

Examenul național de bacalaureat 2021

Proba E, d)

FIZICĂ

Filiera tehnologică – profilul tehnic și profilul resurse naturale și protecția mediului

- 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 11

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. Proprietatea unui corp numită inerție este descrisă cantitativ de mărimea fizică numită:

- a. greutate b. masă c. forță d. accelerație (3p)

2. Unitatea de măsură a energiei potențiale poate fi scrisă în funcție de unitățile de măsură fundamentale din S.I. în forma:

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

3. O macara ridică un corp de masă m pe distanța H , pe direcție verticală, și ulterior îl deplasează orizontal, pe distanța D . Expresia matematică a lucrului mecanic efectuat de greutatea corpului este:

- a. $L = mg(D-H)$ b. $L = mg(D+H)$ c. $L = mgH$ d. $L = -mgH$ (3p)

4. Un fir elastic omogen are constanta elastică $k = 600\text{ N/m}$. Se taie din fir o bucată de lungime egală cu un sfert din lungimea totală a firului nedeformat. Constanta elastică a acestei bucăți de fir are valoarea:

- a. 2400 N/m b. 800 N/m c. 450 N/m d. 150 N/m (3p)

5. Un corp este aruncat de la nivelul solului, cu viteza inițială $v_0 = 30\text{ m/s}$, vertical în sus. În absența frecării cu aerul, corpul urcă față de punctul de lansare la înălțimea maximă de:

- a. 300 m b. 45 m c. 3 m d. 15 m (3p)

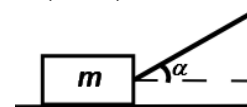
II. Rezolvați următoarea problemă:

(15 puncte)

Un corp cu masa $m = 9\text{kg}$ este tractat cu viteză constantă pe o suprafață plană și orizontală, prin intermediul unui cablu elastic de masă neglijabilă, care face unghiul $\alpha = 30^\circ$ cu orizontala, ca în figura

alăturată. Coeficientul de frecare la alunecare între corp și suprafață este $\mu = 0,22 \left(\cong \frac{\sqrt{3}}{8} \right)$. Diametrul

cablului este $d = 0,79\text{mm} \left(\cong \sqrt{\frac{2}{\pi}} \text{mm} \right)$, iar alungirea relativă a acestuia este $\varepsilon = 2\%$.



a. Reprezentați într-un desen toate forțele care acționează asupra corpului.

b. Determinați valoarea forței de tracțiune.

c. Determinați valoarea modului de elasticitate longitudinală (modulului lui Young) pentru materialul din care este confecționat cablul.

d. Calculați valoarea minimă a forței de tracțiune sub acțiunea căreia corpul nu mai apasă pe suprafața orizontală. Unghiul format de forța de tracțiune cu orizontala rămâne $\alpha = 30^\circ$.

III. Rezolvați următoarea problemă:

(15 puncte)

Un corp cu masa $m = 10\text{kg}$ este lansat de-a lungul suprafeței orizontale a gheții cu viteza $v = 7,2 \frac{\text{km}}{\text{h}}$. Sub

acțiunea forței de frecare, el se oprește după un interval de timp $\Delta t = 10\text{s}$. Coeficientul de frecare la alunecare este constant. Calculați:

a. energia cinetică a corpului în momentul lansării;

b. lucrul mecanic efectuat de forța de frecare până la oprirea corpului;

c. modulul forței de frecare;

d. distanța parcursă de corp până la oprire.

Filiera tehnologică – profilul tehnic și profilul resurse naturale și protecția mediului

- 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 11

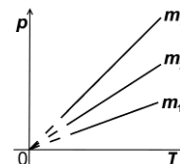
Se consideră: numărul lui Avogadro $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$, constanta gazelor ideale $R = 8,31 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$. Între parametrii de stare ai gazului ideal într-o stare dată există relația: $p \cdot V = \nu RT$.

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

1. Trei mase diferite m_1 , m_2 și m_3 din același gaz ideal sunt supuse unor procese termodinamice reprezentate în coordonate p - T în figura alăturată. Volumele ocupate de gaze sunt egale ($V_1 = V_2 = V_3$).

