Inspectoratul Școlar Județean
Iași

Fizică

Proba E. d)

Ghid pentru pregătirea examenului de
BACALAUREAT 2020

10

Teste de antrenament
Rezolvări
Bareme de notare

- ***Filiera teoretică*** *- profil real și* ***filiera vocațională*** *- profil militar*
- ***Filiera tehnologică*** *și profilul resurse naturale și protecția mediului*

Coordonatori,

prof. dr. **Genoveva Aurelia FARCAȘ**
INSPECTOR ȘCOLAR GENERAL

prof. **Mihaela Mariana ȚURA**
INSPECTOR ȘCOLAR GENERAL ADJUNCT

prof. **Iuliana VULPOI-NAGHEL**
INSPECTOR ȘCOLAR I.S.J. IAȘI

Echipa de realizare a subiectelor și baremelor
pentru testele de la disciplina

Fizică

- *Prof.* **Liliana Apintei**, *Colegiul Tehnic „Ioan C. Ştefănescu” Iași*
- *Prof.* **Mădălina Aruxandei**, *Colegiul Național „Mihai Eminescu” Iași*
- *Prof.* **Daniela Baban**, *Colegiul Tehnologic de Electronică și Telecomunicații „Gh. Mârzescu” Iași*
- *Prof.* **Cristinela Bojoga**, *Liceul Tehnologic „Petru Poni” Iași*
- *Prof.* **Cristina Carmen Brînză**, *Liceul Teoretic „Alexandru Ioan Cuza” Iași*
- *Prof.* **Mariana Caia**, *Colegiul Tehnic „ Gheorghe Asachi” Iași*
- *Prof.* **Laura Ciocoiu**, *Colegiul Național „Garabet Ibrăileanu” Iași*
- *Prof.* **Manuela Cîșlaru**, *Liceul Tehnologic de Mecatronică și Automatizări Iași*
- *Prof.* **Mihai Keller**, *Colegiul Național „Garabet Ibrăileanu” Iași*
- *Prof.* **Mihaela Lungu**, *Liceul Tehnologic de Transporturi ți Construcții*
- *Prof.* **Ana Gabriela Machiu**, *Liceul Teoretic „Miron Costin” Iași*
- *Prof.* **Cristinel Miron**, *Colegiul Național „Emil Racoviță” Iași*
- *Prof.* **Liliana TatianaNicolae**, *Colegiul Național „Emil Racoviță” Iași*
- *Prof.* **Andu Emilian Ouatu**, *Colegiul Național Iași*
- *Prof.* **Oana Păsărică**, *Colegiul Național Iași*
- *Prof.* **Corneliu Valentin Popa**, *Colegiul Agricol și de Industrie Alimentară „Vasile Adamachi” Iași*
- *Prof.* **Jean Marius Rotaru**, *Colegiul Național Iași*
- *Prof.* **Iuliana State**, *Liceul Tehnologic „Petru Poni” Iași*
- *Prof.* **Radu Stratulat**, *Liceul Tehnologic „Dimitrie Leonida” Iași*
- *Prof.* **Mihaela Mariana Țura**, *Colegiul Național „Costache Negruzzi” Iași*
- *Prof.* **Iuliana Vulpoi-Naghel**, *Colegiul Național Iași*
- *Prof.* **Irina Zamfirescu**, *Colegiul Național „Emil Racoviță” Iași*
- *Prof.* **Carmen Beatrice Zelinschi**, *Colegiul Agricol și de Industrie Alimentară „Vasile Adamachi” Iași*

Tehnoredactare computerizată:

- *Prof.* **Dorin Iacob**, *Şcoala Gimnazială Lunca Cetățuii*
- *Prof.* **Emanuela Tatiana Pădurariu**, *Colegiul Economic Administrativ*

Editura SPIRU HARET

ISBN 978-973-579-318-0

Casa Corpului Didactic ”Spiru Haret” Iași
Str. Octav Botez 2 A, Iași, 700116
Telefon: 0232/210424; fax: 0232/210424
E-mail: ccdiasi@gmail.com, Web: www.ccdis.ro

Cuprins

Filiera teoretică – profil real și **filiera vocațională** – profil militar

Filiera tehnologică și profilul resurse naturale și protecția mediului

TESTE ANTRENAMENT

FIZICĂ

Filiera teoretică – profil real și **filiera vocațională** – profil militar

A. MECANICĂ

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

SUBIECTUL I.

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

1. Despre direcția și sensul forței rezultante care acționează asupra unui corp se poate întotdeauna afirma că sunt aceleași cu direcția și sensul vectorului:

a. deplasare **b.** viteză momentană
c. viteză medie **d.** accelerație momentană

2. Acțiunea și reacțiunea ca forțe cu care interacționează două corpuri, nu-și anulează reciproc efectele deoarece:

a. acțiunea este întotdeauna mai mare decât reacțiunea
b. acțiunea este întotdeauna mai mică decât reacțiunea
c. acționează asupra unor corpuri diferite
d. ambele acționează pe aceeași direcție și în același sens

3. Pentru a comprima lent un resort elastic cu 4 cm, pornind din starea nedeformată, s-a efectuat un lucru mecanic de 0,480 J. Resortul fiind inițial nedeformat, lucrul mecanic necesar comprimării lente a resortului cu doar 2 cm, este:

a. 0,40 J **b.** 0,60 J **c.** 0,120 J **d.** 0,240 J

4. Pentru a ridica un corp la o anumită înălțime este folosit un plan înclinat cu unghiul α = 60° fată de orizontală. Coeficientul de frecare la alunecare între corp și plan este $\mu = 0,43\ \left(\cong \sqrt{3}/4\right)$. Randamentul planului înclinat este:

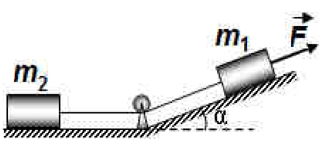
a. 57% **b.** 60% **c.** 80% **d.** 90%

5. Un elev ține în mână un corp de masa *m* în timp ce se deplasează cu un ascensor. Pentru el, corpul pare mai greu atunci când:

a. ascensorul urcă accelerat **b.** ascensorul coboară accelerat
c. ascensorul urcă cu viteză constantă **d.** ascensorul coboară cu viteză constantă

SUBIECTUL al II-lea

Rezolvați următoarea problemă:



Sistemul din figură, format din corpuri identice având masele egale cu 2 kg, se deplasează cu viteza constantă v = 1,5 m/s sub acțiunea forței constante F orientată paralel cu suprafața planului înclinat, astfel încât corpul 1 urcă planul inclinat. Corpurile sunt legate prin intermediul unui fir inextensibil și de masă neglijabilă iar scripetele este ideal. Unghiul format de planul înclinat cu orizontala este α = 37° (sinα = 0,6), iar coeficientul de frecare la alunecare dintre corpuri și suprafețe este același, având valoarea μ = 0,2.

a. Reprezentați forțele care acționează asupra corpului de masă m_1.

b. Calculați valoarea tensiunii din fir si a forței F.

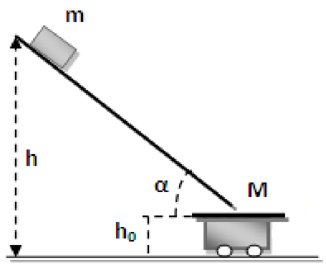
c. Calculați distanța străbătută de sistem în două secunde.

d. Calculați ce accelerație are corpul m_2 dacă, după cele două secunde, se rupe firul ce leagă corpurile.

Se presupune ca planul orizontal si cel inclinat sunt suficient de lungi.

SUBIECTUL al III-lea

Rezolvați următoarea problemă:



Un sac cu masa m =10 kg, aflat inițial în repaus la înălțimea h =16 m față de suprafața solului, alunecă pe un jgheab înclinat cu unghiul α = 30° față de orizontală. Capătul inferior al jgheabului se află la înălțimea h_0 = 1 m față de sol. La baza jgheabului se află un vagonet de masă M = 50 kg, aflat inițial în repaus, ca în figura alăturată. Când ajunge la baza jgheabului, sacul cade pe platforma vagonetului. După impact sacul rămâne pe vagonet. Se neglijează frecările dintre vagonet și sol. Energia potențială gravitațională este nulă la nivelul solului. Determinați:

a. energia mecanică a sacului la momentul inițial;

b. lucrul mecanic efectuat de forța de frecare dintre sac și jgheab, dacă viteza sacului la baza jgheabului este v =10 m/s;

c. mărimea forței de frecare la alunecare dintre sac și jgheab;

d. valoarea vitezei pe care o capătă vagonetul după căderea sacului pe el, in condițiile de la subpunctul b)

B. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ

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: $p \cdot V = \nu RT$

SUBIECTUL I.

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

1. O masă dată de gaz ideal se destinde la temperatură constantă. În această transformare gazul:

a. cedează căldură mediului exterior **b.** primește lucru mecanic

c. își conservă energia internă **d.** nu schimbă căldură cu mediul exterior

2. Simbolurile mărimilor fizice fiind cele utilizate în manualele de fizică, relația de definiție a căldurii specifice a unei substanțe este:

a. $c = \dfrac{Q}{m \cdot \Delta T}$ **b.** $c = \dfrac{Q}{\Delta T}$ **c.** $c = \dfrac{Q}{\mu \cdot \Delta T}$ **d.** $c = \dfrac{Q}{\nu \cdot \Delta T}$

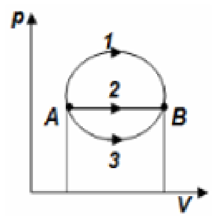
3. Simbolurile mărimilor fizice și ale unităților de măsură fiind cele utilizate în manualele de fizică, unitatea de măsură în S.I. a mărimii fizice descrise de produsul $p \cdot \Delta V$ este:

a. N **b.** mol **c.** kg **d.** J

4. O cantitate de gaz ideal monoatomic $(C_V = 1,5R)$ primește căldura Q într-o transformare în care presiunea gazului rămâne constantă. Variația energiei interne a gazului este:

a. $\Delta U = Q$ **b.** $\Delta U = 0,6Q$ **c.** $\Delta U = 0,4Q$ **d.** $\Delta U = 0,2Q$

5. O masă dată de gaz ideal, aflată inițial în starea A, ajunge într-o stare B prin trei transformări distincte, notate cu 1, 2 și 3, reprezentate în coordonate *p-V* în figura alăturată. Între căldurile schimbate cu exteriorul în cele trei transformări există relația:



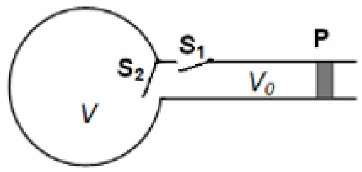
a. $Q_1 > Q_2 > Q_3$ **b.** $Q_1 = Q_2 = Q_3$

c. $Q_1 < Q_2 < Q_3$ **d.** $Q_1 = Q_2 < Q_3$

SUBIECTUL al II-lea

Rezolvați următoarea problemă:

În figura alăturată este reprezentată schematic o pompă de compresiune, al cărei corp de pompă are volumul $V_0 = 1\,\ell$. Pompa este folosită pentru umplerea cu aer a unui balon de volum $V = 10\,\ell$ până la presiunea $p = 1,5 \cdot 10^5$ Pa. Inițial, în balon se afla aer la presiunea atmosferică normală $p_0 = 10^5$ Pa. Pompa preia, la fiecare cursă a pistonului P, aer la presiune atmosferică normală prin deschiderea supapei S_1, supapa S_2 fiind închisă. Procesul de umplere a balonului cu aer comprimat are loc la temperatura mediului ambiant



$t = 17°C$, prin închiderea supapei S_1 și deschiderea supapei S_2. Pereții balonului rezistă până la o presiune $p_{max} = 1,7 \cdot 10^5$ Pa. Masa molară a aerului este $\mu = 29\,g \cdot mol^{-1}$.

a. Calculați masa inițială a aerului din balon;

b. Determinați numărul N de curse efectuate de pistonul P pentru a aduce presiunea aerului din balon la valoarea *p*;

c. Calculați densitatea aerului din balon la sfârșitul celor N curse ale pistonului;

d. După umplerea balonului cu aer la presiunea *p*, balonul este închis și corpul de pompă este decuplat. Calculați valoarea maximă a temperaturii până la care poate fi încălzit balonul fără a se sparge.

SUBIECTUL al III-lea

Rezolvați următoarea problemă:

Un gaz ideal biatomic $(C_V = 5R/2)$ aflat într-o stare 1 cu presiunea p_1 și volumul V_1 trece izocor într-o stare în care presiunea se triplează, apoi își mărește izobar volumul de trei ori după care revine la starea inițială printr-o transformare în care presiunea depinde liniar de volum.

a. Reprezentați grafic ciclul de transformări în coordonate (p,V);

b. Aflați căldura schimbată de gaz cu exteriorul în transformarea 3-1;

c. Aflați variația energiei interne a gazului la trecerea gazului din starea 1 în starea 3;

d. Aflați randamentul unui motor termic care ar funcționa după acest ciclu.

C. PRODUCEREA ȘI UTILIZAREA CURENTULUI CONTINUU

Valoarea sarcinii electrice elementare $e = 1{,}6\cdot 10^{-19}$ C

SUBIECTUL I.

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

1. Simbolurile unităților de măsură fiind cele utilizate în manualele de fizică, unitatea de măsură în S.I. pentru rezistența electrică poate fi exprimată sub forma:

a. $\frac{kg\cdot m^2}{A^2}$ **b.** $\frac{kg\cdot m^2}{A\cdot s^2}$ **c.** $\frac{kg\cdot m^2}{A^2\cdot s^3}$ **d.** $\frac{kg\cdot m}{A\cdot s}$

2. O rețea electrică conține 3 noduri si 6 laturi. Numărul de ecuații independente care se poate scrie pe baza celor 2 teoreme ale lui Kichhoff este:

a. 7 **b.** 2 **c.** 6 **d.** 4

3. Doi consumatori având $R_1 = 110\ \Omega$ si $R_2 = 220\ \Omega$ sunt conectați în paralel într-un circuit electric închis. Raportul puterilor electrice consumate P_1/P_2 este:

a. 1,5 **b.** 2 **c.** 1 **d.** 2,5

4. Dacă se scurtcircuitează bornele unei baterii având t.e.m. $E = 36$ V prin intermediul unui conductor de rezistență electrică neglijabilă, intensitatea curentului prin baterie este $I_{SC} = 90$ A. Puterea maximă debitată pe circuitul exterior este:

a. 18 W **b.** 180 W **c.** 810 W **d.** 81 W

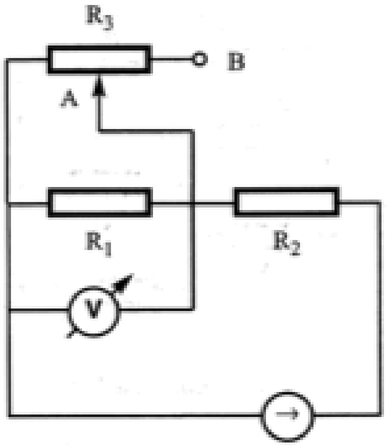
5. Un generator furnizează aceeași putere circuitului exterior dacă la bornele sale este conectat R_1 sau R_2. Raportul randamentelor celor 2 circuite simple η_1 / η_2 este:

a. $\frac{R_1+r}{R_2+r}$ **b.** $\sqrt{\frac{R_1+r}{R_2+r}}$ **c.** $\frac{R_1}{R_2}$ **d.** $\sqrt{\frac{R_1}{R_2}}$

SUBIECTUL al II-lea

Rezolvați următoarea problemă:

În circuitul din figură $R_1 = 10\ \Omega$, $R_2 = 12\ \Omega$, $R_3 = 20\ \Omega$, $r = 4\ \Omega$. Când cursorul reostatului se află la jumătatea acestuia (în punctul A), un voltmetru ideal indică tensiunea $U = 10$ V la bornele rezistorului R_1. Neglijând rezistența conductoarelor de legătură, determinați:



a. rezistența electrică echivalentă a circuitului, intensitatea curentului prin sursă si tensiunea electromotoare a sursei;

b. noua valoare a rezistenței electrice echivalente a circuitului si intensitatea curentului prin sursă când cursorul se află la extremitatea dreaptă a reostatului (în punctul B);

c. tensiunea indicată de voltmetru în condițiile de la punctul (b);

d. intensitatea curentului de scurtcircuit a sursei I_{SC}.

<u>SUBIECTUL al III-lea</u>

Rezolvați următoarea problemă:

Trei generatoare cu t.e.m. E_1 = 2,2 V, E_2 = 2 V, E_3 = 1,6 V si rezistențele interioare r_1 = 0,3 Ω, r_2 = 0,2 Ω, r_3 = 0,6 Ω sunt legate în paralel. Determinați:

a. ce valori au t.e.m. si rezistența internă ale sursei echivalente?

b. căldura degajată în trei minute de un rezistor R = 1,9 Ω legat la bornele grupării de generatoare;

c. randamentul circuitului format de bateria de generatoare cu rezistorul R de la punctul (b);

d. pentru ce valoare a rezistenței circuitului exterior prin generatorul E_3 nu va circula curent?

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.

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

1. Fenomenul de refracție a luminii constă în:

a. întoarcerea luminii în mediul din care provine la întâlnirea suprafeței de separație cu un alt mediu

b. trecerea luminii într-un alt mediu, însoțită de schimbarea direcției de propagare

c. suprapunerea a două unde luminoase

d. emisia de fotoelectroni de către corpul aflat sub acțiunea luminii

2. Indicele de refracție absolut al unui mediu transparent în care viteza luminii reprezintă o fracțiune $f = 2/3$ din viteza luminii în vid are valoarea:

a. 1,5 **b.** 1,4 **c.** 1,6 **d.** 1,3

3. Unghiul de deviație al razei reflectate față de raza incidentă pe o oglindă plană este de 80°. Unghiul de incidență are valoarea:

a. 20° **b.** 30° **c.** 50° **d.** 40°

4. Focarele principale ale unei lentile divergente sunt:

a. focarul principal obiect virtual, focarul principal imagine real

b. focarul principal obiect real, focarul principal imagine virtual

c. ambele focare principale reale

d. ambele focare principale virtuale

5. În cazul suprapunerii a două unde luminoase se poate obține interferență staționară dacă:

a. undele au frecvențe diferite

b. undele au aceeași intensitate luminoasă

c. diferența de fază dintre cele două unde care se compun rămâne constantă în timp

d. undele sunt necoerente

SUBIECTUL al II-lea

Rezolvați următoarea problemă:

Pentru studiul experimental al formării imaginilor prin lentile subțiri se folosește un banc optic pe care sunt montate: un obiect luminos așezat perpendicular pe axa optică principală a lentilei, o lentilă subțire cu distanța focală f și un ecran. În timpul desfășurării experienței se modifică distanța dintre obiect și lentilă. Pentru fiecare *poziție* a obiectului se deplasează ecranul astfel încât să se obțină o imagine clară care poate fi măsurată. Datele experimentale sunt prezentate în tabelul alăturat, iar notațiile sunt cele utilizate în manualele de fizică.

Poziția	$\|x_1\|$ cm	$\|y_2\|$ cm
A	48	10
B	36	20
C	32	30
D	30	40

a. exprimați x_2 în funcție de x_1 și f;

b. folosind datele experimentale pentru pozițiile A și B, calculați distanța focală a lentilei;

c. folosind datele experimentale din tabel calculați raportul dintre măririle liniare transversale ale pozițiilor B și C ale obiectului;

d. realizați un desen în care să evidențiați formarea imaginii pentru poziția D a obiectului.

SUBIECTUL al III-lea

Rezolvați următoarea problemă:

Fie un dispozitiv Young cu distanța între fante $a = 2l = 1,2\,\mathrm{mm}$ iluminat cu radiația monocromatică cu lungimea de undă $\lambda = 480\,\mathrm{nm}$. Distanța de la planul fantelor la ecran este $D = 3\,\mathrm{m}$. Calculați:

a. interfranja;

b. defazajul dintre cele două unde care interferă într-un punct P de pe ecran, știind că în acel punct se formează maximul de ordinul 1;

c. noua interfranjă dacă întregul dispozitiv se scufundă în apă $(n_a \cong 4/3)$;

d. distanța dintre minimul de ordinul 1 și maximul de ordinul al 3-lea.

Modele/strategii de rezolvare

A. MECANICĂ

SUBIECTUL I

Nr subiect	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
Varianta corectă	d	c	c	c	a

Strategii de rezolvare:

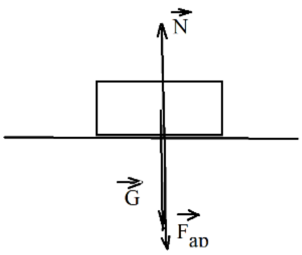
I.1. Principiul fundamental al mecanicii $\vec{F} = m\vec{a}$ arată că vectorul forță rezultantă ce acționează asupra unui corp și vectorul accelerație momentană a corpului au aceeași direcție și același sens

I.2. Enunțul principiului acțiunii și reacțiunii: dacă un corp **acționează asupra altui corp** cu o forță atunci și cel de-al doilea corp **acționează asupra primului** cu o forță egală în modul și de sens opus

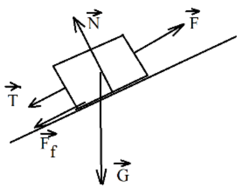
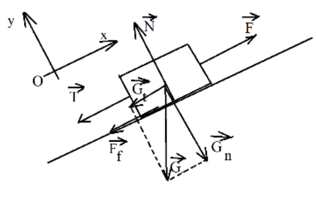
I.3. Cea mai generală formulă pentru lucrul mecanic al forței elastice este $L = \frac{k}{2}(x_i^2 - x_f^2)$ unde k este constanta elastică a resortului iar x_i si x_f reprezintă deformarea inițiala, respectiv deformarea finală a resortului. Se aplică formula aceasta în cele două cazuri (în ambele cazuri deformarea inițială este zero !), se împart relațiile (pentru că nu se dă constanta elastica) și se ține cont că lucrul mecanic al forței deformatoare este egal și cu semn schimbat cu lucrul mecanic al forței elastice

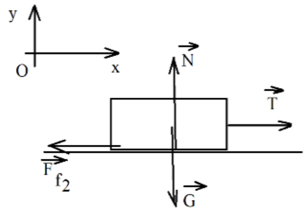
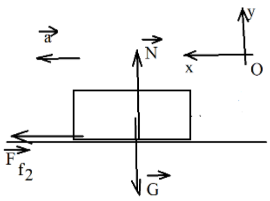
I.4. Una din formulele de calcul utilizate pentru randamentul unui plan înclinat este $\eta = \frac{\sin\alpha}{\sin\alpha + \mu\cos\alpha}$

I.5. Conform principiului acțiunii și reacțiunii forța cu care corpul apasă asupra mâinii este egală cu normala ce acționează asupra corpului. Aplicând principiul fundamental al mecanicii pentru corpul care urcă accelerat obținem ecuația $N - G = ma$ de unde $N = G + ma$ deci normala (implicit forța de apăsare) e mai mare ca greutatea



SUBIECTUL II

	Soluții/strategii de rezolvare
a.	Reprezentarea corectă a forțelor: forța $\vec{F}$, forța de frecare $\vec{F_f}$ în sens opus mișcării, normala $\vec{N}$ perpendiculară pe plan, greutatea corpului $\vec{G}$ și tensiunea din fir $\vec{T}$ 
b.	Principiul fundamental aplicat celor două corpuri: pentru primul corp $\vec{R_1} = m_1\vec{a}$ care, proiectată pe doua axe – Ox de-a lungul planului în sensul mișcării si Oy perpendiculară pe plan – conduce la ecuațiile 

	$F - G_t - F_{f1} - T = 0 \qquad N_1 - G_n = 0$ deoarece mișcarea este rectilinie uniformă deci accelerația este 0 . Înlocuind expresiile greutății tangențiale și a greutății normale obținem $F - m_1 g \sin\alpha - F_{f1} - T = 0; \quad N_1 - m_1 g \cos\alpha = 0$ Exprimând și forța de frecare $F_{f1} = \mu N_1$ prima ecuație devine $F - m_1 g \sin\alpha - \mu m_1 g \cos\alpha - T = 0 \quad (1)$ Pentru cel de-al doilea corp $\vec{R_2} = m_2 \vec{a}$ care proiectată pe axe duce la  $T - F_{f2} = 0; \quad N_2 - G_2 = 0$ Dar $F_{f2} = \mu N_2 = \mu m_2 g$ deci $T - \mu m_2 g = 0 \quad (2)$ de unde $T = \mu m_2 g$; calcul numeric $T = 4\,\text{N}$ Adunând ecuațiile (1) si (2) obținem $F = m_1 g \sin\alpha + \mu m_1 g \cos\alpha + \mu m_2 g$ Calculul numeric duce la $F = 19,2\,\text{N}$
c.	Mișcare rectilinie uniformă $D = v\Delta t$ Calcul numeric $D = 3\text{m}$
d.	La ruperea firului corpul de masă m_2 își continuă mișcarea în același sens, încetinit, până la oprire. Vectorul accelerație are direcția și sensul forței de frecare (principiul fundamental) și, alegând sistemul de axe ca în figură, obținem ecuațiile:  $F_{f2} = ma; \qquad G = N$ Împreună cu $F_{f2} = \mu N$ obținem $a = \mu g$ $a = 2\dfrac{\text{m}}{\text{s}^2}$

SUBIECTUL III

	Soluții/strategii de rezolvare
a.	Energia mecanică într-o stare este suma dintre energia cinetică și energia potențială în acea stare. Folosind expresiile energiilor cinetică și potențială și ținând cont de nivelul de zero al energiei potențiale se obține $E = E_c + E_p = 0 + mgh = mgh$ Calcul numeric $E = 1600\,\text{J}$
b.	Lucrul mecanic al forței de frecare nu se poate afla pe baza definiției lucrului mecanic deoarece nu se cunoaște mărimea forței de frecare. Aflarea lui se bazează pe teoreme și legi din capitolul energia mecanică. Se poate rezolva prin două metode

	a) pe baza teoremei de variație a energiei cinetice $\Delta E_c = L_{rezultantei}$ unde trebuie mare atenție la exprimarea lucrului mecanic efectuat de forța rezultantă . Astfel $\frac{mv^2}{2} - 0 = L_G + L_N + L_{Ff}$ Deoarece $L_G = mg(h-h_0)$, $L_N = 0$ (normala e perpendiculară pe deplasare) obținem $L_{Ff} = \frac{mv^2}{2} - mg(h-h_0) \Rightarrow L_{Ff} = m(\frac{v^2}{2} + gh_0 - gh)$ b) pe baza legăturii dintre energiile mecanice (inițială și finală) ale corpului și lucrul mecanic al forței de frecare $E_{initial} = E_{final} + \lvert L_{Ff} \rvert$. Exprimând energiile obținem $mgh = mgh_0 + \frac{mv^2}{2} + \lvert L_{Ff} \rvert$ de unde $\lvert L_{Ff} \rvert = m(gh - gh_0 - \frac{v^2}{2}) \Rightarrow L_{Ff} = m(gh_0 + \frac{v^2}{2} - gh)$ Calcul numeric $L_{Ff} = -1000\,\mathrm{J}$
c.	Conform definiției $L_{Ff} = F_f d \cos 180°$ unde d este distanța parcursă de corp pe planul înclinat și se determină aplicând funcția trigonometrică sinus în triunghiul dreptunghic format de distanța parcursă de corp pe planul înclinat și distanța parcursă pe verticală $\sin\alpha = \frac{h-h_0}{d} \Rightarrow d = \frac{h-h_0}{\sin\alpha}$ deci forța de frecare va fi $F_f = -\frac{L_{Ff}\sin\alpha}{h-h_0}$ Calcul numeric $F_f = \frac{100}{3} N = 33{,}3\,\mathrm{N}$
d.	Interacțiunea dintre sac si vagonet durează un timp foarte scurt și este o ciocnire plastică. În ciocniri se respectă legea conservării impulsului : suma vectorială a impulsurilor corpurilor imediat înainte de ciocnire este egală cu suma vectorială a impulsurilor corpurilor imediat după ciocnire $\overrightarrow{p_i} = \overrightarrow{p_d}$ (relație vectorială !) Deoarece înainte de ciocnire vagonetul era in repaus relația devine $\overrightarrow{p_m} = \overrightarrow{p}_{m+M}$ care, proiectată pe axa orizontală Ox, duce la $mv_x = (M+m)v' \Rightarrow mv\cos\alpha = (M+m)v' \Rightarrow v' = \frac{mv\cos\alpha}{M+m}$ Calcul numeric $v' \cong 1{,}4$ m/s

Modele/strategii de rezolvare

B. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ

SUBIECTUL I

Nr subiect	1	2	3	4	5
Varianta corectă	c	a	d	b	a

Strategii de rezolvare:

I.1:

Procesul este izoterm, deci U = const.

I.3:

Produsul $p\Delta V = L_p$, este vorba de lucru mecanic.

