpha = 1,6 \cdot 10^{-3}\ \text{grad}^{-1}$ .

Filiera teoretică – profilul real, Filiera vocațională – profilul militar

- 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
- Se acordă zece puncte din oficiu.
- Timpul de lucru efectiv este de trei ore.

**D. OPTICĂ**

**Testul 5**

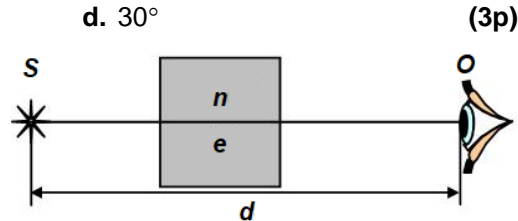
Se consideră: viteza luminii în vid  $c = 3 \cdot 10^8$  m/s, constanta Planck  $h = 6,6 \cdot 10^{-34}$  J · s.

**I. Pentru itemii 1-5 scrieți pe foaia de răspuns litera corespunzătoare răspunsului corect. (15 puncte)**

1. O rază de lumină cade sub unghiul de incidență  $i = 30^\circ$  pe suprafața de separare dintre două medii optice transparente, trecând din mediul cu indice de refracție  $n_1 = 2$  în mediul cu indice de refracție  $n_2 = 1,41 (\cong \sqrt{2})$ . Unghiul dintre raza reflectată și cea refractată este:

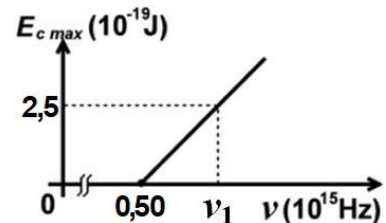
- a.  $105^\circ$                       b.  $90^\circ$                       c.  $45^\circ$                       d.  $30^\circ$                       (3p)

2. Un observator situat în aer ( $n_{\text{aer}} = 1$ ) privește printr-un bloc de sticlă cu fețele plane și paralele, de grosime  $e$  și indice de refracție  $n$ , o sursă luminoasă S, aflată la distanța  $d$  de ochiul O al observatorului (vezi figura alăturată). Lungimea drumului pe care lumina l-ar parcurge în vid în același interval de timp în care parcurge distanța SO în situația dată are expresia:



- a.  $d + e$                       b.  $d + e(n + 1)$                       c.  $d + e(n - 1)$                       d.  $d + e \cdot n$                       (3p)

3. Energia cinetică maximă a electronilor extrași prin efect fotoelectric extern depinde de frecvența radiației incidente conform graficului din figura alăturată. Energia unui foton de frecvență  $\nu_1$ , din radiația incidentă, este de aproximativ:



- a.  $2,5 \cdot 10^{-19}$  J                      b.  $5,8 \cdot 10^{-19}$  J                      c.  $6,6 \cdot 10^{-19}$  J                      d.  $9,1 \cdot 10^{-19}$  J                      (3p)

4. O lentilă convergentă formează, pentru un obiect situat între focarul obiect și lentilă, o imagine:

- a. reală și răsturnată      b. reală și dreaptă      c. virtuală și răsturnată      d. virtuală și dreaptă      (3p)

5. Unitatea de măsură în SI a lucrului mecanic de extracție este

- a. J                      b. J · s                      c. J · m                      d. m · s                      (3p)

**II. Rezolvați următoarea problemă:**

**(15 puncte)**

Un sistem optic centrat este format din două lentile subțiri  $L_1$  și  $L_2$ , situate în aer, la distanța  $d = 30$  cm una față de cealaltă. Perpendicular pe axa optică principală, la 20 cm în fața lentilei  $L_1$ , se găsește un obiect liniar luminos. Lentila  $L_1$  produce o imagine reală și la fel de mare ca obiectul. Lentila  $L_2$  are convergența  $C_2 = -2,0 \text{ m}^{-1}$ .

- a. Determinați distanța focală a lentilei  $L_1$ .  
b. Determinați distanța focală a lentilei  $L_2$ .  
c. Determinați distanța dintre lentila  $L_2$  și imaginea finală formată de sistemul de lentile.  
d. Realizați un desen în care să evidențiați construcția imaginii finale prin sistemul de lentile, pentru obiectul considerat, în situația descrisă de problemă.

**III. Rezolvați următoarea problemă:**

**(15 puncte)**

Un dispozitiv Young, situat în aer ( $n_{\text{aer}} = 1$ ), având distanța dintre fante egală cu  $2\ell = 0,1$  mm și distanța până la ecranul pe care se observă interferența  $D = 50$  cm, este iluminat cu o sursă monocromatică care emite radiații cu frecvența  $\nu = 5 \cdot 10^{14}$  Hz. Determinați:

- a. lungimea de undă a radiației emise de sursă;  
b. valoarea interfranței;  
c. distanța dintre maximul de ordinul 2 situat de o parte a maximului central și maximul de ordinul 3 situat pe partea opusă a maximului central;  
d. valoarea interfranței, dacă spațiul dintre planul fantelor și ecran se umple cu un lichid având indicele de refracție absolut  $n = 4/3$ .