Relația dintre cele densitățile gazelor este:

- a. $\rho_1 = \rho_2 = \rho_3$
- b. $\rho_1 > \rho_2 > \rho_3$
- c. $\rho_2 > \rho_3 > \rho_1$
- d. $\rho_3 > \rho_2 > \rho_1$



(3p)

2. La presiunea $p = 8,31 \cdot 10^5 \text{ Pa}$, concentrația moleculelor unui gaz ideal (numărul de molecule din unitatea de volum) este $n = 3,01 \cdot 10^{25} \text{ m}^{-3}$. Temperatura gazului este aproximativ:

- a. 1727°C
- b. 2000°C
- c. 2027°C
- d. 2054°C

(3p)

3. Energia internă a unui gaz ideal scade atunci când gazul este supus următorului proces termodinamic:

- a. comprimare adiabatică
- b. destindere la presiune constantă
- c. comprimare la presiune constantă
- d. destinderea temperatură constantă

(3p)

4. Unitatea de măsură în S.I. a capacității calorice a unui corp este:

- a. $\text{J} \cdot \text{K}^{-1}$
- b. $\text{J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$
- c. $\text{J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$
- d. J

(3p)

5. O cantitate $\nu = 4 \text{ mol}$ de gaz ideal diatomic ($C_V = 2,5R$), aflat la temperatura $T_1 = 300 \text{ K}$, este încălzit adiabatic până la temperatura $T_2 = 600 \text{ K}$. Lucrul mecanic efectuat de gaz este de aproximativ:

- a. -30,5 kJ
- b. -24,9 kJ
- c. 24,9 kJ
- d. 30,5 kJ

(3p)

II. Rezolvați următoarea problemă:

(15 puncte)

O butelie având volumul $V_1 = 10 \text{ L}$ conține aer la presiunea $p_1 = 2 \cdot 10^5 \text{ Pa}$. Altă butelie, având volumul $V_2 = 5 \text{ L}$, conține azot la presiunea $p_2 = 3 \cdot 10^5 \text{ Pa}$. Cele două butelii sunt legate printr-un tub cu volum neglijabil prevăzut cu o membrană care se sparge dacă diferența dintre presiunile celor două gaze este $\Delta p = 2 \cdot 10^5 \text{ Pa}$. Ambele gaze, considerate ideale, se află la temperatura $t = 7^\circ\text{C}$. Masa molară a aerului este $\mu_1 = 29 \cdot 10^{-3} \text{ kg/mol}$, iar cea a azotului $\mu_2 = 28 \cdot 10^{-3} \text{ kg/mol}$. Determinați:

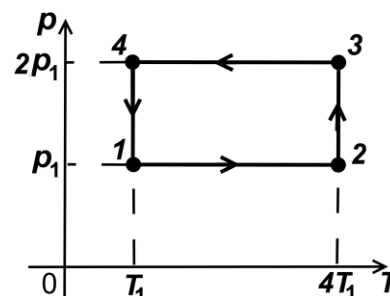
- a. numărul de molecule din aerul aflat în prima butelie;
- b. masa unei molecule de azot;
- c. masa minimă de azot care trebuie introdusă suplimentar în butelia de volum V_2 pentru a produce spargerea membranei;
- d. masa molară a amestecului obținut după spargerea membranei, ca urmare a introducerii azotului suplimentar.

III. Rezolvați următoarea problemă:

(15 puncte)

O cantitate $\nu = 0,12 \text{ mol}$ ($\cong \frac{1}{8,31} \text{ mol}$) de gaz ideal monoatomic ($C_V = 1,5R$) este supusă procesului ciclic $1 \rightarrow 2 \rightarrow 3 \rightarrow 4 \rightarrow 1$, reprezentat în sistemul de coordonate p - T în figura alăturată. Temperatura gazului în starea 1 este $T_1 = 300 \text{ K}$. Considerați că $\ln 2 \cong 0,7$.

- a. Calculați energia internă a gazului în starea 2.
- b. Determinați valoarea căldurii primite de gaz în timpul unui ciclu.
- c. Calculați lucrul mecanic total schimbat de gaz cu mediul exterior în timpul unui ciclu.
- d. Reprezentați procesul ciclic $1 \rightarrow 2 \rightarrow 3 \rightarrow 4 \rightarrow 1$ în sistemul de coordonate p - V .