I.4:

$Q_p = \nu C_p \Delta T;\ C_p = C_V + R = 2,5R;\ \Delta U = \nu C_V \Delta T$, de unde $\Delta U / Q_p = C_V / C_p = 3/5 = 0,6$

I.5:

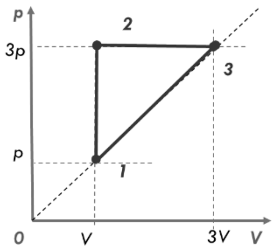
Cele trei procese au loc între aceleași două stări, A și B $(\Delta U_1 = \Delta U_2 = \Delta U_3 = \Delta U_{AB})$, deci cele trei călduri se diferențiază prin valorile diferite ale lucrului mecanic. Comparând ariile delimitate de procese, rezultă $L_1 > L_2 > L_3$ și cu $Q = \Delta U + L,\ Q_1 > Q_2 > Q_3$

SUBIECTUL II

	Soluții/strategii de rezolvare
a.	Ecuația termică de stare scrisă pentru starea inițială: $p_0 V = \frac{m}{\mu} RT$ de unde, înlocuind, rezultă $m \cong 12\,g$
b.	Pentru gazul din balon în starea inițială: $p_0 V = \nu RT$ Pentru corpul de pompă în starea inițială, la volumul V_0: $p_0 V_0 = \nu_0 RT$ După N curse efectuate de pistonul pompei în balon va fi o cantitate de gaz egală cu $\nu + N\nu_0$, prin urmare pentru starea finală a gazului din balon: $pV = (\nu + N\nu_0)RT$ Înlocuind cantitățile de substanță din ecuațiile pentru stările inițiale, rezultă: $pV = p_0(V + NV_0)$ iar prin calcul numeric rezultă N = 5 curse
c.	În starea finală din balon: $\rho = \frac{m}{V}$, masa finală m apărând în ecuația de stare $pV = \frac{m}{\mu} RT$, de unde rezultă: $\rho = \frac{p\mu}{RT}$. Înlocuind valorile cunoscute, rezultă $\rho \cong 1,8 \frac{kg}{m^3}$

d.	$T_{max} = T\frac{p_{max}}{p}$ $T_{max} \cong 328{,}7\text{K}$ Procesul de încălzire este izocor: $\frac{p_{max}}{T_{max}} = \frac{p}{T}$, deci $T_{max} = \frac{Tp_{max}}{p}$. Înlocuind valorile date, rezultă $T_{max} \cong 328{,}7\,\text{K}$

SUBIECTUL III

	Soluții/strategii de rezolvare
a.	Reprezentare grafică în coordonate p-V (p_1 = p; V_1 = V): 
b.	Pentru procesul 3-1 se poate aplica principiul I. al termodinamicii, $Q_{31} = \Delta U_{31} + L_{31}$, unde $\Delta U_{31} = \nu C_V (T_1 - T_3)$ iar L_{31} se poate determina din aria corespunzătoare de pe diagrama p-V: $L_{31} = -\frac{(p_1 + 3p_1)(3V_1 - V_1)}{2} = -4p_1V_1$ Din ecuațiile de stare scrise pentru stările 1 și 3 rezultă $T_1 = \frac{p_1V_1}{\nu R}$ și $T_3 = \frac{9p_1V_1}{\nu R}$; cu $C_V = 5R/2$ rezultă pentru variația energiei interne: $\Delta U_{31} = -20p_1V_1$ Revenind cu acestea în prima relație, $Q_{31} = -24p_1V_1$
c.	Deja a fost determinată mai sus $\Delta U_{31} = -20p_1V_1$, deci $\Delta U_{13} = 20p_1V_1$
d.	O variantă posibilă este prin $\eta = \frac{L_{ciclu}}{Q_{primită}}$, în care lucrul mecanic este dat de aria triunghiului din diagrama p-V iar $Q_p = Q_{12} + Q_{23}$: $L_{ciclu} = 2p_1V_1$, $Q_{12} = \nu C_V (T_2 - T_1)$, $Q_{23} = \nu C_p (T_3 - T_2)$, cu $T_1 = \frac{p_1V_1}{\nu R}$, $T_2 = \frac{3p_1V_1}{\nu R}$, $T_3 = \frac{9p_1V_1}{\nu R}$ și cu $C_V = 5R/2$, $C_p = 7R/2$ rezultă pentru căldura primită pe parcursul unui ciclu: $Q_p = \frac{5}{2}2p_1V_1 + \frac{7}{2}6p_1V_1 = 26p_1V_1$ prin urmare, randamentul ciclului este: $\eta = \frac{1}{13} \cong 7{,}7\%$

Modele/strategii de rezolvare

C. PRODUCEREA ȘI UTILIZAREA CURENTULUI CONTINUU

SUBIECTUL I

Nr subiect	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
Varianta corectă	c	c	b	c	d

Strategii de rezolvare:

I.1:

Cale posibilă: din expresia energiei electrice, $W = I^2 R\Delta t$, $R = \frac{W}{I^2\Delta t}$ unde energia are ca unitate de măsură

$J = N\cdot m;\ N = kg\cdot m\cdot s^2$, deci $[R]_{S.I.} = \frac{kg\cdot m^2}{A^2\cdot s^3}$

I.2:

Numărul total de ecuații independente fiind egal cu numărul de laturi din rețeaua respectivă, rezultă 6

I.3:

La conectarea în paralel tensiunea la borne este aceeași iar puterea disipată de un rezistor este invers proporțională cu valoarea rezistenței, $P = U^2/R$. Așadar, $P_1/P_2 = R_2/R_1 = 2$

I.4:

$P_{max} = \frac{E^2}{4r}$; $I_{sc} = \frac{E}{r}$. Așadar, $P_{max} = \frac{EI_{sc}}{4} = 810\,W$

I.5:

$\eta = \frac{R}{R+r}$; la puteri egale disipate $r = \sqrt{R_1R_2}$;

Efectuând operațiile matematice, $\frac{\eta_1}{\eta_2} = \frac{R_1}{R_1+r}\frac{R_2+r}{R_2} = \frac{r+R_1}{r+R_2} = \frac{\sqrt{R_1}\left(\sqrt{R_2}+\sqrt{R_1}\right)}{\sqrt{R_2}\left(\sqrt{R_1}+\sqrt{R_2}\right)} = \frac{\sqrt{R_1}}{\sqrt{R_2}} = \sqrt{\frac{R_1}{R_2}}$

SUBIECTUL II

	Soluții/strategii de rezolvare
a.	Se poate observa că $R_3/2 = R_1 = 10\ \Omega$; atunci $R_p = R_1/2 = 5\Omega$ iar $R_e = R_p + R_2 = 17\Omega$ $I = \frac{U_p}{R_p} = 2\,A$ Din legea lui Ohm pe întregul circuit, rezultă $E = I(R_e + r)$; înlocuind, $E = 42\,V$

b.	În acest caz, $R_p{}' = \frac{R_1 R_3}{R_1 + R_3} = \frac{20}{3}\Omega$; $R_e{}' = R_p{}' + R_2 = \frac{56}{3}\Omega$; $I' = \frac{E}{R_e{}' + r} \cong 1{,}85\,\text{A}$
c.	Noua tensiune indicată de voltmetru: $U' = I'R_p \cong 12{,}35\,\text{V}$
d.	$I_{sc} = \frac{E}{r} = 10{,}5\,\text{A}$

SUBIECTUL III

	Soluții/strategii de rezolvare
a.	Pentru o grupare paralel de generatoare cu parametrii diferiți: $\frac{1}{r_p} = \frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2} + \frac{1}{r_3} = \frac{1}{0{,}1}$, de unde $r_p = 0{,}1\Omega$; $E_p = r_p\left(\frac{E_1}{r_1} + \frac{E_2}{r_2} + \frac{E_3}{r_3}\right) = 0{,}1\frac{12}{0{,}6}$, de unde $E_p = 2\,\text{V}$
b.	$Q = W = I^2 R\Delta t$, unde $I = \frac{E_p}{R + r_p} = 1\,\text{A}$; înlocuind, rezultă: $Q = 342\,\text{J}$
c.	$\eta = \frac{R}{R + r_p} = 0{,}95 = 95\%$
d.	Din teorema a doua a lui Kirchhoff scrisă pentru ochiul format din generatorul (E_3;r_3) și consumatorul cu noua rezistență R': $E_3 = I_3 r_3 + I'R'$, cu condiția $I_3 = 0$ și cu $I' = \frac{E_p}{R' + r_p}$ rezultă $R' = \frac{r_p E_3}{E_p - E_3} = 0{,}4\Omega$

Modele/strategii de rezolvare

D. OPTICĂ

SUBIECTUL I

Nr subiect	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
Varianta corectă	b	a	c	d	c

Strategii de rezolvare:

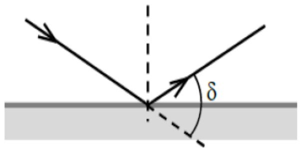
I.1: Fenomenul de refracție a luminii constă în trecerea luminii într-un alt mediu, însoțită de schimbarea direcției de propagare

I.2: $v = f \cdot c$; $f = 2/3$; $n = ?$

$$n = \frac{c}{v} \Rightarrow n = \frac{c}{f \cdot c} \Rightarrow n = \frac{1}{f} \Rightarrow n = 1{,}5$$

I.3: $\delta = 80°$; $i = ?$

$i + r + \delta = 180°$ și $r = i$ (legea a II-a a reflexiei) $\Rightarrow$



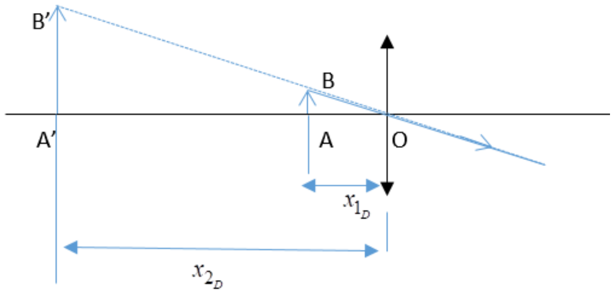
$$2i + \delta = 180° \Rightarrow i = 50°$$

I.4: Focarele principale ale unei lentile divergente sunt ambele focare principale virtuale

I.4: În cazul suprapunerii a două unde luminoase se poate obține interferență staționară dacă diferența de fază dintre cele două unde care se compun rămâne constantă în timp

SUBIECTUL II

	Soluții/strategii de rezolvare
a.	Din relația punctelor conjugate: $\frac{1}{x_2} - \frac{1}{x_1} = \frac{1}{f}$ $\Rightarrow$ coordonata imaginii: $x_2 = \frac{f \cdot x_1}{(f + x_1)}$
b.	Mărirea liniară transversală pentru lentile subțiri poate fi dată de $\beta = \frac{x_2}{x_1} = \frac{y_2}{y_1}$ $\beta_A = \frac{x_{2_A}}{x_{1_A}} = \frac{y_{2_A}}{y_{1A}} \Rightarrow \frac{f}{f + x_{1_A}} = \frac{y_{2_A}}{y_{1_A}}$ $\beta_B = \frac{x_{2_B}}{x_{1_B}} = \frac{y_{2_B}}{y_{1_B}} \Rightarrow \frac{f}{f + x_{1_B}} = \frac{y_{2_B}}{y_{1_B}}$ $\Rightarrow \beta_B = \frac{x_{2_B}}{x_{1_B}} = \frac{y_{2_B}}{y_{1_B}} \Rightarrow \frac{f}{f + x_{1_B}} = \frac{y_{2_B}}{y_{1_B}}$ $y_{1_A} = y_{1_B} = y_1$ Prin rezolvarea sistemului de ecuații: $\frac{f}{f - 48\,\text{cm}} = \frac{-10\,\text{cm}}{y_1}$; $\frac{f}{f - 36\,\text{cm}} = \frac{-20\,\text{cm}}{y_1}$ $\Rightarrow$ $f = 24\,\text{cm}$
c.	Raportul dintre măririle liniare transversale ale pozițiilor B și C ale obiectului $\frac{\beta_B}{\beta_C} = \left(\frac{y_{2_B}}{y_1}\right) \Big/ \left(\frac{y_{2_C}}{y_1}\right) = \frac{-20}{-30}$; $\frac{\beta_B}{\beta_C} = \frac{2}{3}$

d.	Desen pentru a evidenția formarea imaginii pentru poziția D a obiectului: $$x_{1_D} = -30\,\text{cm} \Rightarrow x_{2_D} = \frac{f \cdot x_{1_D}}{(f + x_{1_D})} \Rightarrow$$ $$x_{2_D} = \frac{24\,\text{cm} \cdot (-30\,\text{cm})}{(24\,\text{cm} - 30\,\text{cm})} = -120\,\text{cm}$$	

SUBIECTUL III

	Soluții/strategii de rezolvare
a.	Interfranja are expresia: $i = \frac{D \cdot \lambda}{a}$ Valoarea numerică: $i = 1,2\,\text{mm}$
b.	Defazajul dintre cele două unde care interferă într-un punct P de pe ecran are expresia: $\Delta\varphi = \frac{2\pi\Delta\delta}{\lambda}$ Condiția pentru a obține maxime de difracție este: $\Delta\delta_{\max} = 2k\frac{\lambda}{2}$. Pentru maximul de ordinul $k = 1$ rezultă $\Delta\varphi = 2\pi\,\text{rad}$
c.	Noua interfranjă dacă întregul dispozitiv se scufundă în apă, indicele de refracție al apei fiind $(n_a \cong 4/3)$ este dată de formula: $i' = \frac{D \cdot \lambda'}{a}$. Lungimea de undă a radiațiilor se modifică conform formulei: $\lambda' = \frac{\lambda}{n_a}$. Deoarece $\lambda' = \frac{v}{\nu} = \frac{\textit{viteza undei în apă}}{\textit{frecventă}}$; $\lambda = \frac{c}{\nu} = \frac{\textit{viteza undei în vid}}{\textit{frecventă}}$ și $n_a = \frac{c}{v} = \frac{\textit{viteza undei în vid}}{\textit{viteza undei în apă}}$, valoarea numerică a interfranjei devine: $i' = 0,9\,\text{mm}$
d.	Distanța dintre minimul de ordinul 1 și maximul de ordinul al 3-lea este: $d = x^3_{\max} - x^1_{\min}$ unde $x_{\max,k} = 2k\frac{D \cdot \lambda}{2 \cdot a}$, $k = 3$; $x_{\min,k} = (2k+1)\frac{D \cdot \lambda}{2 \cdot a}$, $k = 1 \Rightarrow d = 2 \cdot 3\frac{D \cdot \lambda}{2 \cdot a} - (2 \cdot 1 + 1)\frac{D \cdot \lambda}{2 \cdot a}$; $d = 1,8\,\text{mm}$

BAREM DE EVALUARE ȘI DE NOTARE **VARIANTA 1**

- Se punctează oricare alte modalități de rezolvare corectă a cerințelor.
- Nu se acordă fracțiuni de punct.
- Se acordă 10 puncte din oficiu. Nota finală se calculează prin împărțirea punctajului total acordat pentru lucrare la 10

A. MECANICĂ

SUBIECTUL I **(5 x 3 puncte = 15 puncte)**

Nr subiect	1	2	3	4	5
Varianta corectă	d	c	c	c	a

SUBIECTUL II **(15 puncte)**

	Soluție, rezolvare		Punctaj
a.	Reprezentare corectă a forţelor ce acţionează asupra lui m_1	3p	4p
b.	$T - F_{f2} = 0$	1p	4p
	$F - G_t - F_{f1} - T = 0$	1p	
	$F_{f1} = \mu m_1 g \cos\alpha$	0,5p	
	$F_{f2} = \mu\ m_2 g$	0,5p	
	$T = 4\text{N}$	0,5p	
	$F = 19{,}2\text{N}$	0,5p	
c.	$D = v\,\Delta t$	2p	3p
	$D = 3\text{m}$	1p	
d.	Reprezentare corectă a forţelor ce acţionează asupra lui m_2 dupa ruperea firului	1p	4p
	Aplicarea principiului fundamental	1p	
	$a = \mu\ g$	1p	
	$a = 2\ \text{m/s}^2$	1p	

SUBIECTUL III **(15 puncte)**

	Soluție, rezolvare		Punctaj
a.	$E_t = E_p + E_c$	1p	3p
	$E_p = mgh$	1p	
	rezultat final 1600 J	1p	
b.	$E_i = E_f - L_{Ff}$	2p	4p
	$E_f = mgh_0 + mv^2/2$	1p	
	$L_{Ff} = -1000\text{J}$	1p	
c.	$L_{Ff} = -F_f\,d$	2p	4p
	$d = (h-h_0)/\sin\alpha$	1p	
	$F_f = 33{,}3\ \text{N}$	1p	
d.	Legea conservarii impulsului	1p	4p
	$mv\cos\alpha = (m+M)v'$	2p	
	$v' \cong 1{,}4\ \text{m/s}$	1p	

Filiera teoretică, profilul real

BAREM DE EVALUARE ȘI DE NOTARE **VARIANTA 1**

• Se punctează oricare alte modalități de rezolvare corectă a cerințelor.
• Nu se acordă fracțiuni de punct.
• Se acordă 10 puncte din oficiu. Nota finală se calculează prin împărțirea punctajului total acordat pentru lucrare la 10

B. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ

SUBIECTUL I **(5 x 3 puncte = 15 puncte)**

Nr subiect	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
Varianta corectă	c	a	d	b	a

SUBIECTUL II. **(15 puncte)**

	Soluție, rezolvare		Punctaj
a.	$p_0V = \frac{m}{\mu}RT$	2p	3p
	$m \cong 12$ g	1p	
b.	$p_0V_0 = \nu_0RT$	1p	4p
	$p_0V = \nu RT$	1p	
	$pV = (\nu + N\nu_0)RT$	1p	
	Rezultat: $N = 5$ curse	1p	
c.	$pV = \frac{m}{\mu}RT$	2p	4p
	$\rho = \frac{m}{V}$	1p	
	$\rho \cong 1{,}8\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$	1p	
d.	$T_{max} = T\frac{p_{max}}{p}$	3p	4p
	$T_{max} \cong 328{,}7\text{K}$	1p	

SUBIECTUL III. **(15 puncte)**

	Soluție, rezolvare		Punctaj
a.	Pentru: reprezentare grafică în coordonate p,V, realizată corect	3p	3p
b.	Pentru:		5p
	$Q = \Delta U + L$	1p	
	$\Delta U = \upsilon C_v(T_1 - T_3)$	1p	
	$L = -4p_1V_1$	1p	
	Ecuaţia de stare şi aflarea T_1, T_3	1p	
	rezultat final: $Q = -24p_1V_1$	1p	
c.	Pentru:		3p
	$\Delta U = \nu C_V(T_3 - T_1)$	2p	
	rezultat final: $\Delta U = 20p_1V_1$	1p	
d.	Pentru: $\eta = 1 - \lvert Q_c\rvert / Q_p$ sau $\eta = L/Q_p$	1p	4p
	Aflarea $Q_p = \upsilon\left[C_v(T_2 - T_1) + C_p(T_3 - T_2)\right]$	1p	
	$Q_p = 26p_1V_1$	1p	
	rezultat final $\eta = 1/13$	1p	

BAREM DE EVALUARE ȘI DE NOTARE **VARIANTA 1**

- Se punctează oricare alte modalități de rezolvare corectă a cerințelor.
- Nu se acordă fracțiuni de punct.
- Se acordă 10 puncte din oficiu. Nota finală se calculează prin împărțirea punctajului total acordat pentru lucrare la 10

C. PRODUCEREA ȘI UTILIZAREA CURENTULUI CONTINUU

SUBIECTUL I **(5 x 3 puncte = 15 puncte)**

Nr subiect	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
Varianta corectă	c	c	b	c	d

SUBIECTUL II. **(15 puncte)**

	Soluție, rezolvare		Punctaj
a.	$R_{paralel} = \dfrac{R_1 \cdot \frac{R_3}{2}}{R_1 + \frac{R_3}{2}} = 5\ \Omega;\quad R_{echivalent} = R_{paralel} + R_2 = 17\ \Omega$ $I = \dfrac{U}{R_{paralel}} = 2\ \text{A};\qquad E = I \cdot (R_{echivalent} + r) = 42\ \text{V}$	1p; 1p 1p; 1p	4p
b.	$R'_{paralel} = \dfrac{R_1 \cdot R_3}{R_1 + R_3} = \dfrac{20}{3}\ \Omega;\quad R'_{echivalent} = R'_{paralel} + R_2 = \dfrac{56}{3}\ \Omega$ $I' = \dfrac{E}{R'_{echivalent} + r} = 1{,}85\ \text{A}$	1p; 2p 1p	4p
c.	$U' = I' \cdot R'_{paralel} = 12{,}35\ \text{V}$	4p	4p
d.	$I_{sc} = \dfrac{E}{r} = 12{,}5\ \text{A}$	4p	3p

SUBIECTUL III. **(15 puncte)**

			Punctaj
a.	$\dfrac{1}{r_p} = \dfrac{1}{r_1} + \dfrac{1}{r_2} + \dfrac{1}{r_3};\quad E_p = r_p \cdot \left(\dfrac{E_1}{r_1} + \dfrac{E_2}{r_2} + \dfrac{E_3}{r_3}\right);\quad r_p = 0{,}1\Omega;\quad E_p = 2\ \text{V}$	1p; 1p 1p; 1p	4p
b.	$I = \dfrac{E_p}{R + r_p} = 1\ \text{A};\qquad Q = W = R \cdot I^2 \cdot \Delta t = 342\ \text{J}$	2p; 2p	4p
c.	$\eta = \dfrac{R}{R + r_p} = 95\ \%$	3p	3p
d.	$E_3 = I \cdot R' = \dfrac{E_p}{R' + r_p} \cdot R';\qquad R' = 0{,}4\ \Omega$	3p; 1p	4p

BAREM DE EVALUARE ȘI DE NOTARE **VARIANTA 1**

- Se punctează oricare alte modalități de rezolvare corectă a cerințelor.
- Nu se acordă fracțiuni de punct.
- Se acordă 10 puncte din oficiu. Nota finală se calculează prin împărțirea punctajului total acordat pentru lucrare la 10

D. OPTICĂ

SUBIECTUL I **(10 x 3 puncte = 30 puncte)**

Nr subiect	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
Varianta corectă	b	a	c	d	c

SUBIECTUL II. **(15 puncte)**

	Soluție, rezolvare		Punctaj
a.	Pentru $\frac{1}{x_2}-\frac{1}{x_1}=\frac{1}{f}$	2 p	3 p
	$x_2=\frac{f\cdot x_1}{(f+x_1)}$	1 p	
b.	$\beta=\frac{x_2}{x_1}=\frac{y_2}{y_1}$	1 p	4 p
	$\frac{f}{f-48cm}=\frac{-10cm}{y_1}$	1 p	
	$\frac{f}{f-36cm}=\frac{-20cm}{y_1}$	1 p	
	$f=24cm$	1 p	
c.	$\frac{\beta_B}{\beta_C}=\left(\frac{y_2^B}{y_1}\right)/\left(\frac{y_2^C}{y_1}\right)=\frac{-20}{-30}$	3 p	4 p
	$\frac{\beta_B}{\beta_C}=\frac{2}{3}$	1 p	
d.	Realizarea corectă a desenului	4 p	4 p

SUBIECTUL III. **(15 puncte)**

	Soluție, rezolvare		Punctaj
a.	$i=\frac{D\cdot\lambda}{a}$	2 p	3 p
	$i=1,2mm$	1 p	
b.	$\Delta\varphi=\frac{2\pi\Delta\delta}{\lambda}$	1 p	4 p
	$\Delta\delta_{\max}=2k\frac{\lambda}{2}$	1 p	
	$k=1$	1 p	
	$\Delta\varphi=2\pi rad$	1 p	
c.	$i^{'}=\frac{D\cdot\lambda^{'}}{a}$	1 p	4 p
	$\lambda^{'}=\frac{\lambda}{n_a}$	2 p	
	$i^{'}=0,9mm$	1 p	
d.	$d=x_{\max}^3-x_{\min}^1=2\cdot3\frac{D\cdot\lambda}{2\cdot a}-(2\cdot1+1)\frac{D\cdot\lambda}{2\cdot a}$	3 p	4 p
	$d=1,8mm$	1 p	

A. MECANICĂ

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

SUBIECTUL I.

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

1. Unitatea de măsură a modulului de elasticitate (modulul lui Young) este:

a. N/m^2 **b.** N/m **c.** $\text{N}\cdot\text{m}$ **d.** J

2. Una dintre următoarele mărimi fizice este vectorială:

a. masa **b.** energia cinetică **c.** lucrul mecanic **d.** accelerația

3. Un corp de masă *m* se deplasează pe o suprafață orizontală pe o distanță *h*, coeficientul de frecare la alunecare fiind μ. Lucrul mecanic efectuat de greutatea corpului este:

a. mgh **b.** $-mgh$ **c.** μmgh **d.** 0

4. Un punct material cu masa $m = 1\text{kg}$ execută o mișcare cu o traiectorie circulară și cu viteza constantă de $v = 2\text{m/s}$. Variația impulsului corpului după ce parcurge o jumătate de cerc este:

a. $2\,\text{N}\cdot\text{s}$ **b.** $1\ \text{N}\cdot\text{s}$ **c.** $4\,\text{N}\cdot\text{s}$ **d.** 0

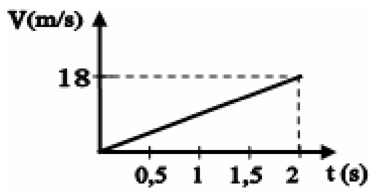
5. Un corp lăsat liber lunecă uniform pe un plan înclinat de unghi $\alpha = 30°$. Coeficientul de frecare la alunecare dintre corp și plan este:

a. 0,5 **b.** $\sqrt{3}/3$ **c.** $\sqrt{3}/2$ **d.** 0

SUBIECTUL al II-lea

Rezolvați următoarea problemă:

În figura alăturată este redată dependența de timp a vitezei unei mingi cu masa *m* = 0,1 kg în primele două secunde de cădere. Mingea cade de la o înălțime *h* considerată suficient de mare.



a. Determinați accelerația mingii.

b. Determinați forța de rezistență la înaintare întâmpinată de minge.

c. Determinați distanța parcursă de minge între momentele 0,5 s și 1,5 s.

d. Presupunând că forța de rezistență nu este constantă și se poate exprima prin relația $F_r = k\cdot v$, unde $k = 0{,}05\ \text{N}\cdot\text{s/m}$ iar *v* este viteza instantanee a mingii, determinați valoarea vitezei maxime atinsă de minge.

SUBIECTUL al III-lea

Rezolvați următoarea problemă:

Un corp de masă $m_1 = 0{,}5\,\text{kg}$ se deplasează pe un plan orizontal, pornind din repaus, sub acțiunea unei forțe de tracțiune constantă și paralelă cu planul, $F = 2\,\text{N}$. Coeficientul de frecare dintre corp și plan este

$\mu = 0,2$. După un timp $t = 2\,\mathrm{s}$ forța își încetează acțiunea și imediat corpul ciocnește plastic o sferă de masă $m_2 = 0,5\,\mathrm{kg}$ aflată în repaus pe plan și suspendată de un fir vertical, inextensibil și fără masă, de lungime $l = 1\,\mathrm{m}$. Să se afle:

a) accelerația corpului m_1;

b) viteza corpului înainte de ciocnire;

c) înălțimea maximă la care se ridică corpurile după ciocnire;

d) tensiunea ce apare în fir atunci când se atinge înălțimea maximă.

B. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ

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: $p \cdot V = \nu RT$

SUBIECTUL I.

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

1. Simbolurile mărimilor fizice fiind cele utilizate în manualele de fizică, unitatea de măsură a mărimii fizice exprimate prin raportul dintre masa molară și volumul molar este aceeași cu a mărimii fizice:

a. V **b.** c_p **c.** ρ **d.** ν

2. Variația temperaturii unui gaz, măsurată cu un termometru etalonat în scara Celsius, este $\Delta t = 27°\text{C}$ Variația temperaturii absolute a acestui gaz este:

a. $\Delta T = 0 \text{K}$ **b.** $\Delta T = 27 \text{K}$ **c.** $\Delta T = 300 \text{K}$ **d.** $\Delta T = 327 \text{K}$

3. Într-un balon rigid se află oxigen $(C_V = 5R/2)$ la temperatura $t_1 = 27°\text{C}$. Balonul este încălzit și oxigenul absoarbe cantitatea de căldură $Q = 50 \text{kJ}$ până când temperatura sa absolută se triplează. Cantitatea de oxigen din balon este:

a. 2 mol **b.** 3 mol **c.** 4 mol **d.** 6 mol

4. Experimental, se constată că volumul molar al oricărui gaz, în condiții normale de temperatură și presiune este 22,42 *l*/mol. În aceste condiții, numărul de molecule din unitatea de volum este:

a. $1,84 \cdot 10^{24} \text{m}^{-3}$ **b.** $6,82 \cdot 10^{24} \text{m}^{-3}$ **c.** $1,55 \cdot 10^{25} \text{m}^{-3}$ **d.** $2,68 \cdot 10^{25} \text{m}^{-3}$

5. Pentru fiecare ciclu al unui motor Diesel, raportul dintre lucrul mecanic efectuat și modulul căldurii cedate este 2/3; raportul dintre căldura primită și lucrul mecanic efectuat este:

a. 1,5 **b.** 2,5 **c.** 3 **d.** 5

SUBIECTUL al II-lea

Rezolvați următoarea problemă:

Un vas cilindric orizontal, de volum $V = 12 l$, închis la ambele capete și izolat termic de exterior, este împărțit în două compartimente egale, de către un piston termoizolant, mobil, aflat în echilibru. Într-un compartiment se află $m_1 = 3 \text{g}$ hidrogen molecular $(\mu_{H_2} = 2 \text{g/mol})$, iar în celălalt azot molecular $(\mu_{N_2} = 28 \text{g/mol})$. Gazele din cele două compartimente se află, inițial, la aceeași temperatură, T = 200 K. Cele două gaze sunt considerate ideale.

a. determinați presiunea din compartimentul ocupat de hidrogen;

b. calculați masa azotului;

c. calculați raportul dintre densitatea azotului și cea a hidrogenului;

d. compartimentul în care se află hidrogenul este încălzit lent, cu $\Delta T = 100\,\mathrm{K}$, temperatura azotului rămânând nemodificată. Determinați volumul ocupat de azot după restabilirea echilibrului pistonului în urma procesului de încălzire.

SUBIECTUL al III-lea

Rezolvați următoarea problemă:

Într-un cilindru orizontal cu piston mobil, ce se poate mișca etanș și fără frecări, se află un mol de gaz ideal la temperatura $T_1 = 300$ K. Gazul este răcit la volum constant, apoi este încălzit la presiune constantă până revine la temperatura inițială T_1. În acest proces lucrul mecanic efectuat de gaz este de 831 J, iar raportul dintre căldura primită și modulul căldurii cedate este $k = 5/3$. Se cunoaște $\ln 1{,}5 \cong 0{,}4$.

a. Reprezentați graficul transformărilor în coordonate *p*-*T*;

b. Calculați raportul dintre valoarea maximă și cea minimă a volumului ocupat de gaz în acest proces;

c. Determinați valoarea căldurii molare la volum constant a gazului;

d. Determinați lucrul mecanic primit de gaz pentru a reveni în starea inițială printr-o transformare la temperatură constantă.

C. PRODUCEREA ȘI UTILIZAREA CURENTULUI CONTINUU

Valoarea sarcinii electrice elementare $e = 1{,}6\cdot10^{-19}$ C

SUBIECTUL I.

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

1. Simbolurile mărimilor fizice fiind cele din manuale, expresia legii lui Ohm pentru o porțiune de circuit simplu este:

a. $I = \frac{U}{R}$ **b.** $I = \frac{E}{r}$ **c.** $I = \frac{E}{R+r}$ **d.** $I = \frac{u}{r}$

2. Când într-un circuit parcurs de curentul I = 1 A se introduce un rezistor R_1 = 6 Ω Intensitatea devine I_1 = 0,625 A, iar când se înlocuiește R_1 cu un alt rezistor de rezistență R_2, intensitatea devine I_2 = 0,5 A. Rezistența R_2 este:

a.10 Ω **b.** 3 Ω **c.** 1 Ω **d.** 9 Ω

3. Un circuit electric simplu format dintr-o sursă cu tensiunea electromotoare E și rezistența internă r alimentează un rezistor cu rezistența electrică $R = 4r$. Căderea de tensiune pe rezistența internă a sursei este dată de relația:

a. $u = E / 2$ **b.** $u = E / 5$ **c.** $u = E / 4$ **d.** $u = E / 8$

4. La bornele unei surse având E = 100 V si curentul de scurtcircuit I_{SC} = 100 A se conectează un rezistor R, astfel încât raportul U/u = 99. Intensitatea curentului este:

a. 10 A **b.** 0,5 A **c.** 4 A **d.** 1 A

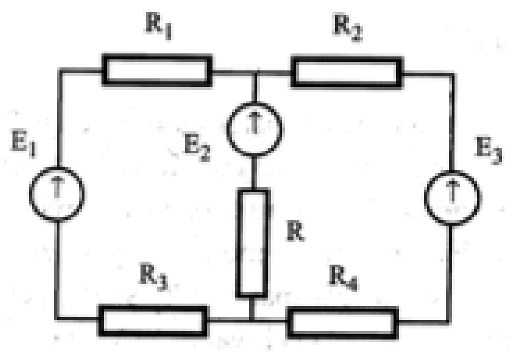
5. Un conductor cu secțiunea S = 5 mm^2 și rezistența electrică R = 30 Ω este înfășurat pe un cilindru din ceramică. Numărul de spire este N = 1000, iar lungimea unei spire este L = 5 cm. Rezistivitatea electrică a materialului din care este confecționat firul este:

a. $3{,}4\cdot10^{-6}$ Ω·m **b.** $3\cdot10^{-6}$ Ω·m **c.** $3{,}2\cdot10^{-6}$ Ω·m **d.** $2{,}8\cdot10^{-6}$ Ω·m

SUBIECTUL al II-lea

Rezolvați următoarea problemă:

În circuitul din figură E_1 = 4 V, E_2 = 6 V, E_3 = 2 V și rezistențele interioare neglijabile. R_1 = 1 Ω, R_2 = 2 Ω, R_3 = 3 Ω, R_4 = 4 Ω, R = 0,4 Ω. Să se determine:



a. intensitatea curentului electric prin R;

b. puterea dezvoltată de rezistorul R;

c. valoarea pe care ar trebui să o aibă rezistența R pentru ca prin rezistorul R_1 să nu circule curent;

d. condiția ca nici unul dintre generatoare să nu debiteze curent.

SUBIECTUL al III-lea

Rezolvați următoarea problemă:

Două becuri electrice au inscripționate valorile nominale $U_1 = 12$ V, $P_1 = 24$ W, respectiv $U_2 = 24$ V, $P_2 = 36$ W. Calculați:

a. tensiunea maximă ce se poate aplica grupării la conectarea în serie a celor două becuri;

b. puterea maximă absorbită la conectarea în serie a celor două becuri;

c. intensitatea maximă a curentului ce străbate gruparea paralel a celor două becuri;

d. puterea maximă la conectarea în paralel a celor două becuri.

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.

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

1. Trei lentile convergente identice de convergență C_0 sunt puse în contact. Distanța focală a sistemului format este:

a. $3C_0$ **b.** $(1/3)\ C_0$ **c.** $3/C_0$ **d.** $1/(3C_0)$

2. Un obiect luminos, real este plasat în fața unei lentile subțiri convergente. Distanța dintre obiect și lentilă este mai mică decât distanța focală. Imaginea obiectului este:

a. virtuală, mărită, dreaptă **b.** virtuală, micșorată, dreaptă
c. reală, mărită, răsturnată **d.** reală, micșorată, răsturnată

3. Iradiind succesiv suprafața unui fotocatod cu radiații monocromatice având lungimile de undă $\lambda_1 = 350\,\text{nm}$ și $\lambda_2 = 540\,\text{nm}$, viteza maximă a fotoelectronilor scade de 2 ori. Lucrul mecanic de extracție al electronilor din fotocatod are aproximativ valoarea:

a. $9 \cdot 10^{-20}\,\text{J}$ **b.** $1,5 \cdot 10^{-19}\,\text{J}$ **c.** $3 \cdot 10^{-19}\,\text{J}$ **d.** $3 \cdot 10^{-20}\,\text{J}$

4. Afirmația corectă privind efectul fotoelectric extern este:

a. efectul fotoelectric extern se produce pentru o lungime de undă mai mică decât lungimea de undă de prag
b. energia cinetică a fotoelectronilor emiși este direct proporțională cu fluxul luminos incident
c. intensitatea curentului fotoelectric de saturație nu depinde de fluxul luminos incident dacă frecvența este constantă
d. primii fotoelectroni sunt emiși după câteva milisecunde de la momentul iluminării

5. În urma interferenței luminii ce cade perpendicular pe o pană optică ale cărei fețe fac un unghi α foarte mic se obțin franje de interferență:

a. localizate la infinit **b.** localizate pe pana optică
c. de egală înclinare **d.** nelocalizate

SUBIECTUL al II-lea

Rezolvați următoarea problemă:

O lentilă subțire biconcavă simetrică, situată în aer $(n_{aer} \cong 1)$, are razele de curbură egale în modul cu $0,8\,\text{m}$. Imaginea unui obiect luminos, liniar, așezat perpendicular pe axa optică principală este dreaptă și de două ori mai mică decât obiectul. Distanța de la obiect la imaginea sa este de $40\,\text{cm}$.

a. determinați poziția obiectului și imaginii în raport cu lentila;

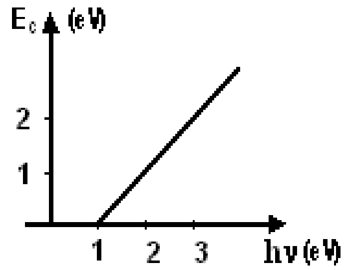
b. calculați convergența C_1 a lentilei biconcave simetrice;

c. calculați valoarea indicelui de refracție al materialului din care este confecționată lentila, dacă distanța ei focală în aer este $f = 80\,\text{cm}$;

d. se alipește de lentila biconcavă o lentilă plan-convexă, având aceeași rază de curbură. Dacă indicele de refracție al lentilei biconcave este $n = 1,50$, aflați valoarea indicelui de refracție n_x al materialului din care este realizată lentila plan-convexă, astfel încât convergența sistemului să fie nulă.

SUBIECTUL al III-lea

Rezolvați următoarea problemă:



Într-un experiment de efect fotoelectric se determină energia cinetică maximă a electronilor emiși pentru diferite frecvențe ale radiațiilor trimise asupra unui catod dintr-un material necunoscut. Rezultatele obținute sunt utilizate pentru trasarea graficului din figura alăturată. Determinați:

a. lucrul mecanic de extracție al materialului necunoscut;

b. lungimea de undă de prag;

c. lungimea de undă a fotonilor ce eliberează electroni cu energia cinetică maximă de $2\,\text{eV}$ $(1\text{eV} = 1,6 \cdot 10^{-19}\,\text{J})$;

d. tensiunea de stopare a fotoelectronilor în acest caz.

Modele/strategii de rezolvare

A. MECANICĂ

SUBIECTUL I

Nr subiect	1	2	3	4	5
Varianta corectă	a	d	d	c	b

Strategii de rezolvare:

I.1: Este specificată în manual unitatea de măsură a modulului de elasticitate: $[E]_{S.I.} = N/m^2$ care se poate deduce din legea lui Hooke: $[E]_{S.I.} = \left[\frac{F\cdot l_0}{S\cdot \Delta l}\right]_{S.I.} = \frac{N\cdot m}{m^2\cdot m} = \frac{N}{m^2}$

I.3: Lucrul mecanic al greutății are expresia $L_G = mg(h_i - h_f)$ iar o deplasare pe orizontală presupune păstrarea înălțimii $h_i = h_f$, deci $L_G = 0$. O altă metodă e observarea valorii unghiului dintre greutate și deplasare, care în acest caz este 0, deci și $L_G = 0$.

I.4: Impulsul este o mărime vectorială ce are după parcurgerea unei jumătăți de cerc orientare inversă ceea ce duce la $|\Delta p| = mv_f - (-mv_i) = 2mv = 2\cdot 1\text{kg}\cdot 2\frac{m}{s} = 4\,\text{kg}\frac{m}{s} = 4\,N\cdot s$

I.5: Expresia „alunecă uniform” ne arată că accelerația este 0 deci $G_t = F_f \leftrightarrow mg\sin\alpha = \mu mg\cos\alpha$, de unde $\mu = \text{tg}\,\alpha = \frac{\sqrt{3}}{3}$.

SUBIECTUL II

	Soluții/strategii de rezolvare
a.	Graficul vitezei în funcție de timp duce la utilizarea definiției accelerației $a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$ și, utilizând valorile de pe grafic, $a = \frac{v - v_0}{t - t_0} = \frac{(18-0)\,m/s}{(2-0)\,s} = 9\,m/s^2$.
b.	Forța de rezistență se opune mişcării si scade valoarea accelerației conform principiului fundamental $ma = G - F_{rez} = mg - F_{rez}$ de unde determinăm $F_{rez} = 0{,}1\,N$.
c.	Graficul vitezei în funcție de timp duce și la determinarea distanței ca fiind numeric egală cu aria dintre graficul vitezei și axa timpului: $d = A_{Gv,Ot} = \frac{(v_2+v_1)(t_2-t_1)}{2} = \frac{(4,5+13,5)\frac{m}{s}(1,5-0,5)s}{2} = 9\,m$.

d.	Dacă F_{rez} crește cu viteza, se observă ca accelerația scade: $ma - G - F_{rez}$, dar accelerația este încă pozitivă deci viteza o să crească până $a_{min} = 0 - F_{rez\,max}$, $G = F_{rez\,max} = kv_{max}$, $v_{max} = \frac{mg}{k} = \frac{1\,N}{0,05\frac{N\cdot s}{m}} = 20\,m/s.$

SUBIECTUL III

	Soluții/strategii de rezolvare
a.	Conform principiului fundamental, $m_1a = F - F_f = F - \mu N = F - \mu m_1 g;$ $a = \frac{2\,N - 0,2\cdot 0,5\cdot 10\frac{m}{s^2}}{0,5\,kg} = 2\frac{m}{s^2}$
b.	Fiind cunoscut timpul t = 2 s, folosim definiția accelerației, $a = \frac{v - v_0}{t - t_0}$, de unde $v = v_0 + a(t - t_0) = 4\,m/s$
c.	Din legea conservării impulsului în ciocnirea plastică, $(m_1 + m_2)u = m_1\cdot v + m_2\cdot 0,$ $u = v\frac{m_1}{m_1 + m_2} = \frac{v}{2}$. Viteza u duce la ridicarea corpurilor lipite prin ciocnirea plastică cu ajutorul firului până când înălțimea e maximă și viteza nulă; conform conservării energiei $(m_1 + m_2)gh_{max} + 0 = 0 + \frac{(m_1 + m_2)u^2}{2};$ $h_{max} = \frac{u^2}{2g} = 0,2\,m.$
d.	La înălțimea maximă h_{max} firul formează un unghi α_{max} cu verticala, care se poate determina geometric din relația $\cos\alpha = 1 - \frac{h}{l} = 1 - \frac{0,2\,m}{1\,m} = \frac{4}{5}$. Corpul are în acel punct viteză nulă iar în lungul firului componenta normală a greutății e compensată de tensiunea din fir, $T = G_n = (m_1 + m_2)g\cos\alpha = 8\,N.$

Modele/strategii de rezolvare

B. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ

SUBIECTUL I

Nr subiect	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
Varianta corectă	c	b	c	d	b

Strategii de rezolvare:

I.4:

Numărul de molecule din unitatea de volum este $n = \frac{N}{V}$, unde N reprezintă numărul total de molecule

În funcție de numărul de moli ν, acesta se poate scrie mai departe $N = \nu N_A$, unde N_A reprezintă constanta universală numărul lui Avogadro

De aici, $n = \frac{\nu N_A}{V}$, unde ținem cont de expresia volumului molar $V_\mu = \frac{V}{\nu}$ rezultând $n = \frac{N_A}{V_\mu}$, unde putem înlocui volumul molar în condițiile normale ale enunțului V_{μ_0}

Prin înlocuire numerică $n = \dfrac{6,023 \cdot 10^{23}\,\text{mol}^{-1}}{22,42 \cdot 10^{-3}\,\dfrac{\text{m}^3}{\text{mol}}} = 2,68 \cdot 10^{25}\,\text{m}^{-3}$

I.5:

Folosind principiul I al termodinamicii pentru o transformare ciclică (în particular a motorului Diesel), putem scrie $Q_{abs} = L + |Q_{ced}|$

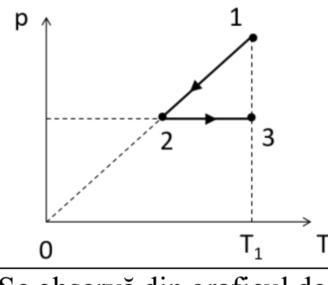
Împărțind toată ecuația prin L, vom obține răspunsul $\frac{Q_{abs}}{L} = 1 + \frac{|Q_{ced}|}{L} = 1 + \frac{3}{2} = \frac{5}{2} = 2,5$

SUBIECTUL II

	Soluții/strategii de rezolvare
a.	Dacă pistonul este în echilibru împărțind cilindrul în două compartimente egale, atunci în compartimentul cu hidrogen se identifică parametrii stării inițiale p, m_1, (μ_{H_2}), T și $\frac{V}{2}$ Se scrie ecuația de stare termică în acest caz $p \cdot \frac{V}{2} = \frac{m_1}{\mu_{H_2}} RT$, cu soluția numerică $p = 4,15 \cdot 10^5$ Pa
b.	În aceeași ipoteză ca la punctul a) se identifică parametrii stării inițiale a gazului din compartimentul alăturat, azotul: p, m_2, (μ_{H_2}), T și $\frac{V}{2}$

	Scriind, în același mod, ecuația de stare termică $p\cdot\frac{V}{2}=\frac{m_2}{\mu_{N_2}}RT$, se obține numeric $m_2=41,95\cdot10^{-3}$ kg
c.	Pentru azot, densitatea se poate scrie $\rho_{N_2}=\frac{m_2}{\frac{V}{2}}$; analog, pentru hidrogen $\rho_{H_2}=\frac{m_1}{\frac{V}{2}}$ Împărțind aceste două relații, obținem răspunsul la cerința problemei $\frac{\rho_{N_2}}{\rho_{H_2}}=\frac{m_2}{m_1}=13,9$
d.	Pistonul fiind termoizolant, singurul gaz care se încălzește lent este hidrogenul. În urma acestui proces, volumul său se mărește, rezultând modificarea celor trei parametri: temperatură, volum și presiune. În starea finală, parametrii gazului hidrogen sunt T+ΔT, V_1, p', rămânând constantă doar masa m_{H_2} (transformare generală) Gazul din compartimentul alăturat rămâne cu parametrii constanți masa m_{N_2} și temperatura T (transformare izotermă) În starea finală pistonul este din nou în echilibru, ceea ce înseamnă că presiunea din cele două compartimente va fi egală; de aici rezultă că ceilalți doi parametri ai azotului sunt V_2 și p' În plus între cele două volume se poate scrie relația $V_1+V_2=V$ Scriind ecuațiile transformărilor deduse mai sus $p'\cdot V_1=\frac{m_1}{\mu_{H_2}}R(T+\Delta T)$; $p'\cdot V_2=\frac{m_2}{\mu_{N_2}}RT$ Se rezolvă sistemul algebric cu necunoscutele *p'*, V_1 și V_2, obținând $V_2=4,8\cdot10^{-3}m^3=4,8l$

SUBIECTUL III

	Soluții/strategii de rezolvare
a.	 1⟶2: transformare izocoră, T scade ⟹ p scade 2⟶3: transformare izobară, T crește ⟹ V crește
b.	Se observă din graficul de mai sus că în acest proces, format din două transformări simple ale gazului ideal, temperatura variază numai între două valori, $T_1=T_3$ (cea mai mare) și T_2 (cea mai mică) Analog, volumul variază numai între două valori: $V_1=V_2$ (minim) și V_3 (maxim) Ecuația transformării izobare 2⟶3 conține toate aceste mărimi fizice: $\frac{V_2}{T_2}=\frac{V_3}{T_3}\Rightarrow\frac{V_3}{V_2}=\frac{T_3}{T_2}\Rightarrow\frac{V_{max}}{V_{min}}=\frac{T_1}{T_2}$

	Cea mai importantă dată a problemei este lucrul mecanic total efectuat de gaz în cele două transformări: $L = L_{12} + L_{23}$; dar, $L_{12} = 0 \Longrightarrow L = L_{izobar} = L_{23}$ $L_{izobar} = \nu R(T_1 - T_2) \Rightarrow T_2 = T_1 - \frac{L}{\nu R}$, unde numărul de moli $\nu = 1 mol \Rightarrow T_2 = 200\,\mathrm{K}$ În consecință $\frac{V_{\max}}{V_{\min}} = 1,5$
c.	Gazul ideal primește căldură în transformarea izobară 2→3 și cedează căldură în transformarea izocoră 1→2 $\frac{Q_{abs}}{\lvert Q_{ced}\rvert} = \frac{Q_{23}}{\lvert Q_{12}\rvert} = k = \frac{5}{3}$, conform datelor problemei Dar $Q_{23} = \nu C_p (T_1 - T_2)$ și $\lvert Q_{12}\rvert = \lvert \nu C_V (T_2 - T_1)\rvert = \nu C_V (T_1 - T_2)$ Rezultă $k = \frac{\nu C_p (T_1 - T_2)}{\nu C_V (T_1 - T_2)} = \frac{C_p}{C_V}$ Ținând cont de relația R. Mayer $C_p = C_V + R$, rezultă înlocuind mai sus $k = \frac{C_V + R}{C_V}$, de unde $C_V = 1,5\,R$
d.	Lucrul mecanic primit de gaz pentru a reveni din starea 3 în starea 1 printr-o transformare izotermă se scrie: $L_{31} = \nu R T_1 \ln \frac{V_1}{V_3}$ (vezi graficul de la punctul a) Se observă de la punctul b) al problemei că $\frac{V_1}{V_3} = \frac{V_{\min}}{V_{\max}}$ Deci, folosind proprietățile logaritmilor, $L_{31} = -\nu R T_1 \ln \frac{V_{\max}}{V_{\min}}$ Înlocuind numeric obținem $L_{31} = -997,2\,\mathrm{J}$

Modele/strategii de rezolvare

C. PRODUCEREA ȘI UTILIZAREA CURENTULUI CONTINUU

SUBIECTUL I

Nr subiect	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
Varianta corectă	a	a	b	d	b

Strategii de rezolvare:

I.2:

Din legea lui Ohm aplicată întregului circuit, în cele trei cazuri, rezultă: $R + r = \frac{E}{I}$, $R_1 + R + r = \frac{E}{I_1}$, $R_2 + R + r = \frac{E}{I_2}$. Folosind prima expresie în celelalte două, rezultă $R_1 = \frac{E}{I_1} - \frac{E}{I}$, $R_2 = \frac{E}{I_2} - \frac{E}{I}$, de unde $\frac{R_2}{R_1} = \frac{I - I_2}{I \cdot I_2} \frac{I \cdot I_1}{I - I_1} = \frac{0,625}{0,375} = \frac{5}{3}$. Înlocuind R_1, rezultă: $R_2 = 10\Omega$

I.3:

$u = Ir,\ I = \frac{E}{4r + r}$. Deci $u = \frac{E}{5}$

I.4:

$u = Ir,\ E = U + u = 100u,\ E = I_{sc}r$. Rezultă $I_{sc} = 100I$, de unde: $I = 1A$

I.5:

Pentru firul cu lungimea totală N·L, $R = \frac{\rho NL}{S}$. Înlocuind valorile transformate în unități S.I., rezultă pentru rezistivitatea materialului: $\rho = \frac{30\Omega \cdot 10^{-6} m^2}{1000 \cdot 5 \cdot 10^{-2} m} = 3 \cdot 10^{-6}\ \Omega \cdot m$

SUBIECTUL II

	Soluții/strategii de rezolvare
a.	Notând intensitățile prin rezistorii R_1 și R_2 cu I_1, respectiv I_2 și având în vedere valoarea mai mare a lui E_2 comparativ cu celelalte două generatoare, teoremele lui Kirchhoff se pot scrie în forma: $I = I_1 + I_2,\ E_2 - E_1 = IR + I_1(R_1 + R_3),\ E_2 - E_3 = IR + I_2(R_2 + R_4)$. Numeric, ultimele două relații se transcriu în $2 = 0,4I + 4I_1,\ 4 = 0,4I + 6I_2$; înlocuind intensitățile I_1 și I_2 în prima relație, rezultă, pentru intensitatea cerută, $I = 1A$
b.	$P = I^2R = 0,4\,W$

c.	Condiția $I'_1 = 0$ implică $I' = I'_2$, adică $E_2 - E_1 = I'R'$, $E_2 - E_3 = I'(R' + R_2 + R_4)$. Prin raportarea relațiilor, rezultă: $(E_2 - E_1)(R' + R_2 + R_4) = R'(E_2 - E_3)$; înlocuind $(2R' + 12 = 4R')$, rezultă, pentru noua valoare a rezistenței R, $R' = 6\Omega$
d.	Conform relațiilor scrise la punctul a, intensitățile nule implică $E_2 - E_1 = 0 = E_2 - E_3$, adică $E_1 = E_2 = E_3$

SUBIECTUL III

	Soluții/strategii de rezolvare
a.	Din relațiile $P = UI$ și $P = \frac{U^2}{R}$ rezultă valorile nominale ale intensităților, $I_1 = 2\,A$, $I_2 = 1{,}5\,A$, respectiv ale rezistențelor, $R_1 = 6\ \Omega$, $R_2 = 16\Omega$. În gruparea serie este permisă valoarea mai mică a intensității, $I_{smax} = I_2 = 1{,}5\,A$, la $R_s = R_1 + R_2 = 22\Omega$. Prin urmare, tensiunea aplicată grupării serie poate avea valoarea maximă $U_{s\,max} = I_{s\,max} R_s = 33\,V$
b.	$P_{s\,max} = U_{s\,max} I_{s\,max} = 49{,}5\,W$
c.	În gruparea paralel este permisă valoarea mai mică a tensiunii la borne, $U_{pmax} = U_1 = 12\,V$, ceea ce înseamnă că intensitatea prin al doilea rezistor va fi mai mică, $I'_2 = \frac{U_1}{R_2} = 0{,}75\,A$ și curentul total va avea valoarea maximă doar $I_{p\,max} = I_1 + I'_2 = 2{,}75\,A$
d.	$P_{p\,max} = U_{p\,max} I_{p\,max} = 33\,W$

Modele/strategii de rezolvare

D. OPTICĂ

SUBIECTUL I

Nr subiect	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
Varianta corectă	d	a	c	a	b

Strategii de rezolvare:

I.1: $C_s = C_1 + C_2 + C_3 \Rightarrow C_s = 3C_0;\ \ C_s = \dfrac{1}{f_s} \Rightarrow f_s = \dfrac{1}{3C_0}$

I.2: În cazul în care un obiect luminos, real este plasat în fața unei lentile subțiri convergente astfel încât distanța dintre obiect și lentilă este mai mică decât distanța focală, imaginea obiectului este virtuală, mărită, dreaptă.

I.3: Aplicând relația lui Einstein pentru cele două radiații, $\dfrac{h\cdot c}{\lambda_1} = L_{ex} + \dfrac{m\cdot v_1^{\,2}}{2};\ \dfrac{h\cdot c}{\lambda_2} = L_{ex} + \dfrac{m\cdot v_2^{\,2}}{2}$, cu $v_2 = \dfrac{v_1}{2}$ rezultă $\dfrac{h\cdot c}{\lambda_2} = L_{ex} + \dfrac{1}{4}(\dfrac{h\cdot c}{\lambda_1} - L_{ex}) \Rightarrow L_{ex} = \dfrac{4h\cdot c}{3}(\dfrac{4}{\lambda_2} - \dfrac{1}{\lambda_1})$. Lucrul mecanic de extracție al electronilor din fotocatod are aproximativ valoarea: $L_{ex} = \dfrac{4\cdot 6,6\cdot 10^{-34}\cdot 3\cdot 10^{8}}{3}\left(\dfrac{4}{540\cdot 10^{-9}} - \dfrac{1}{350\cdot 10^{-9}}\right)$, de unde $L_{ex} \cong 3\cdot 10^{-19}\ \mathrm{J}$.

I.4: Afirmația corectă privind efectul fotoelectric extern este: efectul fotoelectric extern se produce pentru o lungime de undă mai mică decât lungimea de undă de prag.

I.5: În urma interferenței luminii ce cade perpendicular pe o pană optică ale cărei fețe fac un unghi α foarte mic se obțin franje de interferență localizate pe pana optică.

SUBIECTUL II

	Soluții/strategii de rezolvare
a.	Lentila subțire biconcavă este o lentilă divergentă care pentru obiecte reale formează imagini virtuale, drepte și micșorate, situate în fața lentilei. Imaginea unui obiect luminos, liniar, așezat perpendicular pe axa optică principală, dreaptă și de două ori mai mică decât obiectul presupune ca mărirea liniară transversală să aibă valoarea $\beta = \dfrac{x_2}{x_1} = \dfrac{1}{2} \Rightarrow x_1 = 2x_2$ Pentru obiectul și imaginea situate în fața lentilei, distanța de la obiect la imaginea sa se calculează cu formula: $d = \lvert x_1\rvert - \lvert x_2\rvert;\ 40\,\mathrm{cm} = 2\lvert x_2\rvert - \lvert x_2\rvert$, de unde rezultă: $x_1 = -80\,\mathrm{cm},\ x_2 = -40\,\mathrm{cm}$
b.	Din relația punctelor conjugate $\dfrac{1}{x_2} - \dfrac{1}{x_1} = \dfrac{1}{f};\ \dfrac{1}{-80} - \dfrac{1}{-40} = \dfrac{1}{f} \Rightarrow f = -80\,\mathrm{cm} = -0,8\,\mathrm{m}$

	Convergența lentile are formula: $C_1 = \frac{1}{f}$; $C_1 = -1,25\delta$
c.	Formula convergenței/distanței focale în funcție de razele de curbură și indicele de refracție al lentilei are expresia : $C_1 = \frac{1}{f} = (n-1)\left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2}\right)$. Deoarece lentila este biconcavă simetrică rezultă $C_1 = \frac{1}{f} = (n-1)\left(\frac{1}{-R} - \frac{1}{R}\right)$; $\frac{1}{0,8\,\text{m}} = (n-1)\left(\frac{1}{-0,8\,\text{m}} - \frac{1}{0,8\,\text{m}}\right)$, de unde $n = 1,50$
d.	Convergența sistemului acolat (de lentile lipite) este: $C_s = C_1 + C_2$ Convergența/distanța focală în funcție de razele de curbură și indicele de refracție al lentilei lipite este : $C_2 = \frac{1}{f_2} = (n_x - 1)\left(\frac{1}{R} - \frac{1}{\infty}\right)$. Condiția impusă de problemă este $C_s = 0$, deci $0 = (n-1)\left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2}\right) + (n_x - 1)\left(\frac{1}{R} - \frac{1}{\infty}\right)$, de unde $-2(n-1)\frac{1}{R} + (n_x - 1)\frac{1}{R} = 0$ și $n_x = 2$.