Examenul național de bacalaureat 2021

Proba E, d)

FIZICĂ

Filiera tehnologică – profilul tehnic și profilul resurse naturale și protecția mediului

- 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 11

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

1. Unitatea de măsură, în SI, pentru puterea electrică poate fi scrisă în forma:

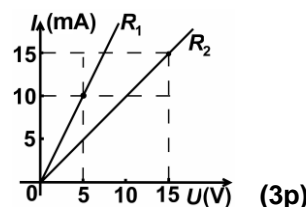
- a. $\frac{A^2}{\Omega}$ b. $\frac{V^2}{\Omega}$ c. $A^2 \cdot \Omega^2$ d. $V^2 \cdot \Omega^2$ (3p)

2. Intensitatea curentului electric printr-un conductor este numeric egală cu:

- a. lucrul mecanic efectuat pentru deplasarea unității de sarcină electrică prin conductor
b. sarcina electrică transportată de electroni prin conductor
c. raportul dintre tensiunea la bornele conductorului și rezistența internă a sursei din rețeaua electrică în care este conectat conductorul
d. sarcina electrică transportată de purtătorii de sarcină care trec, într-o secundă, prin secțiunea transversală a conductorului (3p)

3. În figura alăturată sunt reprezentate caracteristicile curent-tensiune a două rezistoare. Relația corectă dintre rezistențele electrice ale celor două rezistoare este:

- a. $R_2 = 0,5 \cdot R_1$
b. $R_2 = 1,5 \cdot R_1$
c. $R_2 = 2 \cdot R_1$
d. $R_1 = 10 \cdot R_2$

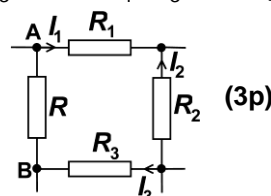


4. Un circuit electric conține o baterie cu tensiunea electromotoare E și rezistența interioară r și un reostat a cărui rezistență electrică poate fi modificată. Puterea maximă care poate fi transmisă circuitului exterior are expresia:

- a. $\frac{E}{R+r}$ b. $\frac{E^2}{2r}$ c. $\frac{E^2}{4r}$ d. $\frac{E^2 r}{4}$ (3p)

5. Pentru porțiunea de rețea din figura alăturată se cunosc: $R_1 = 12 \Omega$, $R_2 = R_3 = 6 \Omega$, $I_1 = I_3 = 1 A$ și $I_2 = 3 A$. Tensiunea indicată de un voltmetru ideal ($R_V \rightarrow \infty$) conectat între A și B are valoarea:

- a. 36 V b. 18 V c. 12 V d. 0 V

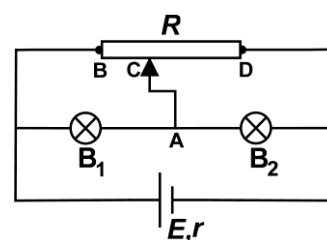


(15 puncte)

II. Rezolvați următoarea problemă:

Generatorul care alimentează circuitul din figura alăturată este caracterizat de tensiunea electromotoare $E = 64 V$ și rezistența interioară $r = 2,0 \Omega$. Parametrii nominali ai becurilor sunt $U_1 = 20 V$, $I_1 = 0,5 A$, respectiv $U_2 = 40 V$, $I_2 = 0,3 A$. Rezistența totală R a reostatului și poziția cursorului C sunt astfel alese încât becurile să funcționeze la parametri nominali. Conductoarele de legătură au rezistență electrică neglijabilă. Determinați:

- a. rezistența electrică a becului B_1 ;
b. intensitatea curentului electric prin conductorul AC;
c. intensitatea curentului electric ce străbate generatorul;
d. rezistența electrică R_{BC} a porțiunii reostatului cuprinsă între capătul B și cursorul C

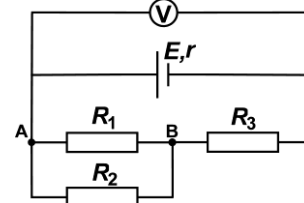


(15 puncte)

III. Rezolvați următoarea problemă:

În circuitul electric a cărui schemă este reprezentată în figura alăturată se cunosc: $E = 60 V$, $r = 4 \Omega$, $R_1 = 20 \Omega$, $R_2 = 30 \Omega$, $R_3 = 8 \Omega$. Voltmetrul este considerat ideal ($R_V \rightarrow \infty$). Rezistența electrică a conductoarelor de legătură se neglijează. Determinați:

- a. rezistența electrică echivalentă a circuitului exterior generatorului;
b. puterea dezvoltată de rezistorul având rezistența electrică R_1 ;
c. valoarea tensiunii indicate de voltmetru;
d. puterea totală dezvoltată de generator dacă se conectează între A și B un fir cu rezistență neglijabilă.