SUBIECTUL III

	Soluții/strategii de rezolvare
a.	Din grafic pentru $E_c = 0 \Rightarrow h\nu_0 = L_{ex} = 1\text{eV} = 1,6 \cdot 10^{-19}$ J
b.	Lucrul mecanic de extracție al materialului necunoscut poate fi scris și în funcție de lungimea de undă de prag λ_0 sub forma $L_{ex} = h \cdot \nu_0 = \frac{h \cdot c}{\lambda_0}$, de unde $\lambda_0 = \frac{h \cdot c}{L_{ex}} = \frac{6,6 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^{8}}{1,6 \cdot 10^{-19}} \cong 1,24\,\mu\text{m}$
c.	Relația lui Einstein poate fi scrisă și în funcție de energia cinetică maximă a electronilor eliberați $h\nu = L_{ex} + E_c^{\max}$. Legătura dintre frecvența radiației și lungimea de undă a acesteia este: $\nu = \frac{c}{\lambda}$ $\frac{h \cdot c}{\lambda} = L_{ex} + E_c^{\max} \Rightarrow \frac{6,6 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^{8}}{\lambda} = 1,6 \cdot 10^{-19} + 2 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \Rightarrow \lambda \cong 0,41\,\mu\text{m}$
d.	Tensiunea de stopare a fotoelectronilor (electronilor eliberați) este dată de formula $E_c^{\max} = eU_S$, $2\,eV = eU_S \Rightarrow U_S = 2\text{V}$

BAREM DE EVALUARE ȘI DE NOTARE **VARIANTA 2**

- Se punctează oricare alte modalități de rezolvare corectă a cerințelor.
- Nu se acordă fracțiuni de punct.
- Se acordă 10 puncte din oficiu. Nota finală se calculează prin împărțirea punctajului total acordat pentru lucrare la 10

A. MECANICĂ

SUBIECTUL I **(5 x 3 puncte = 15 puncte)**

Nr subiect	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
Varianta corectă	a	d	d	c	b

SUBIECTUL II **(15 puncte)**

	Soluție, rezolvare		Punctaj
a.	Pentru: Interpretare grafic si $a=\Delta v/\Delta t$ rezultat final $a=9m/s^2$	 2p 1p	**3p**
b.	Pentru: Reprezentare forte $G-F_r=ma$ $F_r=0{,}1$ N	 1p 2p 1p	**4p**
c.	Pentru: Interpretare geometrica $d=\frac{(4{,}5+13{,}5)(1{,}5-0{,}5)}{2}$ m = 9 m	 2p 2p	**4p**
d.	$a=0$ $mg=Kv_{max}$ v_{max} = 20m/s	1p 2p 1p	**4p**

SUBIECTUL III **(15 puncte)**

	Soluție, rezolvare		Punctaj
a.	Pentru: Reprezentare forte aplicarea principiului fundamental $a=\frac{F-\mu mg}{m}$ a = 2 m/s^2	 1p 1p 1p 1p	**4p**
b.	$v=at$ v = 4 m/s	2p 1p	**3p**
c.	legea conservării impulsului în ciocnirea plastică $u=v\frac{m_1}{m_1+m_2}=\frac{v}{2}$ $h=u^2/2g$ rezultat final h = 0,2 m	2p 1p 1p	**4p**
d.	Pentru: $T=G\cos\alpha$ $\cos\alpha=1-(h/l)$ rezultat final $T=8\text{N}$	 2p 1p 1p	**4p**

Filiera teoretică, profilul real

BAREM DE EVALUARE ȘI DE NOTARE **VARIANTA 2**

- Se punctează oricare alte modalități de rezolvare corectă a cerințelor.
- Nu se acordă fracțiuni de punct.
- Se acordă 10 puncte din oficiu. Nota finală se calculează prin împărțirea punctajului total acordat pentru lucrare la 10

B. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ

SUBIECTUL I **(5 x 3 puncte = 15 puncte)**

Nr subiect	1	2	3	4	5
Varianta corectă	c	b	c	b	b

SUBIECTUL II. **(15 puncte)**

	Soluție, rezolvare		Punctaj
a.	$p\cdot\frac{V}{2}=\frac{m_1}{\mu_{H_2}}RT$	2p	3p
	$p=4{,}15\cdot 10^5$ Pa	1p	
b.	$p\cdot\frac{V}{2}=\frac{m_2}{\mu_{N_2}}RT$	2p	3p
	$m_2=41{,}95\cdot 10^{-3}$ kg	1p	
c.	$\frac{\rho_{N_2}}{\rho_{H_2}}=\frac{\frac{m_2}{V}}{\frac{m_1}{V}}=\frac{m_2}{m_1}$	2p	3p
	$\frac{\rho_{N_2}}{\rho_{H_2}}=13{,}9$	1p	
d.	După realizarea echilibrului pistonului: $p'\cdot V_1=\frac{m_1}{\mu_{H_2}}R\left(T+\Delta T\right)$	2p	6p
	$p'\cdot V_2=\frac{m_2}{\mu_{N_2}}RT$	2p	
	$V_1+V_2=V$	1p	
	$V_2=4{,}8\cdot 10^{-3}m^3=4{,}8\ l$	1p	

SUBIECTUL III. **(15 puncte)**

	Soluție, rezolvare		Punctaj
a.	Reprezentare grafică corectă	3p	3p
b.	$L_{izobar}=\nu R(T_1-T_2)$	1p	4p
	$\frac{T_2}{T_1}=\frac{V_{min}}{V_{max}}$	2p	
	$\frac{V_{max}}{V_{min}}=1{,}5$	1p	
c.	$Q_{izobar}=\nu C_p(T_1-T_2)$	1p	4p
	$\lvert Q_{izocor}\rvert=\nu C_V(T_1-T_2)$	1p	
	$k=\frac{C_V+R}{C_V}$	1p	
	Rezultat: $C_V=1{,}5R$	1p	
d.	$L_{izoterm}=-\nu RT_1 ln\frac{V_{max}}{V_{min}}$	3p	4p
	$L_{izoterm}=-997{,}2\ \mathrm{J}$	1p	

BAREM DE EVALUARE ȘI DE NOTARE **VARIANTA 2**

• Se punctează oricare alte modalități de rezolvare corectă a cerințelor.

• Nu se acordă fracțiuni de punct.

• Se acordă 10 puncte din oficiu. Nota finală se calculează prin împărțirea punctajului total acordat pentru lucrare la 10

C. PRODUCEREA ȘI UTILIZAREA CURENTULUI CONTINUU

SUBIECTUL I **(5 x 3 puncte = 15 puncte)**

Nr subiect	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
Varianta corectă	a	a	b	d	b

SUBIECTUL II.2 **(15 puncte)**

	Soluție, rezolvare		Punctaj
a.	$I = I_1 + I_2$; $E_2 - E_1 = IR + I_1(R_1 + R_3)$; $E_2 - E_3 = IR + I_2(R_2 + R_4)$ $I = 1$ A; $I_1 = 0{,}4$ A; $I_2 = 0{,}6$ A	1p; 1p; 1p 1p	4p
b.	$P = R \cdot I^2 = 0{,}4$ W	3p	3p
c.	$(E_2 - E_1) \cdot (R + R_2 + R_4) = (E_2 - E_3) \cdot R$; $R = 6\Omega$	3p; 1p	4p
d.	$E_1 = E_2 = E_3$	4p	4p

SUBIECTUL III.2 **(15 puncte)**

	Soluție, rezolvare		Punctaj
a.	$I = \frac{P}{U}$; $R = \frac{U^2}{P}$ valorile nominale sunt: $I_1 = 2$ A; $I_2 = 1{,}5$ A; $R_1 = 6\Omega$; $R_2 = 16\Omega$ grupare serie: $I_s = min(I_1, I_2) = I_2 = 1{,}5$ A; $R_s = R_1 + R_2 = 22\Omega$ $U_s = I_s \cdot R_s = 33$ V	1p 1p 1p 1p	4p
b.	$P_s = U_s \cdot I_s = 49{,}5$ W	3p	3p
c.	grupare paralel: $U_p = min(U_1, U_2) = U_1 = 12$ V $I_1 = \frac{U_p}{R_1} = 2$ A; $I'_2 = \frac{U_p}{R_2} = 0{,}75$ A; $I_p = I_1 + I'_2 = 2{,}75$ A	1p 1p; 1p; 1p	4p
d.	$R_p = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}$; $P_p = \frac{U_p^2}{R_p} = 33$ W	2p; 2p	4p

BAREM DE EVALUARE ȘI DE NOTARE **VARIANTA 2**

- Se punctează oricare alte modalități de rezolvare corectă a cerințelor.
- Nu se acordă fracțiuni de punct.
- Se acordă 10 puncte din oficiu. Nota finală se calculează prin împărțirea punctajului total acordat pentru lucrare la 10

D. OPTICĂ

SUBIECTUL I **(10 x 3 puncte = 30 puncte)**

Nr subiect	6	7	8	9	10
Varianta corectă	d	a	c	a	b

SUBIECTUL II.2 **(15 puncte)**

	Soluție, rezolvare		Punctaj
a.	$\beta = \frac{x_2}{x_1} = \frac{1}{2}$	1 p	4 p
	$d = \lvert x_1\rvert - \lvert x_2\rvert$	1 p	
	Rezultate finale $x_1 = -80cm, x_2 = -40cm$	2 p	
b.	$\frac{1}{x_2} - \frac{1}{x_1} = \frac{1}{f}$	1p	3 p
	$C_1 = \frac{1}{f}$	1p	
	$C_1 = -1,25\delta$	1p	
c.	$C_1 = \frac{1}{f} = (n-1)(\frac{1}{-R} - \frac{1}{R})$	3 p	4 p
	$n = 1,50$	1p	
d.	$C_s = C_1 + C_2$	1 p	4 p
	$C_2 = \frac{1}{f_2} = (n_x - 1)(\frac{1}{R} - \frac{1}{\infty})$	1 p	
	$-2(n-1)\frac{1}{R} + (n_x - 1)\frac{1}{R} = 0$	1 p	
	$n_x = 2$	1 p	

SUBIECTUL III.2 **(15 puncte)**

	Soluție, rezolvare		Punctaj
a.	Din grafic pentru $E_c = 0 \Rightarrow L_{ex} = h \cdot \nu_0$	2 p	4 p
	$L_{ex} = 1eV = 1,6 \cdot 10^{-19} J$	2 p	
b.	$L_{ex} = h \cdot \nu_0 = \frac{h \cdot c}{\lambda_0}$	3 p	4 p
	$\lambda_0 \cong 1,24 \mu m$	1 p	
c.	$h\nu = L_{ex} + E_c$	2 p	4 p
	$\nu = \frac{c}{\lambda}$	1 p	
	$\lambda \cong 0,41 \mu m$	1 p	
d.	$E_c = eU_S$	2 p	3 p
	$U_S = 2V$	1 p	

A. MECANICĂ

Se consideră accelerația gravitațională g = 10 m/s^2.

SUBIECTUL I.

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

1. Unitatea de măsură a modulului de elasticitate (modulul lui Young) este :

a. N/m^2 **b.** N/m **c.** m^2 **d.**

2. Un resort de constantă elastică k este deformat, deformarea acestuia fiind x. Lucrul mecanic efectuat de forța elastică la revenirea resortului în starea nedeformată este : .

a. - kx^2/2 **b.** kx^2 **c.** kx **d.** kx^2/

3. O bilă este aruncată vertical de jos în sus de la nivelul solului cu viteza v_0 = 10 m/s. În absența frecărilor, înălțimea la care energia cinetică este egală cu cea potențială, este:

a. 5 m **b.** 7,5 m **c.** 2,5 m **d.** 10m

4. Un tren parcurge jumătate din drumul său cu viteza de 72 km/h, iar cealaltă jumătate a drumului cu viteza de 30 m/s. Viteza medie pe întreaga distanță este:

a. 24 m/s **b.** 25 m/s **c.** 51 m/s **d.** 102 m/s

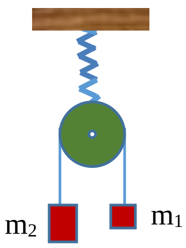
5. O persoană se află într-un lift care coboară cu accelerație constantă a = 2 m/s^2. Raportul dintre greutatea persoanei și forța cu care ea apasă asupra podelei liftului, este:

a. 1 **b.** 1,25 **c.** 1,5 **d.** 1,75

SUBIECTUL al II-lea

Rezolvați următoarea problemă:

De un suport orizontal rigid este agățat un dinamometru, de cârligul căruia este prins un scripete ideal. Peste scripete este trecut un fir inextensibil și de masă neglijabilă având la capete două corpuri de mici dimensiuni cu masele m_1 = 2 kg și m_2 = 2,5 kg. Sistemul este reprezentat în figura alăturată, frecările se neglijează iar inițial se află în repaus.



a. Calculați accelerațiile corpurilor față de suport.

b. Calculați tensiunea în fir.

c. Deduceți indicația dinamometrului în timpul mișcării corpurilor.

d. Deduceți care ar fi accelerația corpului 2 față de suport în cazul în care se elimină primul corp și în locul său se acționează vertical în jos cu o forță egală cu greutatea corpului 1.

SUBIECTUL al III-lea

Rezolvați următoarea problemă:

Două corpuri de mici dimensiuni cu masele $m_1 = 5$ kg și $m_2 = 10$ kg pot aluneca pe suprafața **ABC**. Porțiunea **AB** este lipsită de frecări și are forma unui sfert de cerc de rază R = 2 m iar porțiunea **BC** este orizontală, suficient de lungă și are coeficientul de frecare la alunecare $\mu = 0,2$. Sistemul fiind în repaus, se lasă liber corpul de masă m_1. Când acesta ajunge în punctul B ciocnește central, perfect elastic, corpul de masă m_2 aflat inițial în repaus.

a. Calculați viteza corpului de masă m_1 imediat înaintea ciocnirii cu corpul de masă m_2.

b. Calculați vitezele celor două corpuri imediat după ciocnire.

c. Calculați înălțimea maximă la care urcă primul corp după ciocnire.

d. Calculați distanța parcursă de al doilea corp până la oprire.

B. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ

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: $p \cdot V = \nu RT$

SUBIECTUL I.

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

1. Într-o comprimare adiabatică a unei cantități de gaz ideal, acesta

a. primește lucru mecanic și se răcește **b.** cedează lucru mecanic și se încălzește **c.** primește lucru mecanic și se încălzește **d.** temperatura gazului rămâne constantă

2. Simbolurile unităților de măsură fiind cele utilizate în manualele de fizică, unitatea de măsură în SI a energiei interne a gazului ideal este:

a. W **b.** $J \cdot s^{-1}$ **c.** $J \cdot K$ **d.** J

3. Numărul de molecule conținute în 180 ml de apă (masa molară $\mu_{apă}$ = 18 g/mol și densitatea $\rho_{apă} = 10^3$ kg/m^3) este egală cu:

a. $6,02 \cdot 10^{22}$ **b.** $6,02 \cdot 10^{23}$ **c.** $6,02 \cdot 10^{24}$ **d.** $6,02 \cdot 10^{25}$

4. Simbolurile mărimilor fizice fiind cele utilizate în manualele de fizică, căldura specifică la volum constant a gazului ideal poate fi scrisă sub forma:

a. $C_V \cdot \mu^{-1}$ **b.** $C_V \cdot \mu$ **c.** $C_V \cdot m^{-1}$ **d.** $C_V \cdot \vartheta^{-1}$

5. O cantitate dată de gaz ideal biatomic (C_v = 2,5 R) închis într-un cilindru cu piston efectuează un lucru mecanic egal cu 2 kJ, prin încălzire izobară. Căldura absorbită de gaz în acest proces este egală cu:

a. 5 kJ **b.** 7 kJ **c.** 10 kJ **d.** 14 kJ

SUBIECTUL al II-lea

Rezolvați următoarea problemă:

Două recipiente cu pereți rigizi, cu volumele $V_1 = 10^{-3}$ m^3 și $V_2 = 2 \cdot 10^{-3}$ m^3, conțin gaze ideale. În primul recipient se află heliu (masa molară μ_1 = 4 g/mol, căldura molară izocoră C_{V1} = 1,5 R) la presiunea $p_1 = 10^5$ Pa și temperatura t_1 = 227°C, iar în al doilea recipient se află oxigen (masa molară μ_2 = 32 g/mol, căldura molară izocoră C_{V2} = 2,5 R) la presiunea $p_2 = 2 \cdot 10^5$ Pa și temperatura t_2 = 127°C. Recipientele sunt izolate adiabatic de exterior și comunică printr-un tub de volum neglijabil prevăzut cu un robinet. Inițial robinetul este închis. Determinați:

numărul de atomi de heliu din primul recipient;

masa molară a amestecului format din cele două gaze după deschiderea robinetului;

temperatura finală a amestecului după stabilirea echilibrului termic;

presiunea amestecului dacă acesta ar fi încălzit până la T_3 = 500 K;

SUBIECTUL al III-lea

Rezolvați următoarea problemă:

Un mol de gaz ideal monoatomic ($C_V = 1,5R$) aflat inițial în starea de echilibru termodinamic 1 în care $T_1 = 300$ K, volumul este V_1 și presiunea este p_1, suferă succesiunea de transformări: o încălzire izocoră, urmată de o destindere izotermă până la $V_3 = e^2 V_1$ (e fiind baza logaritmului natural și $e^2 \approx 7,4$), apoi o încălzire izocoră până la presiunea p_1 și revenire în starea inițială printr-o răcire izobară. Lucrul mecanic schimbat de gaz pe parcursul acestui proces este nul.

a. Reprezentați transformarea ciclică în sistemul de coordonate (p –V).

b. Calculați valoarea căldurii schimbate de gaz cu exteriorul pe parcursul unui ciclu.

c. Determinați valoarea temperaturii gazului în starea 2.

d. Calculați variația energiei interne în procesul 1-2.

C. PRODUCEREA ȘI UTILIZAREA CURENTULUI CONTINUU

Valoarea sarcinii electrice elementare $e = 1,6\cdot10^{-19}$ C

SUBIECTUL I.

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

1. Unitatea de măsură a rezistenței electrice în S.I. poate fi scrisă în forma:

a. $J\cdot V$ **b.** $V\cdot J^{-1}$ **c.** $V^2\cdot W^{-1}$ **d.** $A\cdot V^{-1}$

2. O grupare formată din patru rezistoare cu rezistențe electrice diferite, legate în paralel, este conectată la bornele unei surse de tensiune constantă. Afirmația corectă este:

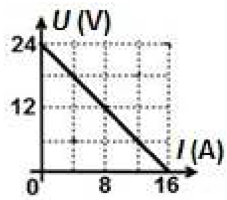
a. intensitatea curentului prin sursă crește dacă se scoate un rezistor din grupare

b. intensitatea curentului electric ce străbate fiecare rezistor aceeași valoare

c. rezistența grupării este mai mică decât rezistența oricărui rezistor din grupare

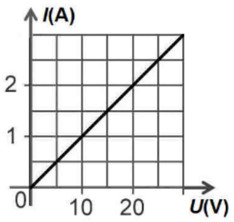
d. rezistența grupării scade atunci când rezistența electrică unui rezistor crește

3. În figura alăturată este reprezentată tensiunea la bornele unei baterii în funcție de intensitatea curentului electric care trece prin aceasta, atunci când rezistența circuitului exterior este variabilă. Rezistența interioară a bateriei are valoarea:



a. 0,6 Ω **b.** 1,5 Ω **c.** 16 Ω **d.** 24 Ω

4. Rezistența electrică a unui consumator aflat la temperatura t_0 = 0°C este R_0 = 50 Ω. La capetele consumatorului se aplică tensiunea U = 24 V. Coeficientul de temperatură al rezistivității materialului din care este confecționat conductorul este $\alpha = 5\cdot10^{-3}$ $grad^{-1}$. Temperatura consumatorului în timpul funcționării este t = 40°C. Puterea electrică a consumatorului în timpul funcționării are valoarea:



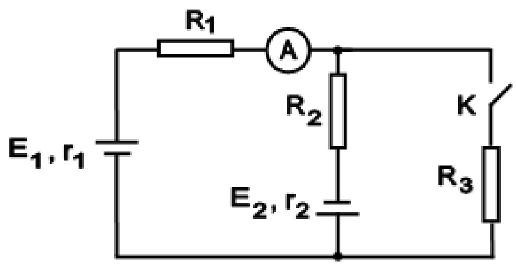
a. 4,8 W **b.** 9,6 W **c.** 11,5 W **d.** 24 W

5. În graficul din figura alăturată este reprezentată dependența intensității curentului electric printr-un rezistor de tensiunea electrică aplicată la capetele acestuia. Energia electrică furnizată rezistorului în intervalul de timp Δt = 1 min în care acesta este parcurs de un curent electric constant cu intensitatea I = 2 A este:

a. 2,4 KJ **b.** 2,2 KJ **c.** 2 KJ **d.** 2,8 KJ

SUBIECTUL al II-lea

Rezolvați următoarea problemă:



Se realizează montajul a cărui schemă este redată în figura alăturată. Se cunosc: E_1 = 4,5 V și E_2 = 6 V, $r_1 = r_2$ = 1 Ω, R_1 = 14 Ω și R_2 = 49 Ω. Întrerupătorul K este închis. În aceste condiții intensitatea curentului indicat de ampermetrul ideal ($R_A \approx 0$ Ω) este I_1 = 0,2 A.

a. Determinați tensiunea la bornele generatorului având t.e.m. E_1.

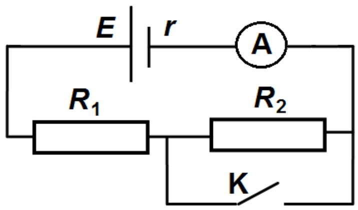
b. Determinați tensiunea la bornele rezistorului R_2.

c. Calculați rezistența electrică a rezistorului R_3.

d. Se deschide întrerupătorul K. Determinați valoarea pe care ar trebui să o aibă rezistența electrică a ampermetrului (R_A), pentru ca intensitatea curentului măsurat de ampermetru, în aceste condiții, să fie $I_A = 0,15$ A.

SUBIECTUL al III-lea

Rezolvați următoarea problemă:



O baterie, cu tensiunea electromotoare E și rezistența interioară r, alimentează un circuit format din doi consumatori cu rezistențele electrice R_1 și R_2, ca în figura alăturată. Intensitatea curentului electric indicată de ampermetrul ideal **A** **(**$R_A \approx 0\ \Omega$) este $I_î = 6$ A când întrerupătorul **K** este închis și $I_d = 4$ A când întrerupătorul K este deschis. Independent de starea întrerupătorului **K** (închis sau deschis), puterea transferată circuitului extern este $P = 144$ W. Calculați:

a. rezistențele electrice R_1 și R_2 ale consumatorilor;

b. tensiunea electromotoare și rezistența interioară a sursei;

c. randamentul transferului de putere către consumatori când întrerupătorul **K** este deschis;

d. puterea maximă pe care o poate transfera sursa unui consumator cu rezistența electrică convenabil aleasă.

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

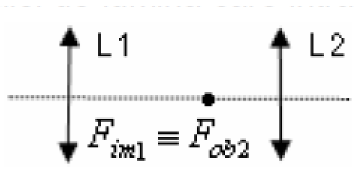
SUBIECTUL I.

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

1. O rază de lumină cade sub un unghi de incidență de 60° pe suprafața de separație dintre două medii. Raza trece din mediul cu indicele de refracție absolut 1, în mediul cu indicele de refracție absolut $\sqrt{3}$. Unghiul dintre raza reflectată și cea refractată are valoarea:

a. 0° **b.** 60° **c.** 90° **d.** 120°

2. În sistemul de lentile din figura alăturată, focarul imagine al lentilei L_1 coincide cu focarul obiect al lentilei L_2. Distanța focală a primei lentile este mai mare decât a celei de a doua. Un fascicul de lumină paralel care intră din stânga în sistemul de lentile este transformat la ieșire într-un fascicul:



a. convergent **b.** paralel, având același diametru
c. paralel, având diametrul mărit **d.** paralel, având diametrul micșorat

3. Știind că simbolurile mărimilor fizice și ale unităților de măsură sunt cele utilizate în manualele de fizică, unitatea de măsură a mărimii $\frac{2eU_S}{m_e}$ este:

a. m/s **b.** kg·m/s **c.** m^2/s^2 **d.** $kg \cdot m/s^2$

4. Prima lege a efectului fotoelectric extern se poate enunța astfel:

a. Intensitatea curentului fotoelectric de saturație este invers proporțională cu fluxul radiațiilor electromagnetice incidente, când frecvența este constantă.

b. Intensitatea curentului fotoelectric nu depinde de fluxul radiațiilor electromagnetice incidente, când frecvența este constantă.

c. Intensitatea curentului fotoelectric de saturație este direct proporțională cu fluxul radiațiilor electromagnetice incidente, când frecvența este constantă.

d. Intensitatea curentului fotoelectric de saturație este proporțională cu fluxul radiațiilor electromagnetice incidente, când frecvența crește liniar.

5. Diferența de fază care există între două unde monocromatice care prezintă o diferență de drum optic de $\lambda/2$ este:

π **b.** $2\pi/3$ **c.** $\pi/8$ **d.** $\pi/4$

SUBIECTUL al II-lea

Rezolvați următoarea problemă:

La o lucrare de laborator un elev are la dispoziție două lentile, una biconvexă și una menisc convergent, confecționate din sticlă cu n = 1,5. Elevul folosește lentila menisc convergent cu razele de curbură ale suprafețelor sferice $|R_1| = 20\,\text{cm}$ și respectiv $|R_2| = 40\,\text{cm}$. Imaginea flăcării unei lumânări așezate în fața lentilei, perpendicular pe axa optică principală, se formează pe un ecran situat la 100 cm de lentilă. Înălțimea flăcării este h = 4 cm. Determinați:

a. distanța focală a lentilei;

b. distanța dintre lumânare și lentilă și înălțimea imaginii flăcării, dacă distanța focală a lentilei este egală cu 80 cm;

c. presupunând că se deplasează lumânarea și ecranul până când înălțimea imaginii prinse pe ecran devine egală cu înălțimea flăcării lumânării, determinați distanțele la care se află lumânarea și ecranul față de lentilă;

d. ce distanța focală are lentila biconvexă dacă razele de curbură ale suprafețelor sferice sunt $|R_1'| = 40\,\text{cm}$ și respectiv $|R_2'| = 20\,\text{cm}$.

SUBIECTUL al III-lea

Rezolvați următoarea problemă:

Pe o placă de sodiu aflată în vid cade normal un flux de fotoni cu frecvența $\nu = 10^{15}$ Hz. Știind că frecvența de prag la efectul fotoelectric extern pentru sodiu este $\nu_0 = 60 \cdot 10^{13}$ Hz, să se determine:

a. energia de extracție a electronilor din placa de sodiu;

b. viteza electronilor extrași din placă știind că masa electronului este m_e ;

c. impulsul fotonului incident corespunzător frecvenței ν ;

d. presiunea exercitată de acești fotoni asupra plăcii de sodiu, în cazul când pe fiecare metru pătrat ar cădea pe secundă $N = 100 \cdot 10^8$ fotoni/ $m^2 \cdot s$. Se consideră că fluxul incident este complet absorbit de placă.

Modele/strategii de rezolvare

A. MECANICĂ

SUBIECTUL I

Nr subiect	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
Varianta corectă	a	d	c	a	b

Strategii de rezolvare:

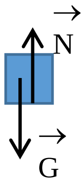
I.1: Conform legii lui Hooke $\frac{F}{S} = E\frac{\Delta l}{l_0}$ rezultă ca unitatea de măsură în SI pentru E este N/m^2

I.2: $L_{Fel} = -\Delta E_{pel} = -(0 - \frac{kx^2}{2}) = \frac{kx^2}{2}$

I.3: $\frac{mv_0^{\ 2}}{2} = 2mgh$ deci $h = \frac{v_0^{\ 2}}{4g}$

I.4: $v_m = \frac{d}{\frac{d}{2v_1} + \frac{d}{2v_2}} = \frac{2v_1v_2}{v_1 + v_2}$

I.5: $G - N = ma$ deci $N = G - ma$



SUBIECTUL II

	Soluții/strategii de rezolvare
a.	Conform principiilor mecanicii newtoniene: $m_2g - T = m_2a$ $T - m_1g = m_1a$ $a = g(m_2 - m_1)/(m_2 + m_1)$ $a = 1,1\ m/s^2$
b.	Înlocuind acceleraţia obţinem: $T = m_1(a + g)$ $T = 22,2\ N$
c.	Forţa indicată de dinamometru este egală cu rezultanta forţelor de tensiune ce acţionează asupra scripetelui $F = \sqrt{T^2 + T^2 + 2T^2 \cos 0°}$ $F = 2T$ $F = 44,4\ N$
d.	Conform principiilor mecanicii newtoniene: $m_2g - T' = m_2a'$

	$T' - m_1 g = 0$ $a' = 2\ m/s^2$

SUBIECTUL III

	Soluții/strategii de rezolvare
a.	Conform legii conservării energiei mecanice: $m_1 g R = m_1 v_1^2/2$ $v_1 = (2gR)^{1/2}$ $v_1 = 6{,}3\ m/s$
b.	În urma ciocnirii elastice vitezele corpurilor vor fi: $v_1' = 2\dfrac{m_1 v_1 + m_2 v_2}{m_1 + m_2} - v_1$ $v_2' = 2\dfrac{m_1 v_1 + m_2 v_2}{m_1 + m_2} - v_2$ Ţinând cont că al doilea corp este în repaus $v_1' = v_1(m_1 - m_2)/(m_1 + m_2)$ $v_2' = 2m_1 v_1/(m_1 + m_2)$ $v_1' = -2{,}1\ m/s$ $v_2' = 4{,}2\ m/s$
c.	Conform legii conservării energiei mecanice: $m_1 v_1'^2/2 = m_1 g h_1$ $h_1 = v_1'^2/2g$ $h_1 = 0{,}2\ m$
d.	Conform teoremei de variație a energiei cinetice: $m_2 v_2'^2/2 = \mu m_2 g d$ $d = v_2'^2/2\mu g$ $d = 4{,}4\ m$

Modele/strategii de rezolvare

SUBIECTUL I

Nr subiect	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
Varianta corectă	c	d	c	a	b

Strategii de rezolvare:

I.1:

Prin comprimarea adiabatică a unei cantități de gaz ideal, acesta NU face schimb de căldură cu mediul exterior $\left(Q = 0\,\text{J}\right)$, volumul lui scade, deci lucrul mecanic este negativ (L < 0 J), adică gazul primește lucru mecanic (asupra lui se efectuează lucru mecanic).

Din ecuația principiului I al termodinamicii $\Delta U = -L$, atunci variația energiei interne este pozitivă ($\Delta U > 0$ J), deci temperatura lui crește, adică gazul se încălzește.

I.3:

Se fac transformările: $1\,\text{ml} = 10^{-3}\,\text{l} = 10^{-3}\,\text{dm}^3 = 10^{-3}\cdot(10^3\,\text{cm}^3) = 1\,\text{cm}^3$; $1\dfrac{\text{kg}}{\text{m}^3} = \dfrac{10^3\,\text{g}}{10^6\,\text{cm}^3} = 10^{-3}\dfrac{\text{g}}{\text{cm}^3}$

Se identifică din enunț $V_{apă} = 180\,\text{ml} = 180\,\text{cm}^3$ și $\rho_{apă} = 10^3\dfrac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 1\dfrac{\text{g}}{\text{cm}^3}$. Astfel: $m_{apă} = V_{apă}\cdot\rho_{apă} = 180\,\text{g}$

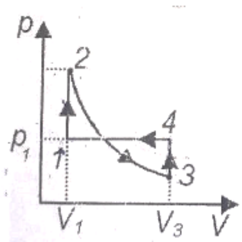
și $\vartheta_{apă} = \dfrac{m_{apă}}{\mu_{apă}} = \dfrac{N_{apă}}{N_A}$, deci $N_{apă} = \dfrac{m_{apă}\cdot N_A}{\mu_{apă}} = \dfrac{180\,\text{g}\cdot 6,02\cdot 10^{23}\,\text{mol}^{-1}}{18\,\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}} = 6,02\cdot 10^{24}$

SUBIECTUL II

	Soluții/strategii de rezolvare
a.	$N_1 = \vartheta_1\cdot N_A$ Din ecuația termică de starea gazului ideal: $\vartheta_1 = \dfrac{p_1\cdot V_1}{R\cdot T_1}$ $N_1 \cong 14\cdot 10^{21}$ atomi
b.	$\mu_{am} = \dfrac{m_1 + m_2}{\vartheta_1 + \vartheta_2} = \dfrac{\vartheta_1\cdot\mu_1 + \vartheta_2\cdot\mu_2}{\vartheta_1 + \vartheta_2}$ Se înlocuiește numărul de moli în expresie „literară” astfel încât se evită „împărțirea la 8,31”care desigur duce la calcule complicate și la erori. $\mu_{am} = \dfrac{\dfrac{\mu_1\cdot p_1\cdot V_1}{T_1} + \dfrac{\mu_2\cdot p_2\cdot V_2}{T_2}}{\dfrac{p_1\cdot V_1}{T_1} + \dfrac{p_2\cdot V_2}{T_2}} = \dfrac{\dfrac{4}{5}+32}{\dfrac{1}{5}+1}\dfrac{\text{g}}{\text{mol}} = \dfrac{164}{6}\dfrac{\text{g}}{\text{mol}} = \dfrac{82}{3}\dfrac{\text{g}}{\text{mol}}$ Obținerea rezultatului final fiind mult mai simplă acum: $\mu_{am} = 27,3$ g/mol

c.	Recipientele fiind izolate adiabatic, energia internă a sistemului se conservă prin deschiderea robinetului, adică: $U_{initial} = U_{final}$ $\vartheta_1 \cdot C_{V1} \cdot T_1 + \vartheta_2 \cdot C_{V2} \cdot T_2 = \vartheta_1 \cdot C_{V1} \cdot T_f + \vartheta_2 \cdot C_{V2} \cdot T_f$ Prin înlocuirea căldurilor molare și din ecuația termică de stare a gazului ideal, obținem: $T_f = \dfrac{3 \cdot p_1 \cdot V_1 + 5 \cdot p_2 \cdot V_2}{\dfrac{3 \cdot p_1 \cdot V_1}{T_1} + \dfrac{5 \cdot p_2 \cdot V_2}{T_2}} = \dfrac{300 + 2000}{\dfrac{3}{5} + 5}\,\mathrm{K} = \dfrac{2300 \cdot 5}{28}\,\mathrm{K} = \dfrac{575 \cdot 5}{7}\,\mathrm{K} = 410,7\,\mathrm{K}$
d.	Ecuația termică de stare a gazului ideal pentru amestecul de gaze la temperatura T_3 $p_3 \cdot (V_1 + V_2) = (\vartheta_1 + \vartheta_2) \cdot R \cdot T_3$ $p_3 = \dfrac{\left(\dfrac{p_1 \cdot V_1}{T_1} + \dfrac{p_2 \cdot V_2}{T_2}\right)}{V_1 + V_2} \cdot T_3 = 2 \cdot 10^5\ \mathrm{Pa}$

SUBIECTUL III

	Soluții/strategii de rezolvare
a.	Transformarea 2-3 fiind o destindere izotermă în care volumul crește de e^2 ori, presiunea gazului va scădea tot de e^2 ori față de p_2 adică $p_3 < p_2$. Urmează o încălzire izocoră a gazului (3-4) până la p_1 deci $p_3 < p_1$ 
b.	$Q = L + \Delta U$, Q reprezintă căldura totală schimbată de gaz pe parcursul unui ciclu. $\Delta U = 0\,\mathrm{J}$ în transformarea ciclică și $L = 0\,\mathrm{J}$ din ipoteză, deci $Q = 0\,\mathrm{J}$
c.	Lucrul mecanic, mărime de proces, este suma lucrurilor mecanice pe succesiunea de transformări. În procesele izocore nu se efectuează lucru mecanic. $L = L_{12} + L_{23} + L_{34} + L_{41} = L_{23} + L_{41} = 0J$ deci $L_{23} = -L_{41}$ $\vartheta \cdot R \cdot T_2 \cdot \ln e^2 = p_1 \cdot (V_3 - V_1)$ $2 \cdot \vartheta \cdot R \cdot T_2 = p_1 \cdot V_1 \cdot (e^2 - 1) = \vartheta \cdot R \cdot T_1 \cdot (e^2 - 1)$ Deci: $T_2 = \dfrac{T_1 \cdot (e^2 - 1)}{2} = 960\,\mathrm{K}$
d.	$\Delta U = \vartheta \cdot C_V \cdot (T_2 - T_1) = 8228,9\,\mathrm{J}$

Modele/strategii de rezolvare

C. PRODUCEREA ȘI UTILIZAREA CURENTULUI CONTINUU

SUBIECTUL I

Nr subiect	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
Varianta corectă	c	c	b	b	a

Strategii de rezolvare:

I.1: Se știe că puterea consumată de un rezistor de rezistență *R*, la bornele căruia tensiunea este *U* este

$P = \frac{U^2}{R}$, deci $[\mathrm{R}]_{\mathrm{S.I.}} = \frac{[\mathrm{U}^2]_{\mathrm{SI}}}{[\mathrm{P}]_{\mathrm{SI}}} = \frac{\mathrm{V}^2}{\mathrm{W}} = \mathrm{V}^2 \cdot \mathrm{W}^{-1}$

I.2: Analizăm valoarea de adevăr a fiecărei afirmații.

„intensitatea curentului prin sursă crește dacă se scoate un rezistor din grupare”. Pentru gruparea în paralel a rezistoarelor se știe că inversul rezistenței echivalente este egal cu suma inverselor rezistențelor acelor rezistoare, adică $\frac{1}{R_p} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \ldots + \frac{1}{R_n}$. Dacă se scoate un rezistor din grupare, $1/R_p$, scade, deci R_p crește. Din enunț se știe că gruparea este conectată la bornele unei surse de tensiune constantă. Deci din $I = U/R_p$, rezultă că intensitatea curentului scade. Deci afirmația a) este FALSĂ

„intensitatea curentului electric ce străbate fiecare rezistor are aceeași valoare”. Prin fiecare rezistor din grupare va trece curentul de intensitate $I_i = U/R_i$. Din enunț aflăm că rezistoarele sunt diferite. Tensiunea fiind aceeași pe fiecare rezistor, rezultă că intensitatea curentului electric prin fiecare rezistor are valori diferite. Deci afirmația b) este FALSĂ.

„rezistența grupării este mai mică decât rezistența oricărui rezistor din grupare”.

$\frac{1}{R_p} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \ldots + \frac{1}{R_n}$; $\frac{1}{R_p} > \frac{1}{R_1}, \frac{1}{R_2}, \frac{1}{R_3}, \ldots, \frac{1}{R_n}$; $\mathrm{R_p} < \mathrm{R_1}, \mathrm{R_2}, \mathrm{R_3}, \ldots, \mathrm{R_n}$. Deci afirmația c) este ADEVĂRATĂ

„rezistența grupării scade atunci când rezistența electrică a unui rezistor crește”

$\frac{1}{R_p} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \ldots + \frac{1}{R_n}$ Presupunem că rezistența unui rezistor crește, de exemplu considerăm că R_1 crește și devine $R_1' > R_1$; $\frac{1}{R_1'} < \frac{1}{R_1}$. Deci, din $\frac{1}{R_p'} = \frac{1}{R_1'} + \frac{1}{R_2} + \ldots + \frac{1}{R_n}$ rezultă că $\frac{1}{R_p'} < \frac{1}{R_p}$, deci $R_p' > R_p$. Așadar rezistența grupării crește atunci când rezistența unui rezistor crește. Deci afirmația d) este FALSĂ.

I.3: Graficul furnizează următoarele informații: punctul de coordonate (0 A, 24 V), reprezintă circuitul deschis (*I* = 0 A); tensiunea la bornele generatorului atunci când circuitul este deschis este egală cu tensiunea electromotoare, deci valoarea 24V reprezintă tensiunea electromotoare, E = 24 V; punctul de coordonate (16 A, 0 V), reprezintă circuitul scurtcircuitat când U_{ext} =0 V, deci valoarea de 16 A este pentru intensitatea de scurtcircuit, I_{sc} = 16 A. Din relația $I_{sc} = \frac{E}{r}$, E = 24 V și I_{sc} = 16 A, rezultă $r = \frac{E}{I_{sc}} = 1,5\,\Omega$

I.4: Se calculează rezistența electrică a consumatorului în timpul funcționării acestuia la temperatura de 40°, cu ajutorul relației: $R = R_0(1+\alpha\Delta t)$. Se obține R = 60 Ω. Din $P = \frac{U^2}{R}$, se calculează puterea electrică a consumatorului în timpul funcționării acestuia, P = 9,6 W.

I.5: Din grafic se observă că valorii I = 2 A pentru intensitatea curentului electric prin rezistor, îi corespunde valoarea U = 20 V pentru tensiunea electrică aplicată la capetele acestuia. Energia electrică furnizată rezistorului în intervalul de timp Δt = 1 min, se calculează cu ajutorul relației: $W = UI\Delta t$.

Se obține valoarea W = 2400 J = 2,4 kJ.

SUBIECTUL II

	Soluții/strategii de rezolvare
a.	Considerăm un voltmetru ideal conectat la bornele sursei cu tensiunea electromotoare E_1. Scriind legea a doua a lui Kirchhoff pe ochiul astfel format se obține: $E_1 = I_1 r_1 + U_1$, deci $U_1 = E_1 - I_1 r_1$. Înlocuind valorile numerice se obține U_1 = 4,3 V.
b.	Se scrie legea a doua a lui Kirchhoff pentru primul ochi: $E_1 + E_2 = I_1(R_1 + r_1) + I_2(R_2 + r_2)$, din care se determină I_2: $I_2 = \frac{E_1 + E_2 - I_1(R_1 + r_1)}{R_2 + r_2}$; I_2 = 0,15 A Din legea lui Ohm pentru o porțiune de circuit se obține: $U_2 = I_2 R_2$ și rezultatul final: U_2 = 7,35 V
c.	Se scrie legea a doua a lui Kirchhoff pentru ochiul mare, ce cuprinde generatorul cu t.e.m. E_1 cu rezistența internă r_1, rezistoarele R_1 și R_3: $E_1 = I_1(R_1 + r_1) + I_3 R_3$. Din legea întâi a lui Kirchhoff, pentru nodul de rețea se deduce: $I_3 = I_1 - I_2$; $I_3 = 0,05$ A. Din prima relație se deduce expresia rezistenței R_3, apoi se calculează, $R_3 = \frac{E_1 - I_1(R_1 + r_1)}{I_3}$; R_3 = 30 Ω
d.	Se scrie legea a doua a lui Kirchhoff pentru ochiul care, de data aceasta, conține ampermetrul care nu mai este ideal, ci are rezistența electrică R_A. Întrerupătorul fiind deschis, ochiul al doilea nu mai este parcurs de curent, deci intensitatea curentului electric prin R_1, R_2, r_1, r_2 și R_A este aceeași, egală cu I_A. $E_1 + E_2 = I_A(R_1 + r_1 + R_2 + r_2 + R_A)$; $R_A = \frac{E_1 + E_2}{I_A} - (R_1 + r_1 + R_2 + r_2)$ rezultă: R_A = 5 Ω

SUBIECTUL III

	Soluții/strategii de rezolvare
a.	Atunci când întrerupătorul K este închis, rezistorul de rezistență R_2 este scurtcircuitat, deci puterea furnizată de sursă circuitului exterior se distribuie doar pe rezistorul R_1: $P = I_î^2 R_1$ Atunci când întrerupătorul K este deschis, puterea furnizată de sursă circuitului exterior se distribuie pe rezistoarele R_1 și R_2, care sunt legate în serie: $P = I_d^2 (R_1 + R_2)$. Din prima relație se deduce: $R_1 = \frac{P}{I_î^2}$, din a doua: $R_2 = \frac{P}{I_d^2} - R_1$, rezultând $R_1 = 4\ \Omega$; $R_2 = 5\ \Omega$
b.	Din legea lui Ohm pentru circuitele simple, în cele două situații, când întrerupătorul este închis, respectiv deschis, obținem: $E = I_î (R_1 + r)$ și $E = I_d (R_1 + R_2 + r)$. Din egalarea celor două relații se obține pentru r, expresia: $r = \frac{I_d (R_1 + R_2) - I_î R_1}{I_î - I_d}$, apoi se calculează E din prima relație. După efectuarea calculelor rezultă $E = 60$ V; $r = 6\ \Omega$
c.	Randamentul circuitului se scrie în funcție de rezistența circuitului exterior și rezistența totală a circuitului: $\eta = \frac{R_{ext}}{R_{ext} + r}$; $R_{ext} = R_1 + R_2$, de unde $\eta = 0{,}6 = 60\ \%$
d.	Puterea furnizată de generator circuitului exterior este maximă atunci când rezistența circuitului exterior este egală cu rezistența circuitului interior și are expresia: $P_{\max} = \frac{E^2}{4r}$. Prin calcule rezultă $P_{\max} = 150$ W

Modele/strategii de rezolvare

D. OPTICĂ

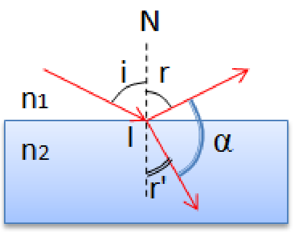
SUBIECTUL I

Nr subiect	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
Varianta corectă	c	d	c	c	a

Strategii de rezolvare:

I.1:

Legea reflexiei : $i = r$ deci $r = 60°$



Folosind legea refracției :

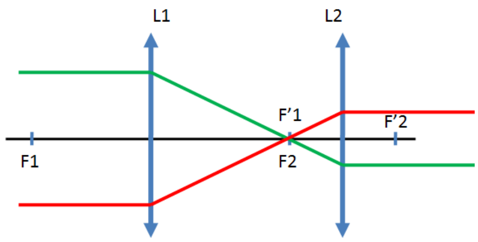
$$\left.\begin{array}{r} n_1 \sin i = n_2 \sin r' \\ n_1 = 1 \\ n_2 = \sqrt{3} \\ i = 60° \end{array}\right\} \rightarrow \sin r' = \frac{1}{2} \text{ deci } r' = 30°$$

Din desen se vede că avem relația $r + \alpha + r' = 180°$, de aici găsim $r' = 180° - r - \alpha$, deci $r' = 90°$,

varianta c.

I.2:

varianta d



I.3:

$\frac{2eU_S}{m_e} = \frac{2E_c}{m_e}$ deci unitatea de măsură este $\frac{\text{J}}{\text{kg}} = \frac{\text{N}\cdot\text{m}}{\text{kg}} = \frac{\text{kg}\cdot\text{m}\cdot\text{s}^{-2}\cdot\text{m}}{\text{kg}} = \text{m}^2\cdot\text{s}^{-2}$ **varianta c**

I.4:

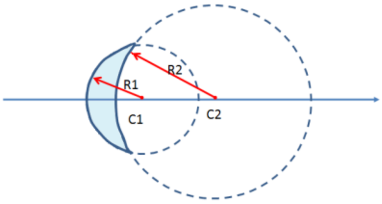
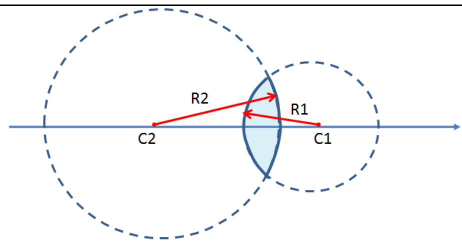
Prima lege a efectului fotoelectric extern are următorul enunț: Intensitatea curentului fotoelectric de saturație este direct proporțională cu fluxul radiațiilor electromagnetice incidente, când frecvența este constantă - **varianta c**

I.5:

$$\Delta\varphi = \frac{2\pi}{\lambda}\cdot\delta$$

$$\Delta\varphi = \frac{2\pi}{\lambda}\cdot\frac{\lambda}{4} = \frac{\pi}{2}$$ **varianta a**

SUBIECTUL II

	Soluții/strategii de rezolvare
a.	$f = \dfrac{1}{(n-1)\left(\dfrac{1}{R_1} - \dfrac{1}{R_2}\right)}$  Lentila este menisc convergent, avem $R_1 > 0, R_2 > 0$, deci la calcule vom folosi: $R_1 = 20\,\text{cm}$, iar $R_2 = 40\,\text{cm}$ și vom găsi: $f = 80\,\text{cm}$
b.	$\dfrac{1}{x_2} - \dfrac{1}{x_1} = \dfrac{1}{f} \rightarrow x_1 = \dfrac{x_2 f}{f - x_2}$ ecranul este situat la $x_2 = 100cm$ față de lentilă deci găsim: $x_1 = 400\,\text{cm}$ $\left.\begin{array}{l} \beta = \dfrac{y_2}{y_1} = \dfrac{x_2}{x_1} \\ y_1 = h \end{array}\right\} \rightarrow y_2 = \dfrac{hx_2}{x_1} = 1\,\text{cm}$
c.	Avem $\beta' = -1$ deoarece în text se precizează că imaginea prinsă pe ecran este egală cu înălțimea flăcării. Semnul (-) apare deoarece imaginea prinsă pe ecran este o imagine reală, răsturnată. $\left.\begin{array}{l} \beta' = \dfrac{x'_2}{x'_1} \\ \beta' = -1 \end{array}\right\} \rightarrow x'_2 = -x'_1$ $\left.\begin{array}{l} \dfrac{1}{x'_2} - \dfrac{1}{x'_1} = \dfrac{1}{f} \rightarrow x'_1 = \dfrac{x'_2 f}{f - x'_2} \\ x'_2 = -x'_1 \end{array}\right\} \rightarrow x'_1 = -2\text{f} \;\; deci \rightarrow x'_2 = 2f$ $x'_2 = 2f = 160\,\text{cm}$
d.	 Lentila fiind biconvexă, avem $R_1 > 0, R_2 < 0$, deci la efectuarea calculelor vom folosi: $R_1 = 20\,\text{cm}$, iar $R_2 = -40\,\text{cm}$ $f' = \dfrac{1}{(n-1)\left(\dfrac{1}{R'_1} - \dfrac{1}{R'_2}\right)}$ $f' = \dfrac{80}{3}\,\text{cm} = 26,66\,\text{cm}$

SUBIECTUL III

	Soluții/strategii de rezolvare
a.	Energia de extracție a electronilor este dată de relația: $L = h\cdot\nu_0$, unde ν_0 este frecvența de prag $L = 3{,}98 \cdot 10^{-19}$ J
b.	Din ecuația lui Einstein avem: $\frac{m\cdot v^2}{2} + h\cdot\nu_0 = h\cdot\nu$ $\frac{m\cdot v^2}{2} = h\cdot\nu - h\cdot\nu_0$, unde v este viteza electronilor extrași și m este masa electronului. $v^2 = \frac{2h\cdot(\nu-\nu_0)}{m}$ $v = \sqrt{\frac{2h(\nu-\nu_0)}{m}}$ $v = 757$ km/s
c.	Impulsul fotonului incident, p, corespunzător frecvenței ν este dat de relația: $p = \frac{h\nu}{c}$ $p = 2{,}2\cdot 10^{-27}$ N·s
d.	Ținând cont de definiția presiunii, notată cu P deducem relația dintre P și p - impuls $P = \frac{F}{S} = \frac{m\cdot a}{S} = \frac{m\cdot \mathrm{v}}{\Delta t\cdot S} = \frac{p}{\Delta t\cdot S}$ $P = N\cdot p$ $P = 2{,}2\cdot 10^{-19}$ Pa

BAREM DE EVALUARE ȘI DE NOTARE **VARIANTA 3**

• Se punctează oricare alte modalități de rezolvare corectă a cerințelor.

• Nu se acordă fracțiuni de punct.

• Se acordă 10 puncte din oficiu. Nota finală se calculează prin împărțirea punctajului total acordat pentru lucrare la 10

A. MECANICĂ

SUBIECTUL I **(5 x 3 puncte = 15 puncte)**

Nr subiect	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
Varianta corectă	a	d	c	a	b

SUBIECTUL II **(15 puncte)**

	Soluție, rezolvare		Punctaj
a.	$m_2g - T = m_2a$	1p	**4p**
	$T - m_1g = m_1a$	1p	
	$a = g(m_2 - m_1)/(m_2 + m_1)$	1p	
	$a = 1,1\ m/s^2$	1p	
b.	$T = m_1(a + g)$	2p	**3p**
	$T = 22,2\ N$	1p	
c.	$F = 2T$	3p	**4p**
	$F = 44,4\ N$	1p	
d.	$m_2g - T' = m_2a'$	1p	**4p**
	$T' - m_1g = 0$	2p	
	$a' = 2\ m/s^2$	1p	

SUBIECTUL III **(15 puncte)**

	Soluție, rezolvare		Punctaj
a.	$m_1gR = m_1v_1^2/2$	2p	**4p**
	$v_1 = (2gR)^{1/2}$	1p	
	$v_1 = 6,3\ m/s$	1p	
b.	$v_1' = v_1(m_1 - m_2)/(m_1 + m_2)$	1p	**4p**
	$v_2' = 2m_1v_1/(m_1 + m_2)$	1p	
	$v_1' = -2,1\ m/s$	1p	
	$v_2' = 4,2\ m/s$	1p	
c.	$m_1v_1'^2/2 = m_1gh_1$	1p	**3p**
	$h_1 = v_1'^2/2g$	1p	
	$h_1 = 0,2\ m$	1p	
d.	$m_2v_2'^2/2 = \mu m_2gd$	2p	**4p**
	$d = v_2'^2/2\mu g$	1p	
	$d = 4,4\ m$	1p	

BAREM DE EVALUARE ȘI DE NOTARE **VARIANTA 3**

- Se punctează oricare alte modalități de rezolvare corectă a cerințelor.
- Nu se acordă fracțiuni de punct.
- Se acordă 10 puncte din oficiu. Nota finală se calculează prin împărțirea punctajului total acordat pentru lucrare la 10

B. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ

SUBIECTUL I **(5 x 3 puncte = 15 puncte)**

Nr subiect	1	2	3	4	5
Varianta corectă	c	d	c	a	b

SUBIECTUL II **(15 puncte)**

	Soluție, rezolvare		Punctaj
a.	$N_1 = \vartheta_1 N_A$	1p	4p
	$\vartheta_1 = \dfrac{p_1 \cdot V_1}{R \cdot T_1}$	2p	
	$N_1 \approx 14 \cdot 10^{21}$ atomi	1p	
b.	$\mu_{am} = \dfrac{m_1 + m_2}{\vartheta_1 + \vartheta_2}$	1p	4p
	$\mu_{am} = \dfrac{\mu_1 \frac{p_1V_1}{T_1} + \mu_2 \frac{p_2V_2}{T_2}}{\frac{p_1V_1}{T_1} + \frac{p_2V_2}{T_2}}$	2p	
	$\mu_{am} = 27{,}3$ g/mol	1p	
c.	$U_{inițial} = U_{final}$	1p	4p
	$\vartheta_1 C_{v1} T_1 + \vartheta_2 C_{v2} T_2 = \vartheta_1 C_{v1} T_f + \vartheta_2 C_{v2} T_f$	1p	
	$T_f = \dfrac{3p_1V_1 + 5p_2V_2}{3\frac{p_1V_1}{T_1} + 5\frac{p_2V_2}{T_2}}$	1p	
	$T_f = 410{,}7$ K	1p	
d.	$p_3(V_1 + V_2) = (\vartheta_1 + \vartheta_2)RT_3$	1p	3p
	$p_3 = \dfrac{\left(\frac{p_1V_1}{T_1} + \frac{p_2V_2}{T_2}\right)}{V_1 + V_2} T_3$	1p	
	$p_3 = 2 \cdot 10^5$ Pa	1p	

SUBIECTUL III **(15 puncte)**

	Soluție, rezolvare		Punctaj
a.	1-2: segment de dreaptă verticală	1p	4p
	2-3: arc de hiperbolă	1p	
	3-4: segment de dreaptă verticală	1p	
	4-1: segment de dreaptă orizontală	1p	
b.	$Q = L + \Delta U$	1p	4p
	$\Delta U = 0$J în transformarea ciclică și $L = 0$J din ipoteză	2p	
	$Q = 0$J	1p	
c.	$L = L_{23} + L_{41} = 0$	1p	4p
	$\vartheta R T_2 \ln(e^2) = p_1(V_3 - V_1)$	1p	
	$T_2 = \dfrac{T_1(e^2 - 1)}{2}$	1p	
	$T_2 = 960$ K	1p	
d.	$\Delta U_{12} = \vartheta C_v (T_2 - T_1)$	2p	3p
	$\Delta U_{12} = 8226{,}9$ J	1p	

Filiera teoretică, profilul real

BAREM DE EVALUARE ȘI DE NOTARE **VARIANTA 3**

- Se punctează oricare alte modalități de rezolvare corectă a cerințelor.
- Nu se acordă fracțiuni de punct.
- Se acordă 10 puncte din oficiu. Nota finală se calculează prin împărțirea punctajului total acordat pentru lucrare la 10

C. PRODUCEREA ȘI UTILIZAREA CURENTULUI CONTINUU

SUBIECTUL I **(5 x 3 puncte = 15 puncte)**

Nr subiect	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
Varianta corectă	c	c	b	b	a

SUBIECTUL II **(15 puncte)**

	Soluție, rezolvare		Punctaj
a.	Pentru: $E_1 = I_1 \cdot r_1 + U_1$ Rezultat final: $U_1 = 4{,}3$ V	 2p 1p	**3p**
b.	Pentru: $E_1 + E_2 = I_1 \cdot (R_1 + r_1) + I_2 \cdot (R_2 + r_2)$ $U_2 = I_2 \cdot R_2$ Rezultat final: $U_2 = 7{,}35$ V	 2p 1p 1p	**4p**
c.	Pentru: $E_1 = I_1 \cdot (R_1 + r_1) + I_3 \cdot R_3$ $I_3 = I_1 - I_2$ Rezultat final: $R_3 = 30\ \Omega$	 1p 2p 1p	**4p**
d.	Pentru: $E_1 + E_2 = I_A \cdot (R_1 + r_1 + R_2 + r_2 + R_A)$ Rezultat final: $R_A = 5\ \Omega$	 3p 1p	**4p**

SUBIECTUL III **(15 puncte)**

	Soluție, rezolvare		Punctaj
a.	Pentru: $P = R_1 I_l^2$ $P = (R_1 + R_2) I_d^2$ Rezultat final: $R_1 = 4\ \Omega$; $R_2 = 5\ \Omega$	 1p 1p 2p	**4p**
b.	Pentru: $E = I_l(r + R_1)$ $E = I_d(r + R_1 + R_2)$ Rezultat final $E = 60$ V; $r = 6\ \Omega$	 1p 1p 2p	**4p**
c.	Pentru: $\eta = R/(R + r)$ $R = R_1 + R_2$ Rezultat final: $\eta = 0{,}6 = 60\%$	 1p 2p 1p	**4p**
d.	Pentru: $P_{max} = E^2/4r$ Rezultat final $P_{max} = 150$ W	 2p 1p	**3p**

BAREM DE EVALUARE ȘI DE NOTARE **VARIANTA 3**

- Se punctează oricare alte modalități de rezolvare corectă a cerințelor.
- Nu se acordă fracțiuni de punct.
- Se acordă 10 puncte din oficiu. Nota finală se calculează prin împărțirea punctajului total acordat pentru lucrare la 10

D. OPTICĂ

SUBIECTUL I **(5 x 3 puncte = 15 puncte)**

Nr subiect	1	2	3	4	5
Varianta corectă	c	d	c	c	a

SUBIECTUL II **(15 puncte)**

	Soluție, rezolvare		Punctaj
a.	$f=\dfrac{1}{(n-1)\left(\dfrac{1}{R_1}-\dfrac{1}{R_2}\right)}$	2p	**3p**
	$f=80\text{ cm}$	1p	
b.	$\dfrac{1}{x_2}-\dfrac{1}{x_1}=\dfrac{1}{f}$	1p	**4p**
	$x_1=400\text{ cm}$	1p	
	$\beta=\dfrac{y_2}{y_1}=\dfrac{x_2}{x_1}$	1p	
	$y_2=\dfrac{x_2y_1}{x_1}=1\text{ cm}$	1p	
c.	$\beta'=-1$	1p	**4p**
	$x_2'=-x_1'$	1p	
	$\dfrac{1}{x'_2}-\dfrac{1}{x'_1}=\dfrac{1}{f}$	1p	
	$x_2'=2f=160\text{ cm}$	1p	
d.	$f'=\dfrac{1}{(n-1)\left(\dfrac{1}{R'_1}-\dfrac{1}{R'_2}\right)}$	2p	**4p**
	$f=\dfrac{80}{3}\text{cm}=26{,}66\text{ cm}$	2p	

SUBIECTUL III **(15 puncte)**

	Soluție, rezolvare		Punctaj
a.	$L=h\cdot\nu_0$	2p	**3**
	$L=3{,}98\cdot10^{-19}$ J	1p	
b.	$v=\sqrt{\dfrac{2h(\nu-\nu_0)}{m}}$	3p	**4**
	v = 757 km/s	1p	
c.	$p=\dfrac{h\nu}{c}$	2p	**4**
	$p=2{,}2\cdot10^{-27}$ N·s	2p	
d.	P = N·p	3p	**4**
	$P=2{,}2\cdot10^{-19}$ Pa	1p	

A. MECANICĂ

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

SUBIECTUL I.