Examenul național de bacalaureat 2021

Proba E, d)

FIZICĂ

Filiera tehnologică – profilul tehnic și profilul resurse naturale și protecția mediului

- 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 11

Se consideră viteza luminii în vid $c = 3 \cdot 10^8$ m/s.

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

1. Sub acțiunea unei radiații cu frecvența ν , catodul unei celule fotoelectrice emite electroni cu energia cinetică maximă E_c . Lucrul mecanic de extracție a electronilor din catod este:

- a. $L = h \cdot \nu$ b. $L = E_c - h \cdot \nu$ c. $L = h \cdot \nu + E_c$ d. $L = h \cdot \nu - E_c$ **(3p)**

2. O lentilă are convergența $C = 2,0 \text{ m}^{-1}$. Distanța focală a acestei lentile este:

- a. 200 cm b. 50 cm c. 25 cm d. 0,2 m **(3p)**

3. Imaginea virtuală dată de un sistem optic pentru un punct luminos se formează:

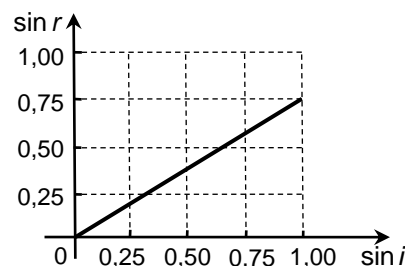
- a. la intersecția dintre o rază și o prelungire de rază de lumină care intră în sistemul optic
b. la intersecția razelor de lumină care ies din sistemul optic
c. la intersecția prelungirii razelor de lumină care ies din sistemul optic
d. la intersecția razelor de lumină care intră în sistemul optic **(3p)**

4. Două lentile cu distanțele focale $f_1 = 30$ cm și respectiv $f_2 = 20$ cm formează un sistem alipit. Distanța focală echivalentă a sistemului este:

- a. 50 cm b. 25 cm c. 18 cm d. 12 cm **(3p)**

5. Într-un experiment s-a măsurat valoarea unghiului de refracție r al unei raze laser la trecerea din aer ($n_{\text{aer}} \cong 1$) într-un lichid, pentru diverse valori ale unghiului de incidență i . Pe baza datelor obținute, a fost trasat graficul alăturat. Indicele de refracție al lichidului are valoarea aproximativă:

- a. 0,75
b. 1,33
c. 1,50
d. 1,75



(3p)

II. Rezolvați următoarea problemă:

(15 puncte)

Un obiect cu înălțimea de 2 cm este așezat perpendicular pe axa optică a unei lentile subțiri având distanța focală $f = 60$ cm. Imaginea obținută pe un ecran are înălțimea de trei ori mai mare decât obiectul. Calculați:

- a. convergența lentilei;
b. distanța la care este așezat obiectul față de lentilă;
c. distanța de la obiect la ecranul pe care se formează imaginea;
d. înălțimea imaginii formate de lentilă.

III. Rezolvați următoarea problemă:

(15 puncte)

O rază de lumină care se propagă în aer ($n_{\text{aer}} = 1$) este incidentă pe suprafața apei ($n_{\text{apa}} = \frac{4}{3}$) dintr-o cuvă,

sub un unghi de incidență i pentru care $\sin i = 0,8$. Înălțimea apei din cuvă este $h = 20$ cm.

- a. Calculați viteza de propagare a luminii în apă.
b. Calculați valoarea sinusului unghiului de refracție.
c. Calculați distanța parcursă de raza de lumină în apă, până ajunge la baza cuvei.
d. În planul de incidență al primei raze de lumină, se trimite o a doua rază de lumină, paralelă cu prima și distanțată față de aceasta cu $d = 6$ mm. Calculați distanța dintre cele două raze după ce au intrat în apă.

Examenul național de bacalaureat 2021
Proba E, d)
FIZICĂ
BAREM DE EVALUARE ȘI DE NOTARE

Testul 11

- Se punctează orice modalitate de rezolvare corectă a cerințelor.
- Nu se acordă fracțiuni de punct.
- Se acordă zece puncte din oficiu. Nota finală se calculează prin împărțirea punctajului total acordat pentru lucrare la zece.