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

1. Unitatea de măsură a energiei, exprimată în unități fundamentale din SI este:

a. J·s **b.** J/s **c.** kg·m/s **d.** $kg \cdot m^2/s^2$

2. Teorema de variație a energiei cinetice a punctului material se exprimă corect prin relația:

a. $\Delta E_c = L$ **b.** $\Delta E_c = E_p$ **c.** $\Delta E_c = mgh^2$ **d.** $\Delta E_c = kx$

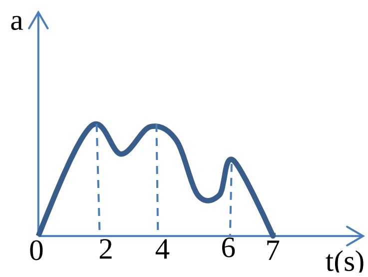
3. Un corp de masă *m* este ridicat vertical cu accelerația $a = g$ orientată în sus. Forța de tracțiune, neglijând frecările, are expresia:

a. 3mg **b.**mg **c.** mg / 2 **d.** 2mg

4. O minge cade pe verticală de la înălțimea h = 5 m. Mingea are masa m =0,3 kg. Variația energiei potențiale a mingii pe întreaga durată a căderii sale este:

a. 15 J **b.** 9 J **c.** -9 J **d.** -15 J

5. În graficul din figura alăturată este reprezentată dependența de timp a modulului accelerației unui corp care pleacă din repaus, în cursul unei mișcări rectilinii. Vectorul accelerație își păstrează nemodificată orientarea în timpul mișcării. Valoarea maximă a vitezei corpului este atinsă la momentul:

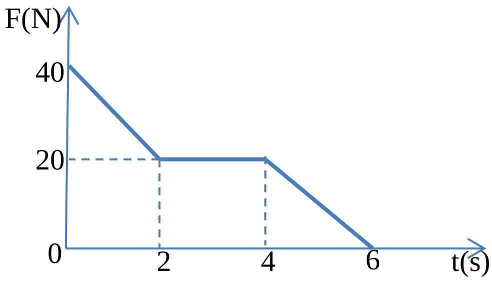


a. t = 2 s **b.** t = 4 s **c.** t = 6 s **d.** t = 7 s

SUBIECTUL al II-lea

Rezolvați următoarea problemă:

Un corp de masă m = 10 kg se află în repaus pe un plan orizontal. Asupra corpului acționează o forță orientată orizontal al cărei modul în funcție de timp este reprezentat în figura alăturată. Forța își păstrează nemodificată orientarea în tot timpul deplasării corpului.



a. Calculați accelerația corpului la $t_1 = 2$ s, dacă se neglijează frecările.

b. Calculați viteza corpului la momentul $t_2 = 4$ s, în condițiile punctului a.

c. Calculați viteza corpului la $t_2 = 4$ s, dacă pe toată durata mișcării între corp și suprafața de contact coeficientul de frecare la alunecare este $\mu = 0,2$.

d. Calculați impulsul corpului la momentul $t_2 = 4$ s, în condițiile punctului c.

SUBIECTUL al III-lea

Rezolvați următoarea problemă:

Un schior cu masa m = 80 kg alunecă fără viteză inițială din vârful unui plan înclinat de unghi α=30° și înălțime h = 40 m. Planul înclinat se continua cu o porțiune orizontală suficient de lungă iar trecerea din porțiunea înclinată în porțiunea orizontală are loc fără modificarea modulului vitezei. Mișcarea se face cu frecare pe tot parcursul mișcării, coeficientul de frecare la alunecare fiind $\mu = 0,29 \cong 1/2\sqrt{3}$.

a. Calculați energia potențială inițială a schiorului.

b. Calculați viteza schiorului la baza planului înclinat.

c. Calculați distanța parcursă de schior pe suprafața orizontală până la oprire.

d. Calculați lucrul mecanic efectuat de forța de frecare pe toată durata mișcării.

B. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ

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: $p \cdot V = \nu RT$

SUBIECTUL I.

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

1. Simbolurile mărimilor fizice fiind cele utilizate în manualele de fizică, unitatea de măsură în S. I. pentru capacitatea calorică poate fi scrisă sub forma:

a. $N \cdot m \cdot K^{-1}$ **b.** $N \cdot m^2 \cdot K$ **c.** $N \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}$ **d.** $N \cdot m \cdot K$

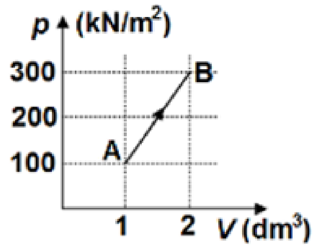
2. Variația temperaturii unui gaz, măsurată cu un termometru etalonat în scara Celsius, este $\Delta t = 27°C$. Variația temperaturii absolute a acestui gaz este:

a. $\Delta T = 0$ K **b.** $\Delta T = 27$ K **c.** $\Delta T = 300$ K **d.** $\Delta T = 327$ K

3. O masă dată de gaz ideal, aflat inițial la temperatura T, se destinde izoterm până la dublarea volumului. Temperatura gazului în starea finală este:

a. 4 T **b.** 2 T **c.** T **d.** T / 2

4. În graficul din figura alăturată este reprezentată dependența presiunii unui gaz de volumul acestuia, în cursul unui proces termodinamic în care masa gazului rămâne constantă. Pe baza datelor prezentate în grafic, putem afirma că lucrul mecanic efectuat de gaz în acest proces este egal cu:



a. 100 J **b.** 200 J **c.** 300 J **d.** 600 J

5. O mașină termică ce funcționează după un ciclu Carnot primește, în cursul unui ciclu, căldura $Q_p = 80$ J și efectuează lucrul mecanic $L = 60$ J. Raportul dintre temperatura absolută maximă și temperatura absolută minimă atinsă de substanța de lucru în timpul ciclului este:

a. 2 **b.** 3 **c.** 4 **d.** 5

SUBIECTUL al II-lea

Rezolvați următoarea problemă:

Un cilindru orizontal, închis la ambele capete, de lungime $L = 2$ m și secțiune $S = 20 \text{ cm}^2$, este împărțit în două compartimente de volume egale cu ajutorul unui piston subțire, inițial blocat. În cele două compartimente se află azot $\left(\mu_{N_2} = 28 \text{kg/kmol}\right)$. În compartimentul din stânga gazul are presiunea $p_1 = 3 \cdot 10^5$ Pa, iar în compartimentul din dreapta gazul are presiunea $p_2 = 2 \cdot 10^5$ Pa. Temperatura din ambele compartimente este menținută tot timpul constantă la valoarea $t = 27°C$. Deplasarea pistonului are loc fără frecare. Determinați:

cantitatea de azot din compartimentul din dreapta;

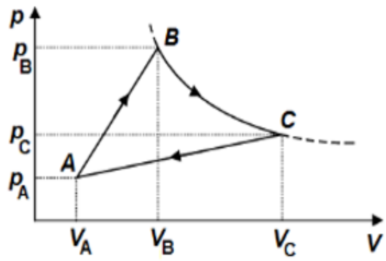
densitatea gazului din compartimentul din stânga;

lungimea L_1 a compartimentului din stânga după ce deblocăm pistonul și acesta ajunge la echilibru mecanic;

ce cantitate de azot mai trebuie introdusă și în care dintre cele două compartiment astfel încât, pistonul să revină în poziția inițială (la mijlocul cilindrului). Justifică răspunsul.

SUBIECTUL al III-lea

Rezolvați următoarea problemă:



Un motor termic funcționează după un proces ciclic *ABCA* reprezentat în coordonate *p* – *V* ca în figura alăturată. Substanța de lucru este un gaz ideal, având exponentul adiabatic

$\gamma = 5/3$. În transformarea *BC* temperatura rămâne constantă. Cunoscând că: $p_A = 10^5$ Pa, $V_A = 10^{-3}$ m^3, $p_B = 4p_A$, $p_C = 2p_A$, $V_B = 3V_A$, iar $\ln 2 \cong 0,7$, determinați:

a. volumul ocupat de gaz în starea C;

b. raportul $\Delta U_{AB}/\Delta U_{CA}$ dintre variațiile energiei interne a gazului în procesele AB și CA;

c. lucrul mecanic schimbat de gaz cu exteriorul într-un ciclu;

d. randamentul ciclului Carnot care ar funcționa între temperaturile extreme atinse de gaz la parcurgerea ciclului ABCA.

C. PRODUCEREA ȘI UTILIZAREA CURENTULUI CONTINUU

Valoarea sarcinii electrice elementare $e = 1{,}6\cdot 10^{-19}$ C

SUBIECTUL I.

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

1. Simbolurile unităților de măsură fiind cele utilizate în manualele de fizică, unitatea de măsură în S.I. pentru mărimea fizică dată de expresia $\frac{I\cdot L\cdot \rho_0(1+\alpha t)}{S}$ este:

a. *A* **b.** *V* **c.** Ω **d.** W

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

a. sarcina electrică transportată într-o secundă de purtătorii de sarcină care trec printr-o secțiune transversală a conductorului

b. sarcina electrică transportată de electroni prin conductor

c. raportul dintre rezistența conductorului și tensiunea la bornele conductorului

d. lucrul mecanic efectuat pentru deplasarea unității de sarcină electrică prin conductor

3. Scurtcircuitând pe rând trei acumulatoare electrice, prin acestea circulă curenți având intensitățile 4 A, 5 A și 6 A. Dacă rezistența internă a grupării echivalente paralel a celor trei acumulatoare este de 0,6Ω atunci tensiunea electromotoare a bateriei astfel formate are valoarea:

a. 36 V **b.** 24 V **c.** 18 V **d.** 9 V

4. Randamentul unui circuit electric simplu este de 60% atunci când rezistența electrică exterioară este *R*. Dacă în serie cu *R* se leagă un rezistor având aceeași rezistență electrică *R* , atunci randamentul circuitului devine:

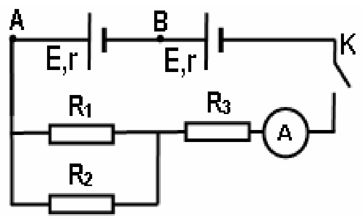
a. 40% **b.** 80% **c.**75% **d.** 50%

5. Două becuri cu filament pentru iluminat casnic au inscripționate pe soclurile lor valorile nominale: (220 V, 25 W) – becul 1, respectiv (220 V, 100 W) – becul 2. Raportul energiilor W_1/W_2 consumate de către cele două becuri în regimuri nominale de funcționare, timp de 2 ore fiecare, este egal cu:

a. 1/4 **b.** 2 **c.** 1/2 **d.** 4

SUBIECTUL al II-lea

Rezolvați următoarea problemă:



Se consideră circuitul electric a cărui schemă este reprezentată în figura alăturată.

Se cunosc: $R_1 = 15\ \Omega$, $R_2 = 60\ \Omega$ și $R_3 = 10\ \Omega$. Cele două surse sunt identice, rezistența internă a unei surse fiind r = 1 Ω. Când întrerupătorul K este închis, intensitatea curentului electric indicată de ampermetrul cu rezistența internă $R_A = 6\ \Omega$, are valoarea $I_A = 0{,}6$ A. Rezistența electrică a conductoarelor de legătură se neglijează. Determinați:

a. rezistența echivalentă a circuitului exterior;

b. valoarea tensiunii electromotoare E a unei surse;

c. intensitățile curenților electrici care trec prin rezistoarele R_1 și R_2 dacă întrerupătorul K este închis;

d. tensiunea electrică dintre punctele A și B dacă întrerupătorul K este deschis.

SUBIECTUL al III-lea

Rezolvați următoarea problemă:

Un generator cu tensiunea electromotoare E și rezistența interioară r = 1 Ω alimentează un bec legat în serie cu un rezistor R . La bornele becului se conectează un voltmetru de rezistența internă $R_V = 150\ \Omega$. Tensiunea indicată de voltmetru este egală cu $U_V = 30$ V. Puterea disipată de rezistor în acest caz este $P_R = 5{,}76$ W, iar valoarea intensității curentului electric ce străbate generatorul este $I = 1{,}2$ A. Becul funcționează la parametri nominali.

a. Calculați rezistența electrică a rezistorului R;

b. Determinați valoarea puterii nominale a becului P_{bec};

c. Determinați tensiunea electromotoare E a generatorului ;

d. Se deconectează voltmetrul de la bornele becului și se înlocuiește rezistorul R cu un alt rezistor, având rezistența electrică R_1, astfel încât becul legat în serie cu R_1 funcționează la puterea nominală.
Determinați energia W_{R1} consumată de rezistorul R_1 în timp de 4 ore. Exprimați rezultatul în KWh.

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.

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

1. O rază de lumină trece dintr-un mediu cu indice de refracție $n_1 = 1$ într-un mediu cu indice de refracție $n_2 = \sqrt{2}$. Dacă unghiul de incidență este de 45° atunci unghiul de refracție este:

a. 30° **b.** 45° **c.** 0° **d.** 60°

2. O lentilă are convergența de 10/3 dioptrii. Distanța față de lentilă la care trebuie așezat un obiect pentru a obține o imagine virtuală la 15 cm de lentilă este :

a. 20 cm **b.** 25 cm **c.** 10 cm **d.** 50 cm

3. Un obiect cu înălțimea de 6 cm este așezat perpendicular pe axa optică principală, în fața unei lentile divergente, în focarul lentilei. Imaginea obținută este:

a. Virtuală, dreaptă, cu înălțimea de 6 cm **b.** Reală și se formează la infinit
c. Reală, răsturnată, cu înălțimea de 3 cm **d.** Virtuală, dreaptă, cu înălțimea de 3 cm

4. Dacă fluxul radiațiilor electromagnetice care cad pe catodul unei celule fotoelectrice este constant iar frecvența radiațiilor scade:

a. Intensitatea curentului de saturație scade
b. Energia cinetică maximă a fotoelectronilor crește
c. Valoarea absolută a tensiunii de stopare scade
d. Numărul de fotoelectroni emiși de catod pe secundă scade

5. Unitatea de măsură pentru constanta lui Planck, exprimată în funcție de unitățile de măsură ale mărimilor fundamentale din S.I. este:

a. $kg \cdot m^2 \cdot s^{-2}$ **b**. $kg \cdot m^2 \cdot s^{-1}$ **c.** $kg \cdot m \cdot s^{-1}$ **d**. $kg \cdot m^2 \cdot s$

SUBIECTUL al II-lea

Rezolvați următoarea problemă:

Pe un banc optic se află un obiect cu înălțimea $y_1 = 5\,\text{cm}$. O lentilă biconvexă cu razele de curbură ale fețelor $|R_1| = 15\,\text{cm}$, $|R_2| = 30\,\text{cm}$ formează pe un ecran imaginea a cărei înălțime este $|y_2| = 20\,\text{cm}$. Dacă obiectul se îndepărtează de lentilă cu distanța $d = 5\,\text{cm}$, pe ecran se formează o imagine cu înălțimea $|y_2'| = 10\,\text{cm}$. Determinați:

a. distanța focală a lentilei f_1;

b. indicele de refracție n al materialului din care este confecționată lentila;

c. poziția imaginii dacă se introduce o a doua lentilă cu distanța focală $f_2 = 30\,\text{cm}$ la distanța $D = 110\,\text{cm}$ față de prima lentilă.

d. Dimensiunea imaginii formată de sistemul celor două lentile, y_2'.

SUBIECTUL al III-lea

Rezolvați următoarea problemă:

La lucrarea de laborator în fața sursei de lumină la un dispozitiv Young elevii au pus un filtru astfel încât radiația monocromatică utilizată are lungimea de undă de 600 nm. Distanța dintre fantele dispozitivului Young este de 0,3 mm iar distanța de la fante la ecran este de 1 m. Determinați:

a. Frecvența radiației utilizate;

b. Valoarea interfranjei și diferența de drum a undelor care interferă și formează maximul de ordinul k = 3;

c. Se schimbă filtrul din fața sursei de lumină cu unul verde pentru care lungimea de undă este 500 nm. Ce se întâmplă cu interfranja, se micșorează sau se mărește și cât este raportul interfranjelor, în cele două situații?

d. Întregul dispozitiv este scufundat într-un lichid cu indicele de refracție n = 1,5. Determinați ce valoare ar trebui să aibă acum distanța dintre fante astfel încât interfranja să aibă aceeași valoare ca la punctul b, dacă lungimea de undă a radiației folosite este 600 nm.

Modele/strategii de rezolvare

A. MECANICĂ

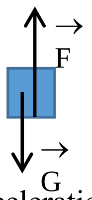
SUBIECTUL I

Nr subiect	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
Varianta corectă	d	a	d	d	d

Strategii de rezolvare:

I.1: $E_c = \frac{mv^2}{2}$ deci unitatea de masură în sistem internaţional este $\frac{kgm^2}{s^2}$

I.2: $\Delta E_c = L$



I.3: $F – G = ma$ deci $F = 2mg$

I.4: $\Delta E_{pg} = 0 – mgh = –15$ J

I.5: Atâta timp cât proiecţia vectorului acceleraţie momentană pe axa Ox (orientată pe direcţia şi în sensul deplasării) este pozitivă viteza instantanee a corpului creşte.

SUBIECTUL II

	Soluții/strategii de rezolvare
a.	Conform principiului 2 al mecanicii newtoniene: $a(t_1) = F(t_1)/m$ $a(t_1) = 2$ m/s^2
b.	Deoarece mărimea acceleraţiei corpului are o variaţie liniară în raport cu timpul, acceleraţia medie în acel interval de timp este: $a_m = [F(t_0) + F(t_1)]/2m$ $a_m = 3$ m/s^2 Deci $v(t_1) = a_m\Delta t = 6$ m/s $v(t_2) = v(t_1) + a(t_1)\Delta t = 10$ m/s
c.	Conform principiilor newtoniene: $a'_m = (F_m – F_f)/m = 1$ m/s^2 Deci $v'(t_1) = a'_m\Delta t = 2$ m/s Pe următorul interval de timp $a'' = 0$ iar $v'(t_2) = v'(t_1) = 2$ m/s

d.	Impulsul corpului este $p' = m\,v'(t_2)$ $p' = 20$ Ns

SUBIECTUL III

	Soluții/strategii de rezolvare
a.	Energia potenţială iniţială a schiorului $E_p = mgh$ $E_p = 32000$ J
b.	Conform teoremei de variaţie a energiei cinetice: $mv^2/2 = mgh + L_f$ $L_f = -\mu mgh\cos\alpha/\sin\alpha = -mgh/2$ $v = (gh)^{1/2}$ $v = 20$ m/s
c.	Conform teoremei de variaţie a energiei cinetice: $0 - mv^2/2 = L'_f$ $mv^2/2 = \mu mgd$ $d = v^2/2\mu g$ $d = 40\sqrt{3}$ m
d.	$L_f = -mgh$ $L_f = -32000$ J

Modele/strategii de rezolvare

B. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ

SUBIECTUL I

Nr subiect	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
Varianta corectă	a	b	c	b	c

Strategii de rezolvare:

I.1:

Capacitatea calorică este o mărime fizică definită prin relația $c = \frac{Q}{\Delta T}$, astfel că, ecuația dimensională devine $[c]_{SI} = \frac{[Q]_{SI}}{[\Delta T]_{SI}} = \frac{\mathrm{J}}{\mathrm{K}} = \mathrm{N \cdot m \cdot K^{-1}}$

I.2:

În scara Celsius de temperatură, variația acesteia se scrie $\Delta t = t_{final} - t_{initial} = 27^{\circ}\mathrm{C}$ (conform datelor)

În scara absolută de temperatură, variația acesteia se scrie, ținând cont de unitățile de măsură:

$$\Delta T = T_{final} - T_{initial} = t_{final} + 273\,\mathrm{K} - \left(t_{initial} + 273\,\mathrm{K}\right) = t_{final} - t_{initial} = \Delta t = 27\,\mathrm{K}$$

I.4:

Lucrul mecanic efectuat de un gaz ideal într-un proces în care masa lui rămâne constantă și care este reprezentat grafic în coordonate (p, V) se poate calcula prin măsura ariei figurii geometrice delimitate de linia graficului, coordonatele inițială și finală ale volumului și axa volumelor:

$$\mathrm{L} = \mathrm{Aria}_{\mathrm{figAB21}} = \mathrm{Aria}_{\mathrm{trapez\,dreptunghic}} = \frac{(300+100)\,\mathrm{kN/m^2}\,(2-1)\,\mathrm{dm^3}}{2} = \frac{400 \cdot 10^3\,\mathrm{N/m^2} \cdot 10^{-3}\,\mathrm{m^3}}{2} = 200\,\mathrm{J}$$

I.5:

Randamentul unui motor termic se definește prin $\eta = \frac{L}{Q_p}$

La motorul Carnot s-a obținut relația pentru randament $\eta = 1 - \frac{T_{\min}}{T_{\max}}$

Egalând cele două relații, rezultă $\frac{L}{Q_p} = 1 - \frac{T_{\min}}{T_{\max}} \Rightarrow \frac{T_{\min}}{T_{\max}} = 1 - \frac{L}{Q_p} = 1 - \frac{60\,\mathrm{J}}{80\,\mathrm{J}} = \frac{1}{4} \Rightarrow \frac{T_{\max}}{T_{\min}} = 4$

SUBIECTUL II

	Soluții/strategii de rezolvare
a.	Dacă pistonul împarte cilindrul în două compartimente egale, atunci în compartimentul din dreapta se identifică parametrii stării inițiale p_2, ν_2, T și $V_2 = S \cdot (L/2)$ (volumul jumătății de cilindru) Se scrie ecuația de stare termică în acest caz $p_2 \cdot S \cdot (L/2) = \nu_2 RT$, determinând cantitatea de gaz cerută $\nu_2 = \dfrac{2 \cdot 10^5\,\text{Pa} \cdot 20 \cdot 10^{-4}\,\text{m}^2 \cdot 1\,\text{m}}{8,31 \dfrac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}} \cdot 300\,\text{K}} \cong 0,16\,\text{mol}$
b.	În aceeași ipoteză ca la punctul a) se identifică parametrii stării inițiale a gazului din compartimentul din stânga: p_1, m_1(μ_{N_2}), T și $V_1 = S(L/2)$ Scriind, în același mod, ecuația de stare termică $p_1 \cdot V_1 = \dfrac{m_1}{\mu_{N_2}} RT$, se obține densitatea azotului din acest compartiment $\rho_1 = \dfrac{m_1}{V_1} = \dfrac{p_1 \cdot \mu_{N_2}}{RT}$, cu soluția numerică $\rho_1 \cong 3,37 \dfrac{\text{kg}}{\text{m}^3}$
c.	Ambele gaze suferă transformări izoterme deoarece parametrii care rămân constanți după deblocarea pistonului sunt masa și temperatura. În momentul reechilibrării pistonului între cele două compartimente, presiunea finală a gazelor este aceeași (*p*), iar lungimea cilindrului este împărțită inegal în L_1 și L_2. Astfel, ecuațiile celor două transformări izoterme se scriu: $p_1 \cdot \dfrac{V}{2} = p \cdot SL_1$, unde noul volum al compartimentului din stânga este $V_1' = SL_1$ $p_2 \cdot \dfrac{V}{2} = p \cdot SL_2$, unde noul volum al compartimentului din dreapta este $V_2' = SL_2$ Știind că lungimea totală a cilindrului este $L = L_1 + L_2$ (*), se rezolvă sistemul de două ecuații cu două necunoscute L_1 și L_2 Împărțind relațiile de mai sus membru cu membru obținem $\dfrac{p_1}{p_2} = \dfrac{L_1}{L_2}$, la care se adaugă relația (*) Astfel, rezultă valoarea necunoscutei $L_1 = 1,2\,\text{m}$
d.	Se observă că $L_1 \rangle L_2$, astfel încât trebuie introdus azot în compartimentul din dreapta pentru ca gazul de aici să sufere o destindere și să împingă pistonul spre mijlocul cilindrului În momentul în care pistonul se reechilibrează la mijlocul cilindrului, parametrii de stare ai celor două gaze vor fi p’, ν_1, T și $\dfrac{V}{2}$, respectiv p’, $\nu_2 + \Delta\nu$, T și $\dfrac{V}{2}$ Se ține cont de faptul că ν_1 poate fi calculat cu ajutorul rezolvării de la punctul b): $p_1 \cdot S \dfrac{L}{2} = \nu_1 RT \Rightarrow \nu_1 = \dfrac{p_1 \cdot S \dfrac{L}{2}}{RT} \Rightarrow \nu_1 = \dfrac{3 \cdot 10^5\,\text{Pa} \cdot 20 \cdot 10^{-4}\,\text{m}^2 \cdot 1\,\text{m}}{8,31 \cdot 300} = 0,24\,\text{mol}$

	Ecuațiile de stare termică ale celor două gaze în starea finală, la echilibrul pistonului, sunt: $p'\cdot\frac{V}{2}=\nu_1 RT$, respectiv $p'\cdot\frac{V}{2}=(\nu_2+\Delta\nu)RT$, de unde rezultă că $\nu_1=\nu_2+\Delta\nu$ Adică $\Delta\nu\cong 0,24\,\text{mol}-0,16\,\text{mol}\cong 0,08\,\text{mol}$

SUBIECTUL III

	Soluții/strategii de rezolvare
a.	Dacă în transformarea *BC* temperatura rămâne constantă (masa de gaz fiind și ea constantă), atunci se scrie ecuația izotermei $p_BV_B=p_CV_C\Rightarrow V_C=\frac{p_BV_B}{p_C}=\frac{4p_A\cdot 3V_A}{2p_A}=6V_A$ De unde rezultă că $V_C=6\cdot 10^{-3}\ \text{m}^3$
b.	Pentru a afla raportul cerut se scriu relațiile variației energiei interne a gazului în cele două procese: $\Delta U_{AB}=\nu C_V(T_B-T_A)$; $\Delta U_{CA}=\nu C_V(T_A-T_C)$ Dar $T_B=T_C$, ceea ce conduce la $\frac{\Delta U_{AB}}{\Delta U_{CA}}=\frac{\nu C_V(T_B-T_A)}{\nu C_V(T_A-T_B)}=-1$
c.	Lucrul mecanic schimbat de gaz pe întreg ciclul termodinamic este $L=L_{AB}+L_{BC}+L_{CA}$ Procesele *AB* și *CA* sunt transformări politropice, astfel că lucrul mecanic se calculează prin aria figurii determinate în coordonate (*p*,*V*) de graficul transformării, coordonatele inițială și finală ale volumului și axa volumului: $L_{AB}=Aria_{trapezdreptunghic}=\frac{(p_B+p_A)(V_B-V_A)}{2}$; $L_{CA}=Aria_{trapezdreptunghic}=\frac{(p_C+p_A)(V_A-V_C)}{2}$ Lucrul mecanic efectuat în transformarea izotermă se scrie $L_{BC}=\nu RT_B\ln\frac{V_C}{V_B}$ Se ține cont de relațiile dintre presiuni, volume și valoarea logaritmului natural, obținând, după toate calculele $L=590\,\text{J}$
d.	Se observă din grafic faptul că $T_B=T_C$ reprezintă valoarea temperaturii maxime atinsă în acest ciclu, iar T_A rămâne temperatura minimă Astfel, după relația randamentului unui motor Carnot, $\eta_C=1-\frac{T_{\min}}{T_{\max}}=1-\frac{T_A}{T_B}$ Raportul temperaturilor se află scriind ecuațiile de stare termică în A, respectiv B și ținând cont de corespondența presiunilor și a volumelor: $p_A\cdot V_A=\nu RT_A$; $p_B\cdot V_B=\nu RT_B$ Astfel $\eta_C=1-\frac{p_A\cdot V_A}{p_B\cdot V_B}=1-\frac{p_A\cdot V_A}{4p_A\cdot 3V_A}=1-\frac{1}{12}=0,917$ sau $\eta=91,7\%$

Modele/strategii de rezolvare

C. PRODUCEREA ȘI UTILIZAREA CURENTULUI CONTINUU

SUBIECTUL I

Nr subiect	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
Varianta corectă	b	a	d	c	a

Strategii de rezolvare:

I.1:

Expresia poate fi rescrisă de forma: $\dfrac{I\cdot L\cdot \rho_0(1+\alpha t)}{S}=\dfrac{I\cdot L\cdot \rho}{S}=I\cdot\dfrac{\rho\cdot L}{S}=I\cdot R=U$ şi $\langle U\rangle_{SI}=\mathrm{V(volt)}$

I.2:

Intensitatea curentului electric printr-un conductor este numeric egală cu sarcina electrică transportată într-o secundă de purtătorii de sarcină care trec printr-o secțiune transversală a conductorului

I.3:

$$\left.\begin{array}{l|l} I_{sc,1}=4\ \mathrm{A} & E_{ep}=\dfrac{\dfrac{E_1}{r_1}+\dfrac{E_2}{r_2}+\ldots\dfrac{E_n}{r_n}}{\dfrac{1}{r_1}+\dfrac{1}{r_2}+\ldots\dfrac{1}{r_n}} \\ I_{sc,2}=5\ \mathrm{A} & \\ I_{sc,3}=6\ \mathrm{A} & \\ r_{e,p}=0{,}6\ \Omega & \dfrac{1}{r_{ep}}=\dfrac{1}{r_1}+\dfrac{1}{r_2}+\ldots\dfrac{1}{r_n} \\ \hline E=? & \end{array}\right\}\Rightarrow \left.\begin{array}{l} E_{ep}=\dfrac{\dfrac{E_1}{r_1}+\dfrac{E_2}{r_2}+\ldots\dfrac{E_n}{r_n}}{\dfrac{1}{r_{ep}}} \\ I_{sc,1}=\dfrac{E_1}{r_1},I_{sc,2}=\dfrac{E_2}{r_2},I_{sc,3}=\dfrac{E_3}{r_3}\end{array}\right\}\Rightarrow E_{ep}=\dfrac{I_{sc,1}+I_{sc,2}+I_{sc,3}}{\dfrac{1}{r_{ep}}}\Rightarrow$$

$$E_{ep}=\dfrac{4\,\mathrm{A}+5\,\mathrm{A}+6\,\mathrm{A}}{\dfrac{1}{0{,}6\,\Omega}}\Rightarrow E_{ep}=9\ \mathrm{V}$$

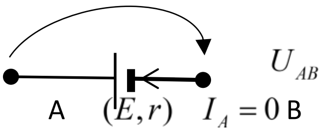
I.4:

$$\left.\begin{array}{l|l} \eta=60\% & R_s=2R \\ \mathrm{R\ \hat{i}n\ serie\ cu\ R} & \eta=\dfrac{R}{R+r} \\ \hline \eta'=? & \eta'=\dfrac{R_s}{R_s+r} \end{array}\right\}\Rightarrow \left.\begin{array}{l} \dfrac{60}{100}=\dfrac{R}{R+r} \\ \eta'=\dfrac{2R}{2R+r}\end{array}\right\}\Rightarrow R=\dfrac{3r}{2}\ \text{şi}\ \ \eta'=75\%$$

I.5:

$$\left.\begin{array}{l} U_{n,1}=220\ \mathrm{V} \\ P_{n,1}=25\ \mathrm{W} \\ U_{n,2}=220\ \mathrm{V} \\ P_{n,2}=100\ \mathrm{W}\end{array}\right\}\dfrac{W_1}{W_2}=\dfrac{P_{n,1}\cdot\Delta t}{P_{n,2}\cdot\Delta t}=\dfrac{25}{100}=\dfrac{1}{4}$$

SUBIECTUL II

	Soluții/strategii de rezolvare
a.	$\frac{1}{R_{paralel}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$; $R_{echivalent} = R_{paralel} + R_3 + R_A$ $R_{echivalent} = 28\,\Omega$
b.	$I_A = \frac{E_{echivalent}}{R_{echivalent} + r_{echivalent}}$; $\left.\begin{matrix} E_{echivalent} = 2E \\ r_{echivalent} = 2r \end{matrix}\right\} \Rightarrow 0,6\text{ A} = \frac{2E}{28 + 2\cdot 1}$ $E = 9\text{ V}$
c.	Teorema I a lui Kirchhoff $I_A = I_1 + I_2$ Teorema a II-a a lui Kirchhoff $0 = I_1R_1 - I_2R_2 \Rightarrow I_1R_1 = I_2R_2$ Prin rezolvarea sistemului de ecuații de mai sus $\Rightarrow I_1 = 0,48\text{ A};\ I_2 = 0,12\text{ A}$
d.	Aplicăm teorema a II-a a lui Kirchhoff pentru ochiul de rețea $\Rightarrow E = 0\cdot r + U_{AB}$ $U_{AB} = E$; $U_{AB} = 9\text{ V}$ 

SUBIECTUL III

	Soluții/strategii de rezolvare
a.	$P_R = I^2R$; $R = 4\,\Omega$
b.	$P_{bec} = U_V I_V$; $I = I_V + I_{bec}$ $U_V = I_V R_V$; $U_V = I_{bec}R_{bec}$ $\left.\begin{matrix} 1,2 = I_V + I_{bec} \\ 30 = I_V \cdot 150 \\ 30 = I_{bec}R_{bec} \end{matrix}\right\} \Rightarrow \begin{matrix} I_V = 0,2\text{ A} \\ I_{bec} = 1\text{ A} \end{matrix}$ $P_{bec} = 30\text{ W}$
c.	$I = \frac{E}{R_{echivalent} + r}$; $R_{echivalent} = R_{paralel} + R$ $R_{bec} = \frac{U_{bec}}{I_{bec}} = 30\,\Omega$; $R_{paralel} = \frac{R_V R_{bec}}{R_V + R_{bec}} \Rightarrow R_{paralel} = 25\,\Omega$ $R_{echivalent} = 29\,\Omega$ $E = 36\text{ V}$
d.	$W_{R_1} = I_{bec}^2 \cdot R_1 \cdot \Delta t$; $I_{bec} = \frac{E}{R_{ech}^{'} + r}$ $R_1 = R_{ech}^{'} - R_{bec} = 5\,\Omega$ $W_{R_1} = 0,02\text{ kWh}$

Modele/strategii de rezolvare

D. OPTICĂ

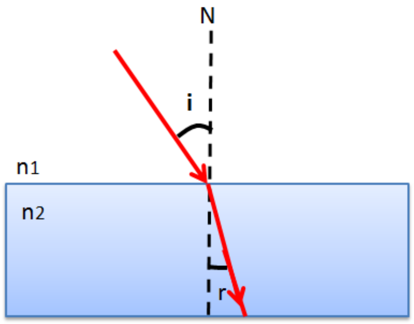
SUBIECTUL I

Nr subiect	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
Varianta corectă	a	c	d	c	b

Strategii de rezolvare:

I.1:

Din legea refracției avem:



$$n_1 \cdot sin\ i = n_2 \cdot sin\ r \qquad sin\ r = \frac{n_1 \cdot sin\ i}{n_2} = \frac{\frac{\sqrt{2}}{2}}{\sqrt{2}} = \frac{1}{2}$$

$r = 30°$, **varianta a**

I.2:

$$C = \frac{1}{f} \qquad f = \frac{1}{C} = \frac{3}{10} = 0,3\,\text{m} = 30\,\text{cm}$$

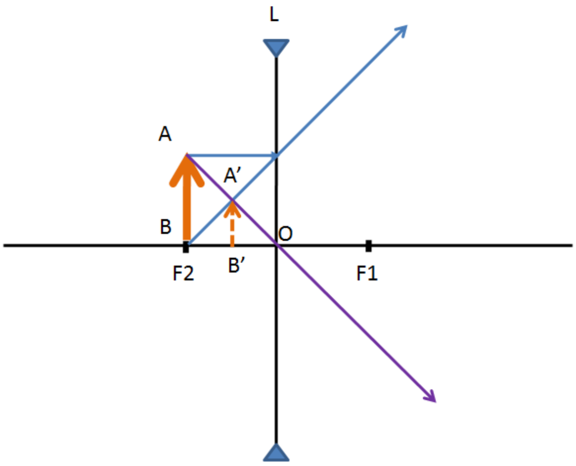
$$\frac{1}{f} = \frac{1}{x_2} - \frac{1}{x_1}; \qquad x_1 = \frac{f \cdot x_2}{f - x_2}$$

Atunci când se înlocuiește numeric se ține cont de convenția de semn. Dacă imaginea este virtuală vom avea (- x_2). $x_1 = \frac{30 \cdot (-15)}{30 - (-15)} = -10\,\text{cm}$

Deci obiectul este situat în fața lentilei la distanța de 10 cm, **varianta c**

I.3:

Un obiect situat în fața unei lentile divergente va da o imagine virtuală, dreaptă și micșorată, **varianta d**



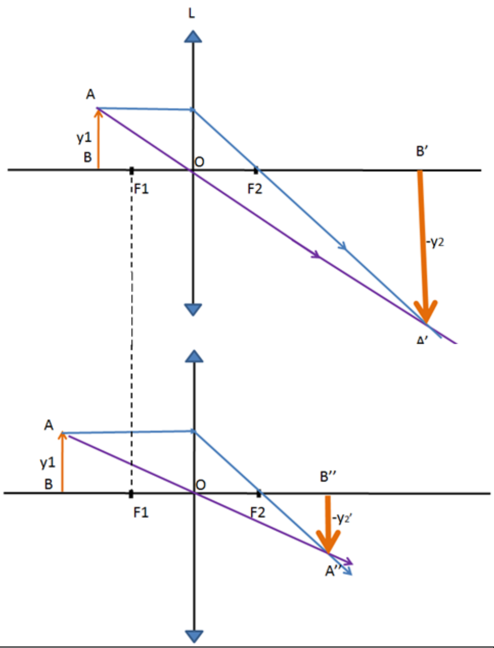
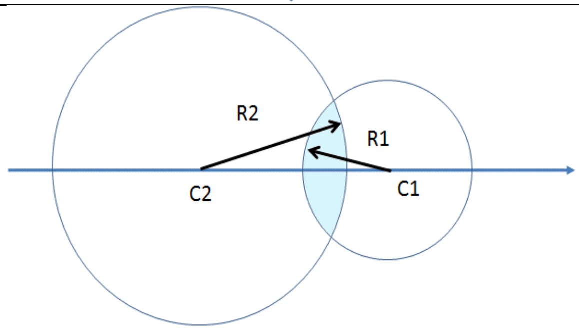
I.4:

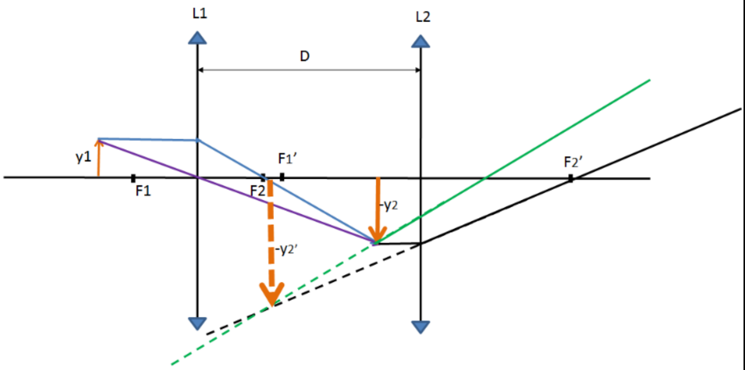
$$\left.\begin{array}{r} h\nu = L + E_c \rightarrow E_c = h\nu - L \\ E_c = eU_s \\ \nu - \text{scade} \end{array}\right\} \rightarrow \left| \begin{array}{l} \text{deoarece } \nu - \text{scade}, E_c - \text{scade} \\ Us = (h\nu - L)/e \rightarrow Us \text{ scade} \end{array}\right.$$ **, varianta c**

I.5.:

Unitatea de măsură pentru constanta lui Planck este: $\mathrm{J \cdot s = N \cdot m \cdot s = kg \frac{m}{s^2} m \cdot s = kg \cdot m^2 \cdot s^{-1}}$ **varianta b**

SUBIECTUL II

	Soluții/strategii de rezolvare
a.	Se scrie relația măririi liniare pentru cele două situații : $\beta_1 = \frac{y_2}{y_1} = \frac{x_2}{x_1} = -4$; $\beta_1' = \frac{y_2'}{y_1} = \frac{x_2'}{x_1'} = 2$ Formula lentilelor pentru cele două poziții ale obiectului, față de lentilă: $\frac{1}{f_1} = \frac{1}{x_2} - \frac{1}{x_1}$; $\frac{1}{f_1} = \frac{1}{x_2'} - \frac{1}{x_1'}$ $-\mathrm{x}_1' = -\mathrm{x}_1 + \mathrm{d}$; $f_1 = \frac{d}{\frac{1}{\beta_1} - \frac{1}{\beta_1'}}$ $f_1 = 20\,\mathrm{cm}$ 
b.	Lentila fiind biconvexă, avem $R_1 > 0, R_2 < 0$, deci la efectuarea calculelor vom folosi: $R_1 = 15\,\mathrm{cm}$, iar $R_2 = -30\,\mathrm{cm}$. $\frac{1}{f_1} = (n-1)\left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2}\right)$; $n = 1 + \frac{1}{f_1} : \left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2}\right)$ $n = 1{,}5$ 
c.	Din formula lentilelor, scrisă pentru prima lentilă se determină poziția imaginii: $x_2 = \frac{f_1 \cdot x_1}{f_1 + x_1}$ $\beta_1 = \frac{x_2}{x_1} \rightarrow x_1 = \frac{x_2}{\beta_1}$ $x_2 = f_1(1 - \beta_1) = 100\,\mathrm{cm}$

	Dacă distanța dintre cele două lentile este D, se determină poziția obiectului (imaginea formată de prima lentilă) față de cea de-a doua lentilă: $x_1^{'} = x_2 - D = -10\,\text{cm}$ $x_2^{'} = \dfrac{x_1^{'} \cdot f_2}{x_1^{'} + f_2}$ $\quad x_2^{'} = -15\,\text{cm}$	
d.	$\beta_2 = \dfrac{x_2^{'}}{x_1^{'}}$; $\quad y_2^{''} = y_1 \cdot \beta_1 \cdot \beta_2$ $\quad y_2^{''} = -30\,\text{cm}$	

SUBIECTUL III

	Soluții/strategii de rezolvare
a.	$\nu = \dfrac{c}{\lambda}$ $\quad \nu = 5{\cdot}10^{14}\,\text{Hz}$
b.	$i = \dfrac{\lambda \cdot D}{2l}$; $\quad i = 2$ mm $\delta = k \cdot \lambda$ deoarece în problemă se precizează că este maximul de ordinul 3, $k = 3$, rezultă $\delta = 1{,}8\,\mu\text{m}$
c.	$i' = \dfrac{\lambda' \cdot D}{2l}$; $\quad \lambda' < \lambda$ deci $i' < i$, interfranja scade $\dfrac{i'}{i} = \dfrac{\lambda'}{\lambda} = \dfrac{5}{6} = 0{,}83$
d.	Când întregul dispozitiv Young este scufundat într-un lichid cu indicele de refracție n, se va lucra cu drumul optic, care se notează (r) și care se calculează cu relația $(r) = nr$. Condiția de maxim de interferență va fi: $n(r_2 - r_1) = k.\lambda$ Poziția maximului de ordin k devine: $x_k = \dfrac{k\lambda D}{n \cdot 2l_1}$, unde am pus $2l_1$, deoarece în problemă spune că se modifică și distanța dintre fante. Pentru noua interfranjă găsim: $i_1 = x_{k+1} - x_k = \dfrac{(k+1)\lambda D}{n \cdot 2l_1} - \dfrac{k\lambda D}{n \cdot 2l_1} = \dfrac{1}{n} \cdot \dfrac{\lambda . D}{2l_1}$ Deoarece în problemă se precizează că interfranja de la punctul d este egală cu cea de la punctul b, avem: $i_1 = i$, de unde găsim: $\dfrac{1}{n} \cdot \dfrac{\lambda \cdot D}{2l_1} = \dfrac{\lambda \cdot D}{2l}$; $\quad 2l_1 = \dfrac{2l}{n} = 0{,}2\,\text{mm}$

BAREM DE EVALUARE ȘI DE NOTARE **VARIANTA 4**

- Se punctează oricare alte modalități de rezolvare corectă a cerințelor.
- Nu se acordă fracțiuni de punct.
- Se acordă 10 puncte din oficiu. Nota finală se calculează prin împărțirea punctajului total acordat pentru lucrare la 10

A. MECANICĂ

SUBIECTUL I **(5 x 3 puncte = 15 puncte)**

Nr subiect	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
Varianta corectă	d	a	d	d	d

SUBIECTUL II **(15 puncte)**

	Soluție, rezolvare		Punctaj
a.	$a(t_1)=F(t_1)/m$	3	**4p**
	$a(t_1)=2m/s^2$	1	
b.	$a_m= [F(t_0)+ F(t_1)]/2m$	1	**4p**
	$a_m=3m/s^2$	1	
	$v(t_1)= a_m\Delta t=6m/s$	1	
	$v(t_2)= v(t_1) +a(t_1)\Delta t=10m/s$	1	
c.	$a'_m=(F_m-F_f)/m=1m/s^2$	1	**4p**
	$v'(t_1)= a'_m\Delta t=2m/s$	1	
	$a''=0$	1	
	$v'(t_2)= v'(t_1)=2m/s$	1	
d.	$p'=m\, v'(t_2)$	2	**3p**
	$p'=20Ns$	1	

SUBIECTUL III **(15 puncte)**

	Soluție, rezolvare		Punctaj
a.	$E_p=mgh$	2	**3p**
	$E_p=32000J$	1	
b.	$mv^2/2=mgh+L_f$	1	**4p**
	$L_f= - \mu mgh\cos\alpha/\sin\alpha= - mgh/2$	1	
	$v=(gh)^{1/2}$	1	
	$v=20m/s$	1	
c.	$0-mv^2/2=L'_f$	1	**4p**
	$mv^2/2=\mu mgd$	1	
	$d= v^2/2\mu g$	1	
	$d=40\sqrt{3}m$	1	
d.	$L_f= - mgh$	3	**4p**
	$L_f= - 32000J$	1	

Filiera teoretică, profilul real

BAREM DE EVALUARE ȘI DE NOTARE **VARIANTA 4**

- Se punctează oricare alte modalități de rezolvare corectă a cerințelor.
- Nu se acordă fracțiuni de punct.
- Se acordă 10 puncte din oficiu. Nota finală se calculează prin împărțirea punctajului total acordat pentru lucrare la 10

B. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ

SUBIECTUL I **(5 x 3 puncte = 15 puncte)**

Nr subiect	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
Varianta corectă	a	b	c	b	c

SUBIECTUL II **(15 puncte)**

	Soluție, rezolvare		Punctaj
a.	$V_1 = V_2 = S\frac{L}{2}$ $p_2V_2 = \vartheta_2 RT$ Rezultat final $\vartheta_2 \cong 0{,}16\text{mol}$	1p 1p 1p	**3p**
b.	$\rho_1 = \frac{p_1\mu_{N_2}}{RT}$ Rezultat final $\rho_1 \cong 3{,}37\ \text{kg/m}^3$	3p 1p	**4p**
c.	$p_1V_1 = p\ SL_1$ $p_2V_2 = p\ SL_2$ $L = L_1 + L_2$ Rezultat final $L_1 = 1{,}2\ \text{m}$	1p 1p 1p 1p	**4p**
d.	Trebuie introdus azot în compartimentul din dreapta astfel încât gazul să sufere o destindere și să împingă pistonul spre mijlocul cilindrului $p'S\frac{L}{2} = \vartheta_1 RT$ $p'S\frac{L}{2} = (\vartheta_2 + \Delta\vartheta)RT$ Rezultat final $\Delta\vartheta \cong 0{,}08\text{mol}$	1p 1p 1p 1p	**4p**

SUBIECTUL III **(15 puncte)**

	Soluție, rezolvare		Punctaj
a.	$p_BV_B = p_CV_C$ $V_C = 6V_A$ Rezultat final $V_C = 6\cdot 10^{-3}m^3$	1p 1p 1p	**3p**
b.	$\Delta U_{AB} = \vartheta C_V(T_B - T_A)$ $\Delta U_{CA} = \vartheta C_V(T_A - T_C)$ $T_B = T_C$ Rezultat final $\frac{\Delta U_{AB}}{\Delta U_{CA}} = -1$	1p 1p 1p 1p	**4p**
c.	$L = L_{AB} + L_{BC} + L_{CA}$ $L_{AB} = \frac{(p_B + p_A)(V_B - V_A)}{2}, L_{CA} = \frac{(p_C + p_A)(V_A - V_C)}{2}$ $L_{BC} = \vartheta RT_B \ln\frac{V_C}{V_B}$ Rezultat final $L = 590\text{J}$	1p 1p 1p 1p	**4p**
d.	$\eta_C = 1 - \frac{T_A}{T_B}$ $T_B = 12\ T_A$ Rezultat final $\eta_C = 91{,}7\%$	2p 1p 1p	**4p**

BAREM DE EVALUARE ŞI DE NOTARE **VARIANTA 4**

- Se punctează oricare alte modalități de rezolvare corectă a cerințelor.
- Nu se acordă fracțiuni de punct.
- Se acordă 10 puncte din oficiu. Nota finală se calculează prin împărțirea punctajului total acordat pentru lucrare la 10

C. PRODUCEREA ŞI UTILIZAREA CURENTULUI CONTINUU

SUBIECTUL I **(5 x 3 puncte = 15 puncte)**

Nr subiect	1	2	3	4	5
Varianta corectă	b	a	d	c	a

SUBIECTUL II **(15 puncte)**

	Soluție, rezolvare		Punctaj
a.	$\frac{1}{R_{paralel}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$	1 p	4 p
	$R_{echivalent} = R_{paralel} + R_3 + R_A$	2 p	
	$R_{echivalent} = 28\Omega$	1 p	
b.	$I_A = \frac{E_{echivalent}}{R_{echivalent} + r_{echivalent}}$	1 p	4 p
	$E_{echivalent} = 2E$ $r_{echivalent} = 2r$	2 p	
	$E = 9V$	1 p	
c.	$I_A = I_1 + I_2$	1 p	4 p
	$I_1R_1 = I_2R_2$	1 p	
	$I_1 = 0,48A$	1 p	
	$I_2 = 0,12A$	1 p	
d.	$U_{AB} = E$	2 p	3 p
	$U_{AB} = 9V$	1 p	

SUBIECTUL III **(15 puncte)**

	Soluție, rezolvare		Punctaj
a.	$P_R = I^2R$	2 p	3 p
	$R = 4\Omega$	1 p	
b.	$P_{bec} = U_V I_V$	1 p	4 p
	$I = I_V + I_{bec}$	1 p	
	$U_V = I_V R_V$ $U_V = I_{bec} R_{bec}$	1 p	
	$P_{bec} = 30W$	1 p	
c.	$I = \frac{E}{R_{echivalent} + r}$	1 p	4 p
	$R_{echivalent} = R_{paralel} + R$	1 p	
	$R_{paralel} = \frac{R_V R_{bec}}{R_V + R_{bec}}$	1 p	
	$E = 36V$	1 p	
d.	$W_{R_1} = I_{bec}^2 \cdot R_1 \cdot \Delta t$		4 p

	$I_{bec} = \frac{E}{R'_{ech} + r}$ .... $R_1 = R'_{ech} - R_{bec} = 5\Omega$ .... $W_{R_1} = 0,02KWh$	1 p 1 p 1 p 1 p	

Filiera teoretică, profilul real

BAREM DE EVALUARE ŞI DE NOTARE **VARIANTA 4**

- Se punctează oricare alte modalităţi de rezolvare corectă a cerinţelor.
- Nu se acordă fracţiuni de punct.
- Se acordă 10 puncte din oficiu. Nota finală se calculează prin împărţirea punctajului total acordat pentru lucrare la 10

D. OPTICĂ

SUBIECTUL I **(5 x 3 puncte = 15 puncte)**

Nr subiect	1	2	3	4	5
Varianta corectă	a	c	d	c	b

SUBIECTUL II **(15 puncte)**

	Soluţie, rezolvare		Punctaj
a.	$\beta_1 = \frac{y_2}{y_1} = \frac{x_2}{x_1}$ $\beta_1' = \frac{y_2'}{y_1} = \frac{x_2'}{x_1'}$ $\frac{1}{f_1} = \frac{1}{x_2} - \frac{1}{x_1}$ $\frac{1}{f_1} = \frac{1}{x_2'} - \frac{1}{x_1'}$ $x_1' = x_1 - d$ $f_1 = \frac{d}{\frac{1}{\beta_1} - \frac{1}{\beta_1'}}$ $f_1 = 20\ cm$	1 1 1 1	**4**
b.	$\frac{1}{f_1} = (n-1)\left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2}\right)$ $n = 1 + \frac{1}{f_1} : \left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2}\right)$ $n = 1{,}5$	1 1 1	**3**
c.	$x_2 = f_1(1-\beta_1)$ $x_1' = x_2 - D$ $x_2' = \frac{x_1' \cdot f_2}{x_1' + f_2}$ $x_2' = -15\ cm$	1 1 1 1	**4**
d.	$\beta_2 = \frac{x_2'}{x_1'}$ $y_2'' = y_1 \cdot \beta_1 . \beta_2$ $y_2'' = -30\ cm$	1 2 1	**4**

SUBIECTUL III **(15 puncte)**

	Soluţie, rezolvare		Punctaj
a.	$\nu = \frac{c}{\lambda}$ $\nu = 5 \cdot 10^{14} Hz$	2 1	**3**
b.	$i = \frac{\lambda \cdot D}{2l}$ $i = 2mm$ $\delta = k \cdot \lambda$ $\delta = 1{,}8 \mu m$	1 1 1 1	**4**

c.	$i' = \frac{\lambda' \cdot D}{2l}$ $\lambda' < \lambda$ deci $i' < i$, interfranja scade $\frac{i'}{i} = \frac{\lambda'}{\lambda} = \frac{5}{6} = 0{,}83$	1 2 1	**4**
d.	$i_1 = \frac{1}{n} \cdot \frac{\lambda. D}{2l_1}$ $i_1 = i$ $2l_1 = \frac{2l}{n} = 0{,}2mm$	2 1 1	**4**

A. MECANICĂ

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

SUBIECTUL I.

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

1. Expresia ce corespunde unității de măsură a modulului de elasticitate poate fi scrisă sub forma:

a. $kg \cdot m^{-1} \cdot s^{-2}$ **b**. $N \cdot m$ **c**. $J \cdot m^{-2}$ **d.** $kg \cdot m \cdot s^{-2}$

2. Un corp este aruncat pe verticală de jos în sus în câmp gravitațional. În punctul de înălțime maximă:

a. energia cinetică și accelerația sunt nule

b. energia cinetică este nulă și accelerația este diferită de zero

c. energia cinetică este diferită de zero și accelerația este nulă

d. energia cinetică și accelerația sunt diferite de zero

3. Un mobil parcurge distanța d = 50 m în timpul Δt = 2 s. Viteza medie a mobilului are valoarea:

a. 25 km/h **b.** 50 km/h **c**. 60 km/h **d**. 90 km/h

4. Un corp de masă m = 100 g este lansat cu viteza inițială v_0 = 10 m/s de-a lungul unei suprafețe orizontale pe care se mișcă cu frecare. Lucrul mecanic efectuat de către forța de frecare până la oprirea corpului este:

a. –1 J **b.** –5 J **c.** –10 J **d**. –20 J

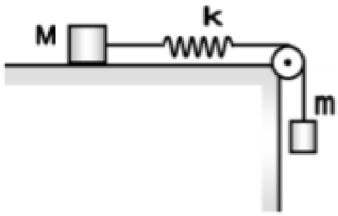
5. Un corp este lansat vertical în sus cu viteza inițială v, în câmp gravitațional terestru, de la nivelul la care energia potențială este nulă. În absența frecărilor, înălțimea h la care energia sa cinetică este egală cu energia potențială, va fi:

a. $\frac{v^2}{g}$ **b.** $\frac{v^2}{2g}$ **c.** $\frac{v^2}{3g}$ **d.** $\frac{v^2}{4g}$

SUBIECTUL al II-lea

Rezolvați următoarea problemă:

Corpurile din figura alăturată sunt legate între ele printr-un fir de masă neglijabilă care are intercalat un resort având constanta de elasticitate k = 10 N/cm. Masele corpurilor sunt M = 5kg și respectiv m = 3kg, masa resortului se neglijează iar coeficientul de frecare la alunecare între corpul cu masa M și planul orizontal este μ = 0,2.



a. Reprezentați forțele care acționează asupra celor două corpuri în timpul mișcării.

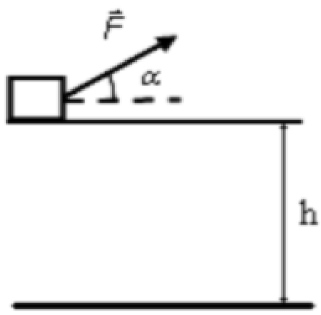
b. Determinați accelerația sistemului format din cele două corpuri.

c. Determinați valoarea forței de tensiune din fir.

d. Determinați valoarea alungirii resortului dacă tensiunea din fir are valoarea T = 22,5 N.