A. MECANICĂ

(45 de puncte)

A. Subiectul I

Nr.Item	Soluție, rezolvare	Punctaj
1.1.	b	3p
2.	b	3p
3.	d	3p
4.	a	3p
5.	b	3p
TOTAL pentru Subiectul I		15p

A. Subiectul al II - lea

II.a.	Pentru: reprezentarea corectă a: greutății, forței elastice, reacțiunii normale și a forței de frecare	4p	4p
b.	Pentru: $F \cos \alpha = \mu N$ $N = G - F \sin \alpha$ $F = \frac{\mu mg}{\cos \alpha + \mu \sin \alpha}$ rezultat final $F = 20 \text{ N}$	1p 1p 1p 1p	4p
c.	Pentru: $\frac{F}{S} = E \frac{\Delta \ell}{\ell_0}$ $E = \frac{4F}{\pi d^2 \varepsilon}$ rezultat final $E = 2 \cdot 10^9 \text{ N/m}^2$	2p 1p 1p	4p
d.	Pentru: $N = 0$ $F' = \frac{mg}{\sin \alpha}$ rezultat final $F' = 180 \text{ N}$	1p 1p 1p	3p
TOTAL pentru Subiectul al II-lea			15p

A. Subiectul al III – lea

III.a.	Pentru: $E_c = \frac{mv^2}{2}$ rezultat final: $E_c = 20 \text{ J}$	2p 1p	3p
b.	Pentru: $\Delta E_c = L_{F_f}$ rezultat final: $L_{F_f} = -20 \text{ J}$	3p 1p	4p
c.	Pentru: $-F_f = ma$ $a = \Delta v / \Delta t$ rezultat final: $F_f = 2 \text{ N}$	1p 2p 1p	4p

d.	Pentru: $L_{F_f} = -F_f \cdot d \Rightarrow d = -\frac{L_{F_f}}{F_f}$ rezultat final $d = 10 \text{ m}$	3p 1p	4p
TOTAL pentru Subiectul al III-lea			15p

B. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ (45 de puncte)

Nr.Item	Soluție, rezolvare	Punctaj	
1.1.	d.	3p	
2.	a.	3p	
3.	c.	3p	
4.	a.	3p	
5.	b.	3p	
TOTAL pentru Subiectul I			15p

B. Subiectul al II - lea

II .a.	Pentru: $N_1 = \frac{p_1 V_1 N_A}{RT}$ rezultat final: $N_1 \cong 5 \cdot 10^{23}$ molecule	3p 1p	4p
b.	Pentru: $m_0 = \frac{\mu_2}{N_A}$ rezultat final: $m_0 \cong 4,6 \cdot 10^{-26} \text{ kg}$	3p 1p	4p
c.	Pentru: $\Delta m = \frac{(p_1 + \Delta p) \cdot V_2 \mu_2}{RT} - \frac{p_2 V_2 \mu_2}{RT}$ rezultat final: $\Delta m \cong 6 \text{ g}$	2p 1p	3p
d.	Pentru: $\mu = \frac{m_1 + m_2}{v_1 + v_2}$ $v_1 = \frac{m_1}{\mu_1}; v_2 = \frac{m_2}{\mu_2}$ $m_1 = \frac{p_1 V_1 \mu_1}{RT}; m_2 = \frac{(p_1 + \Delta p) V_2 \mu_2}{RT}$ rezultat final: $\mu = 28,5 \cdot 10^{-3} \text{ kg/mol}$	1p 1p 1p 1p	4p
TOTAL pentru Subiectul al II-lea			15p

B. Subiectul al III - lea

III.a.	Pentru: $U_2 = \nu C_V T_2$ rezultat final: $U_2 = 1800 \text{ J}$	2p 1p	3p
b.	Pentru: $Q_{\text{primit}} = Q_{12} + Q_{41}$ $Q_{12} = \nu C_p (T_2 - T_1)$ $Q_{41} = \nu R T_1 \ln 2$ rezultat final: $Q_{\text{primit}} = 2460 \text{ J}$	1p 1p 1p 1p	4p
c.	Pentru: $L_{\text{total}} = L_{12} + L_{23} + L_{34} + L_{41}$ $L_{\text{total}} = \nu R (T_2 - T_1) - 4\nu R T_1 \ln 2 + \nu R (T_1 - T_2) + \nu R T_1 \ln 2$ rezultat final: $L_{\text{total}} = -630 \text{ J}$	1p 2p 1p	4p
d.	Pentru: reprezentare corectă	4p	4p
TOTAL pentru Subiectul al III-lea			15p

C. PRODUCEREA ȘI UTILIZAREA CURENTULUI CONTINUU		(45 de puncte)
Nr.Item	Soluție, rezolvare	Punctaj
1.1.	b	3p
2.	d	3p
3.	c	3p
4.	c	3p
5.	d	3p
TOTAL pentru Subiectul I		15p

C. Subiectul al II - lea

II.a.	Pentru: $R_1 = \frac{U_1}{I_1}$ rezultat final $R_1 = 40 \Omega$	2p 1p	3p
b.	Pentru: $I_{AC} = I_1 - I_2$ rezultat final $I_{AC} = 0,2 \text{ A}$	3p 1p	4p
c.	Pentru: $U = U_1 + U_2$ $I = \frac{E - U}{r}$ rezultat final $I = 2 \text{ A}$	1p 2p 1p	4p
d.	Pentru: $I_{BC} = I - I_1$ $R_{BC} = \frac{U_1}{I_{BC}}$ rezultat final $R_{BC} \cong 13,3 \Omega$	2p 1p 1p	4p
TOTAL pentru Subiectul al II-lea			15p

C. Subiectul al III - lea

III.a.	Pentru: $R_{12} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$ $R_e = R_{12} + R_3$ rezultat final $R_e = 20 \Omega$	2p 1p 1p	4p
b.	Pentru: $U_{AB} = I \cdot R_{12}$ $I = \frac{E}{r + R_e}$ $P_1 = \frac{U_{AB}^2}{R_1}$ rezultat final $P_1 = 45 \text{ W}$	1p 1p 1p 1p	4p
c.	Pentru: $U_V = E - Ir$ rezultat final $U_V = 50 \text{ V}$	2p 1p	3p
d.	Pentru: $P_{total} = EI'$ $I' = \frac{E}{r + R_3}$ rezultat final $P_{total} = 300 \text{ W}$	1p 2p 1p	4p
TOTAL pentru Subiectul al III-lea			15p

D. OPTICĂ (45 de puncte)

D. Subiectul I

Nr.Item	Soluție, rezolvare	Punctaj
I.1.	d	3p
2.	b	3p
3.	c	3p
4.	d	3p
5.	b	3p
TOTAL pentru Subiectul I		15p

D. Subiectul al II – lea

II.a.	Pentru: $C = \frac{1}{f}$ rezultat final $C \cong 1,67 \text{ m}^{-1}$	3p 1p	4p
b.	Pentru: $\frac{1}{x_2} - \frac{1}{x_1} = \frac{1}{f}$ $\beta = \frac{x_2}{x_1}$ $\beta = -3$ rezultat final $-x_1 = 80 \text{ cm}$	1p 1p 1p 1p	4p
c.	Pentru: $d = (-x_1) + x_2$ rezultat final $d = 3,2 \text{ m}$	3p 1p	4p
d.	Pentru: $\beta = \frac{y_2}{y_1}$ rezultat final $ y_2 = 6 \text{ cm}$	2p 1p	3p
TOTAL pentru Subiectul al II-lea			15p

D. Subiectul al III – lea

III.a.	Pentru: $v = \frac{c}{n_{\text{apa}}}$ rezultat final $v = 2,25 \cdot 10^8 \text{ m/s}$	3p 1p	4p
b.	Pentru: $\sin r = \frac{\sin i}{n_{\text{apa}}}$ rezultat final $\sin r = 0,6$	3p 1p	4p
c.	Pentru: $\ell = \frac{h}{\cos r}$ $\cos r = \sqrt{1 - \sin^2 r}$ rezultat final: $\ell = 25 \text{ cm}$	2p 1p 1p	4p
d.	Pentru: $\cos i = \frac{d}{AB}$, unde A și B sunt punctele de incidență ale razelor pe suprafața apei $\cos r = \frac{d_a}{AB}$ rezultat final $d_a = 8 \text{ mm}$	1p 1p 1p	3p
TOTAL pentru Subiectul al III-lea			15p