<u>SUBIECTUL al III-lea</u>

Rezolvați următoarea problemă:



Asupra unui corp cu masa m = 2 kg, care se găsește inițial în repaus pe o masă orizontală la înălțimea h = 1 m față de podea, începe să acționeze o forță constantă $\vec{F}$, de valoare $F = 14,1\,N \left(\cong 10\sqrt{2}\,N\right)$, care face un unghi α = 45° cu direcția mișcării, ca în figura alăturată. Corpul se deplasează cu frecare, coeficientul de frecare fiind μ = 0,2, iar când ajunge la capătul mesei acțiunea forței $\vec{F}$ încetează brusc și corpul cade de la înălțimea h. Pentru a deplasa corpul pe toată lungimea mesei, forța $\vec{F}$ efectuează lucrul mecanic $L = 20\,J$ în timpul $\Delta t = 1s$. Determinați:

a. distanța parcursă de corp pe suprafața mesei;

b. lucrul mecanic efectuat de forța de frecare pe toată durata mișcării corpului pe masă;

c. puterea medie dezvoltată de forța $\vec{F}$ în intervalul de timp Δt;

d. energia cinetică a corpului când acesta ajunge la suprafața Pământului. Se neglijează frecarea cu aerul.

B. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ

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: $p \cdot V = \nu RT$

SUBIECTUL I.

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

1. Prin „motor termic” se înțelege:

a. un sistem termodinamic ce realizează transformarea integrală a căldurii în lucru mecanic;

b. un sistem termodinamic cu funcționare ciclică, ce transformă integral căldura în lucru mecanic;

c. un sistem termodinamic ce realizează transformarea parțială a căldurii în lucru mecanic;

d. un sistem termodinamic cu funcționare ciclică, ce realizează transformarea parțială a căldurii în lucru mecanic.

2. O cantitate $\vartheta = (1/8,31)$ mol de gaz ideal monoatomic ($C_V = 1,5R$), cu temperatura inițială $t_1 = 27°C$, este comprimat adiabatic astfel încât temperatura lui absolută crește de 8 ori. Lucrul mecanic schimbat de gaz cu exteriorul este:

a. 3150 J **b.** 283,5 J **c.** –283,5 J **d.** –3150 J

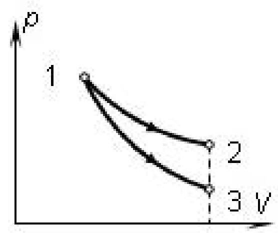
3. Simbolurile unităților de măsură fiind cele utilizate în manualele de fizică, unitatea de măsură în SI a căldurii specifice este:

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

4. Simbolurile mărimilor fizice fiind cele utilizate în manualele de fizică, în transformarea izotermă a unui gaz ideal este valabilă relația:

a. $Q = 0$ **b.** $L = \vartheta R \Delta T$ **c.** $\Delta U = 0$ **d.** $L = 0$

5. O cantitate de gaz ideal se poate destinde pornind de la o anumită stare inițială, până la aceeași valoare a volumului final, prin două procese cvasistatice diferite, așa cum se vede în diagrama alăturată (coordonate p-V). Între lucrul mecanic efectuat de gaz în procesul 1-2 (L_{12}) și lucrul mecanic efectuat de gaz în procesul 1-3 (L_{13}) există relația:

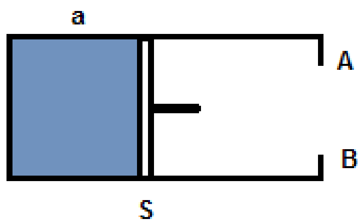


a. $L_{12} = L_{13}$ **b.** $L_{12} < L_{13}$ **c.** $L_{12} > L_{13}$ **d.** $L_{12} = -L_{13}$

SUBIECTUL al II-lea

Rezolvați următoarea problemă:

Un cilindru orizontal prevăzut cu un piston etanș care se poate mișca liber fără frecări, are la capătul din dreapta un opritor inelar AB cu rolul de a limita deplasarea pistonului, ca în figura alăturată. Inițial pistonul



se află în echilibru la distanța „a" de capătul din stânga al cilindrului și închide o cantitate $\vartheta = 2$ mol de dioxid de carbon, considerat gaz ideal, la temperatura $t_1 = 7°C$. Pistonul are secțiunea $S = 8{,}31\ dm^2$ iar lungimea cilindrului până la opritorul inelar AB este egală cu „2,5a". Presiunea atmosferică are valoarea $p_0 = 10^5$ Pa.

a. Determinați lungimea „a" a porțiunii ocupate de gaz în stare inițială.

b. Determinați temperatura T_2 la care trebuie încălzit gazul pentru ca lungimea porțiunii ocupate de acesta să se dubleze.

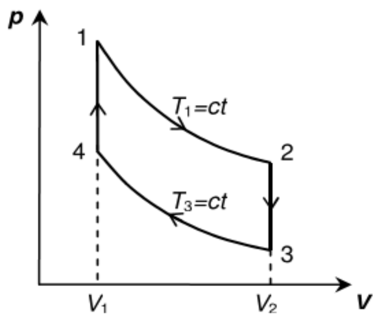
c. Dacă din exterior se transferă gazului aflat în stare inițială căldură până când temperatura absolută a acestuia se triplează ($3T_1$), indicați, justificând răspunsul, procesele suferite de gaz în această situație.

d. Calculați presiunea finală a gazului în condițiile punctului precedent (c).

SUBIECTUL al III-lea

Rezolvați următoarea problemă:

Un motor termic funcționează după ciclul termodinamic reprezentat în coordonate p-V în figura alăturară. Substanța de lucru a motorului este constituită din $\vartheta = 4$ mol de gaz ideal biatomic ($C_V = 2{,}5\,R$). Temperatura minimă atinsă de gaz este $t_3 = 27°C$. Relația dintre temperaturile extreme atinse de gaz este $T_1 = 2T_3$, iar cea dintre volumele ocupate de gaz este $V_2 = eV_1$, unde $e = 2{,}718$ este baza logaritmului natural.



a. Determinați variația energiei interne în cursul transformării 2-3.

b. Calculați lucrul mecanic total efectuat de gaz într-un ciclu.

c. Calculați căldura cedată de gaz mediului exterior în decursul unui ciclu.

d. Determinați randamentul motorului termic.

C. PRODUCEREA ȘI UTILIZAREA CURENTULUI CONTINUU

Valoarea sarcinii electrice elementare $e = 1,6\cdot10^{-19}$ C

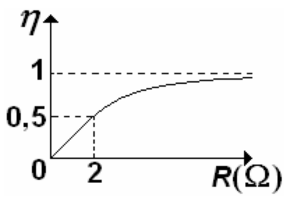
SUBIECTUL I.

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

1.Știind că simbolurile mărimilor fizice și ale unităților de măsură sunt cele utilizate în manualele de fizică, unitatea de măsură în S.I. a tensiunii electrice, poate fi exprimată astfel:

a. $A\cdot\Omega^{-1}$ **b**. $W\cdot\Omega$ **c**. $J\cdot A^{-2}\cdot s^{-1}$ **d.** $J\cdot C^{-1}$

2. În graficul din figura alăturată este reprezentată dependența randamentului η al unui circuit simplu, de rezistența electrică variabilă a circuitului exterior sursei. Valoarea rezistenței interne a sursei ce alimentează acest circuit este:

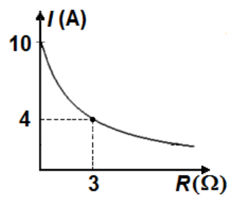


a. 0,5 Ω **b.** 1 Ω **c.** 2 Ω **d.** 4 Ω

3. Puterea totală dezvoltată de o sursă ale cărei borne sunt legate printr-un fir conductor de rezistență neglijabilă, se exprimă prin relația:

a. $P = E^2/4r$ **b.** $P = E^2/3r$ **c.** $P = E^2/2r$ **d.** $P = E^2/r$

4. La bornele unei surse este conectat un rezistor având rezistență electrică variabilă. În graficul din figura alăturată este reprezentată dependența intensității curentului electric prin rezistor în funcție de rezistența acestuia. Rezistența internă a sursei este egală cu:



a. $r = 0,2\ \Omega$ **b.** $r = 1\ \Omega$ **c.** $r = 2\ \Omega$ **d.** $r = 2,4\ \Omega$

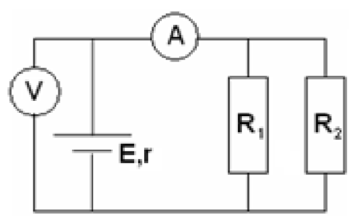
5. Se cunosc: intensitatea curentului electric dintr-un circuit simplu I și intensitatea curentului de scurtcircuit I_{SC} corespunzătoare sursei respective. Randamentul acestui circuit simplu poate fi exprimat prin relația:

a. $\eta = \frac{I_{SC}}{I}$ **b.** $\eta = 1 - \frac{I_{SC}}{I}$ **c.** $\eta = 1 - \frac{I}{I_{SC}}$ **d.** $\eta = \frac{I}{I_{SC}}$

SUBIECTUL al II-lea

Rezolvați următoarea problemă:

În circuitul din figura alăturată voltmetrul indică tensiunea electrică $U = 27$ V.



Rezistențele electrice din circuitul exterior au valorile $R_1 = 45\ \Omega$ și $R_2 = 30\ \Omega$, iar rezistența internă a sursei $r = 2\ \Omega$. Aparatele de măsură și firele de legătură se consideră ideale ($R_A \approx 0$, $R_V \rightarrow \infty$).

Determinați:

a. raportul lungimilor firelor metalice L_1/L_2 din care sunt realizate cele două rezistoare dacă raportul diametrelor lor este $d_1/d_2 \cong \sqrt{3}$, știind că firele sunt confecționate din același material;

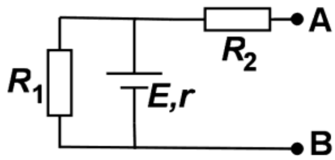
b. intensitatea curentului electric prin sursă;

c. valoarea tensiunii electromotoare E a sursei;

d. se înlocuiesc aparatele de măsură ideale cu aparate de măsură reale cu valorile $R_A = 5\ \Omega$ și $R_V = 145\ \Omega$. Determinați indicațiile acestor aparate reale dacă se scurtcircuitează gruparea celor două rezistoare cu ajutorul unui fir de rezistență neglijabilă.

SUBIECTUL al III-lea

Rezolvați următoarea problemă:



Pentru elementele de circuit din figura alăturată se cunosc: $E = 16$V, $r = 2\ \Omega$, $R_1 = 6\ \Omega$, $R_2 = 2\ \Omega$.

Determinați:

a. indicația unui voltmetru considerat ideal ($R_V \to \infty$) conectat între bornele A și B;

b. valoarea rezistenței R_3 a unui rezistor care trebuie conectat între bornele A și B astfel încât puterea disipată pe circuitul exterior sursei să fie maximă;

c. randamentul circuitului atunci când puterea disipată pe circuitul exterior sursei este maximă;

d. energia totală dezvoltată de sursă în timpul $\Delta t = 7$ min dacă între bornele A și B este conectat un fir de rezistență electrică neglijabilă.

D. OPTICĂ

Se consideră: viteza luminii în vid $c = 3\cdot10^8$ m/s, constanta Planck $h = 6,6\cdot10^{-34}$ J·s, sarcina electrică elementară $e = 1,6\cdot10^{-19}$ C, masa electronului $m_e = 9,1\cdot10^{-31}$ kg

SUBIECTUL I.

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

1. Dacă imaginea unui obiect luminos printr-o lentilă sferică subțire convergentă este reală, răsturnată și egală cu obiectul, acesta este plasat, față de lentilă

a. la distanță practic nulă **b.** în focarul imagine

c. în focarul obiect **d.** la dublul distanței focale

2. Simbolurile mărimilor fizice fiind cele utilizate în manualele de fizică, unitatea de măsură în S. I. a mărimii $\frac{1}{f}$ este:

a. m **b.** m^{-1} **c.** dioptria **d.** C

3. La incidența luminii pe o suprafață de separație dintre două medii cu indici de refracție diferiți, unghiul de incidență pentru care raza reflectată și cea refractată au aceeași direcție, este:

a. 0° **b.** 30° **c.** 60° **d.** 90°

4. Unitatea de măsură a mărimii fizice exprimată prin produsul dintre lungimea de undă a luminii și frecvența acesteia, $\lambda\cdot\nu$, este:

a. m **b.** m·s **c.** $m\cdot s^{-1}$ **d.** $m^{-1}\cdot s$

5. Frecvența de prag a radiației electromagnetice, care produce efect fotoelectric extern atunci când cade pe un fotocatod având lucrul mecanic de extracție de $3,2\cdot10^{-19}$ J, este egală cu:

a. $4,8\cdot10^{14}$ Hz **b.** $48\cdot10^{15}$ Hz **c.** $84\cdot10^{15}$ Hz **d.** $10\cdot10^{15}$ Hz

SUBIECTUL al II-lea

Rezolvați următoarea problemă:

O lentilă menisc divergent cu razele de curbură ale suprafețelor sferice în raportul $|R_1|/|R_2| = 3/4$ $|R_1|/|R_2| = 3/4$ este confecționată din sticlă optică cu indicele de refracție 1,6. Imaginea unui obiect luminos liniar, plasat la 120 cm în stânga lentilei și așezat transversal pe axa optică principală a lentilei, se formează la 60 cm față de acesta.

a. Calculați distanța focală a lentilei plasată în aer.

b. Realizați un desen în care să evidențiați construcția imaginii prin lentilă, pentru obiectul considerat în situația descrisă în problemă și determinați caracteristicile imaginii.

c. Determinați valorile razelor de curbură ale celor două suprafețe.

d. Determinați distanța focală a lentilei dacă se introduce într-un mediu cu indicele de refracție n_0 = 1,8.

SUBIECTUL al III-lea

Rezolvați următoarea problemă:

Pentru determinarea experimentală a valorii constantei lui Planck se realizează un experiment în care catodul unei celule fotoelectrice este iluminat succesiv cu două radiații de frecvențe $\nu_1 = 10,4 \cdot 10^{14}$ Hz și $\nu_2 = 11,2 \cdot 10^{14}$ Hz. Tensiunile de stopare a fotoelectronilor emiși sunt U_{S1} = 1,89 V și respectiv U_{S2} = 2,22 V. Determinați:

a. valoarea constantei lui Planck

b. lucrul mecanic de extracție a fotoelectronilor din metal

c. lungimea de undă de prag caracteristică materialului din care este confecționat catodul

d. raportul E_1/E_2 a energiilor fotonilor incidenți

Modele/strategii de rezolvare

A. MECANICĂ

SUBIECTUL I

Nr subiect	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
Varianta corectă	a	b	d	b	d

Strategii de rezolvare:

I.1:

Din legea lui Hooke, $\frac{F}{S_0} = E\frac{\Delta l}{l_0}$, rezultă că $[E]_{SI} = \left[\frac{F}{S_0}\right]_{SI} = \frac{N}{m^2} = \frac{kg\frac{m}{s^2}}{m^2} = kg \cdot m^{-1} \cdot s^{-2}$

I.2:

În punctul de înălțime maximă viteza este nulă, dar există accelerația gravitațională

I.3:

$$v_m = \frac{d}{\Delta t} = \frac{50\,m}{2\,s} = 25\,\frac{m}{s} = \frac{25:1000}{1:3600}\,\frac{km}{h} = 90\,\frac{km}{h}$$

I.4:

Aplicând teorema variației energiei cinetice, $\Delta E_c = L_{Ff}$; $0 - \frac{mv_0^2}{2} = L_{Ff}$, rezultă

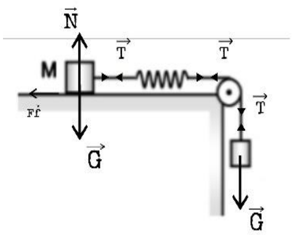
$$L_{Ff} = -\frac{mv_0^2}{2} = -\frac{0{,}1\,kg \cdot 100\,m^2 \cdot s^{-2}}{2} = -5\,J$$

I.4:

Aplicând legea conservării energiei mecanice, $E = E_{c0}$; $E_p + E_c = E_{c0}$; cu condiția egalității energiilor,

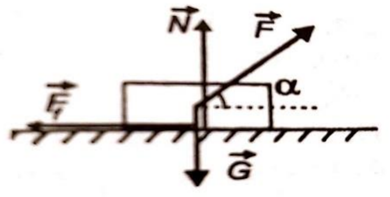
$E_c = E_p$, rezultă $2mgh = m\frac{v^2}{2}$, adică $h = \frac{v^2}{4g}$

SUBIECTUL II

	Soluții/strategii de rezolvare
a.	Reprezentarea corectă a forțelor ce acționează asupra sistemului de corpuri 
b.	$M_a = T - \mu Mg$; $m_a = m \cdot g - T$ $a = \frac{g(m - \mu M)}{M + m}$; $a = 2{,}5\,m/s^2$

c.	$m_a = m \cdot g - T;$ $T = m(g-a)$ $T = 22,5\ \text{N}$
d.	$T = F_e;$ $F_e = k \cdot \Delta l = T;$ $\Delta l = \dfrac{T}{k}$ $\Delta l = 2,25\ \text{cm}$

SUBIECTUL III

	Soluții/strategii de rezolvare
a.	$L = F \cdot d \cdot \cos\alpha;$ $d = \dfrac{L}{F \cdot \cos\alpha}$ $d = 2\ \text{m}$
b.	$L_{Ff} = -Ff \cdot d;$ $Ff = \mu \cdot N = \mu(mg - F \cdot \sin\alpha)$ $L_{Ff} = -\mu(mg - F \cdot \sin\alpha) \cdot d$ $L_{Ff} = -4\ \text{J}$ 
c.	$P_m = \dfrac{L}{\Delta t}$ $P_m = 20\,\text{W}$
d.	Pe porțiunea orizontală: $E_c - 0 = L_F + L_{Ff};$ $E_c = 16\ \text{J}$ Pe porțiunea de cădere liberă: $E_c + mgh = E_c^{'} + 0;$ $E_c^{'} = 36\ \text{J}$

Modele/strategii de rezolvare

B. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ

SUBIECTUL I

Nr subiect	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
Varianta corectă	d	d	a	c	c

Strategii de rezolvare:

I.2:

Se exprimă temperatura inițială în unități de măsură din S.I: $T_1 = 300\,\mathrm{K}$ și $T_2 = 8T_1$

$$L = -\Delta U = -\vartheta \cdot C_V \cdot \left(8 \cdot T_1 - T_1\right) = -\frac{21}{3} \cdot \vartheta \cdot R \cdot T_1 = -3150\,\mathrm{J}$$

I.5:

În coordonate (p-V), semnificația fizică a ariei delimitată de graficul transformării și axa (O-V) este lucrul mecanic efectuat de gaz în timpul procesului: pe destindere lucru mecanic este cedat fiind pozitiv, pe comprimare lucru mecanic este absorbit fiind negativ.

Transformările 1-2 și 1-3 sunt destinderi, deci L_{12} și L_{13} sunt pozitive iar aria delimitată de graficul transformării 1-2 și axa (O-V) este mai mare decât aria delimitată de graficul transformării 1-3 și axa (O-V), deci $L_{12} > L_{13}$.

SUBIECTUL II

	Soluții/strategii de rezolvare
a.	Atunci când pistonul etanș este în echilibru în interiorul cilindrului orizontal, iar capătul din dreapta este liber, $p_1 = p_0$. Se exprimă aria pistonului și temperatura gazului în starea inițială în unități de măsură din S.I $S = 8,31 dm^2 = 8,31 \cdot 10^{-2} m^2$; $T_1 = 280K$ și $V_1 = a \cdot S$ Din ecuația termică de starea a gazului ideal: $a = \dfrac{\vartheta_1 \cdot R \cdot T_1}{p_0 \cdot S} = 0,56\,\mathrm{m}$
b.	Atunci când prin încălzire, lungimea porțiunii ocupate de gaz se dublează, volumul ocupat de gaz se dublează ($V_2 = 2 \cdot V_1$), capătul din dreapta al pistonului rămâne liber (nu ajunge la opritorul inelar AB). Transformarea este izobară (destindere/încălzire): $p_1 = p_0 = ct$ $\dfrac{V_1}{T_1} = \dfrac{2 \cdot V_1}{T_2}$ deci $T_2 = 2T_1 = 560\,\mathrm{K}$

c.	Opritorul inelar AB fiind așezat la o lungime egală cu „2,5a”, prin încălzire gazul se poate destinde <u>izobar</u> ($p_1 = p_0 = ct$) până când volumul lui devine: $V_3 = 2,5 \cdot V_1$ și $T_3 = 2,5 \cdot T_1$. Pentru ca temperatura să crească în continuare, pistonul nu se mai poate deplasa, deci absorbția de căldură se realizează printr-un proces <u>izocor</u> : $V_3 = V_f = ct$
d.	În încălzirea izocoră: $\frac{p_0}{2,5 \cdot T_1} = \frac{p_f}{3 \cdot T_1}$ deci $p_f = \frac{3 \cdot p_0}{2,5} = 1,2 \cdot 10^5$ Pa

SUBIECTUL III

	Soluții/strategii de rezolvare
a.	Se exprimă temperatura minimă atinsă de gaz în unități de măsură din S.I: $T_3 = 300\,\text{K}$ $\Delta U_{23} = \vartheta \cdot C_V \cdot (T_3 - T_1) = -\vartheta \cdot C_V \cdot T_3 = -24930\,\text{J}$
b.	Lucrul mecanic, mărime de proces, este suma lucrurilor mecanice pe succesiunea de transformări. În procesele izocore nu se efectuează lucru mecanic. $L = L_{12} + L_{23} + L_{34} + L_{41} = L_{12} + L_{34}$ $L = \vartheta \cdot R \cdot T_1 \cdot \ln\frac{e \cdot V_1}{V_1} + \vartheta \cdot R \cdot T_3 \ln\frac{V_1}{e \cdot V_1} = \vartheta \cdot R \cdot 2T_3 - \vartheta \cdot R \cdot T_3 = \vartheta \cdot R \cdot T_3$; $L = 9972\,\text{J}$
c.	Căldura este cedată în răcirea izocoră 2-3 și în comprimarea izotermă 3-4 $Q_{ced} = Q_{23} + Q_{34} = \vartheta \cdot C_V \cdot (T_3 - 2 \cdot T_3) + \vartheta \cdot R \cdot T_3 \cdot \ln\frac{V_1}{e \cdot V_1} = -\frac{5}{2} \cdot \vartheta \cdot R \cdot T_3 - \vartheta \cdot R \cdot T_3 = -\frac{7}{2} \cdot \vartheta \cdot R \cdot T_3 = -34902 J$
d.	$\eta = 22\%$ $\eta = \frac{L}{Q_{abs}} = \frac{L}{L + \lvert Q_{ced} \rvert} = \frac{\vartheta \cdot R \cdot T_3}{\vartheta \cdot R \cdot T_3 + \frac{7}{2} \cdot \vartheta \cdot R \cdot T_3} = \frac{2}{9} = 0,22$, deci $\eta = 22\%$

Modele/strategii de rezolvare

C. PRODUCEREA ȘI UTILIZAREA CURENTULUI CONTINUU

SUBIECTUL I

Nr subiect	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
Varianta corectă	d	c	d	c	c

Strategii de rezolvare:

I.1: Tensiunea electrică dintre două puncte ale unui câmp electric reprezintă lucrul mecanic efectuat de câmpul electric pentru deplasarea unității de sarcină electrică între cele două puncte ale câmpului electric respectiv. $U = \frac{L}{q}$; $[U]_{S.I.} = \frac{[L]_{S.I.}}{[q]_{S.I.}} \Leftrightarrow V = \frac{J}{C} = J \cdot C^{-1}$

I.2: Randamentul unui circuit electric se poate scrie astfel: $\eta = \frac{R}{R+r}$. Din grafic se observă că pentru valoarea R = 2 Ω a rezistenței electrice a circuitului exterior, corespunde valoarea η = 0,5 a randamentului circuitului electric. Din expresia de mai sus a randamentului circuitului electric se deduce pentru rezistența electrică a circuitului interior expresia: $r = R(\frac{1}{\eta} - 1)$. Înlocuind valorile pentru R și η se obține r = 2 Ω.

I.3: Puterea totală dezvoltată de o sursă se poate scrie: $P_{tot} = E \cdot I$. Înlocuind expresia intensității curentului electric dată de legea lui Ohm pentru un circuit electric simplu: $I = \frac{E}{R+r}$, se obține: $P_{tot} = \frac{E^2}{R+r}$.

Dacă bornele sursei sunt legate printr-un fir conductor de rezistență neglijabilă, înseamnă că rezistența circuitului exterior este R = 0 Ω. Înlocuind această valoare în expresia de mai sus a puterii totale dezvoltate de sursă, se obține: $P_{tot} = \frac{E^2}{r}$.

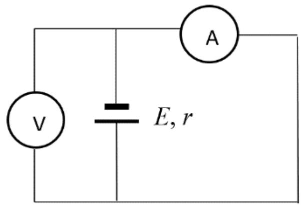
I.4: Din grafic se observă că pentru rezistența electrică R = 0 Ω, intensitatea curentului de scurtcircuit este I_{SC} = 10 A, iar pentru rezistența electrică R = 3 Ω, intensitatea curentului electric este I = 4 A.

$I = \frac{E}{R+r}; I_{SC} = \frac{E}{r} \Rightarrow I(R+r) = I_{SC}r \Rightarrow r = \frac{IR}{I_{SC} - I}$. Înlocuind în expresia obținută pentru r, valorile obținute din grafic pentru R, I_{SC} și I, se obține valoarea r = 2 Ω.

I.5:

$$\left.\begin{array}{l} I = \frac{E}{R+r} \\ I_{SC} = \frac{E}{r} \\ \eta = \frac{R}{R+r} \end{array}\right\} \Rightarrow \left.\frac{I}{I_{SC}} = \frac{r}{R+r}\right\} \Rightarrow R + r = \frac{r \cdot I_{SC}}{I} \Rightarrow R = r(\frac{I_{SC}}{I} - 1) \Rightarrow \eta = 1 - \frac{I}{I_{SC}}$$

SUBIECTUL II

	Soluții/strategii de rezolvare
a.	Raportul lungimilor firelor metalice L_1/L_2 din care sunt realizate cele două rezistoare dacă raportul diametrelor lor este $d_1/d_2 \cong \sqrt{3}$, știind că firele sunt confecționate din același material se determină astfel : $\frac{R_1}{R_2}=\frac{\frac{\rho L_1}{S_1}}{\frac{\rho L_2}{S_2}}=\frac{L_1}{S_1}\frac{S_2}{L_2}$. Deoarece aria secțiunii transversale a firului este: $S=\frac{\pi\cdot d^2}{4}$ $\Rightarrow$ $W=\frac{E^2R_{12}\Delta t}{(R_{12}+r)^2}$; $\frac{L_1}{L_2}=4,5$
b.	Intensitatea curentului electric prin sursă se determină din legea lui Ohm pentru o porțiune de circuit $I=\frac{U}{R_p}$ deoarece prin înlocuirea rezistențelor din circuitul exterior cu rezistența echivalentă paralel obținem un circuit simplu închis. Rezistența echivalentă paralel fiind $R_p=\frac{R_1R_2}{R_1+R_2}=12\ \Omega$, $I=1,5\ \mathrm{A}$
c.	Tensiunea electromotoare E a sursei se determină din legea lui Ohm pe întreg circuitul simplu $E=I(R_p+r)$; $E=30\ \mathrm{V}$
d.	Prin înlocuirea aparatelor de măsură ideale cu aparate de măsură reale, ale căror rezistențe au valorile R_A = 5 Ω și R_V = 145 Ω și prin scurtcircuitarea grupării celor două rezistoare cu ajutorul unui fir de rezistență neglijabilă, circuitul devine:  Prin aplicarea teoremelor lui Kirchhoff: $I=I_V+I_A$: $E=Ir+U_V$; $E=Ir+I_AR_A$ rezultă $U_V \cong 21,22$ V; $I_A \cong 4,24$ A

SUBIECTUL III

	Soluții/strategii de rezolvare
a.	Prin voltmetru considerat ideal ($R_V \to \infty$) conectat între bornele A și B și prin rezistorul R_2 care va fi în serie cu voltmetrul, va circula un curent extrem de mic deoarece rezistența electrică a ramurii în care este conectat voltmetrul tinde la infinit. Deci voltmetrul va indica o tensiune egală cu tensiunea de la bornele rezistorului R_1, $U_V= I_1\cdot R_1$. Intensitatea curentului electric prin sursă și prin rezistorul de rezistență electrică R_1 are aceeași valoare, I_1, ținând seama de faptul că intensitatea curentului electric prin rezistorul R_2 și prin voltmetru tinde la zero. $I_1 = E/(R_1+r)$. Se obține: $U_V=\frac{ER_1}{R_1+r}$; rezultat final: U_V = 12 V

b.	Puterea furnizată de sursă circuitului exterior este maximă atunci când rezistența electrică a circuitului exterior este egală cu rezistența electrică a circuitului interior, $r = 2\ \Omega$. Rezistorul R_3 va fi în serie cu R_2, iar această grupare serie va fi în paralel cu R_1: $R_e = \frac{R_1(R_2+R_3)}{R_1+R_2+R_3}$; $R_e = r$ Egalând relațiile de mai sus se obține: $R_3 = \frac{r(R_1+R_2)-R_1R_2}{R_1-r}$; rezultat final: $R_3 = 1\ \Omega$
c.	Puterea pe circuitul exterior este maximă atunci când rezistența circuitului exterior este egală cu rezistența circuitului interior. $P_{max} \rightarrow R_e = r$. Randamentul circuitului electric se poate scrie: $\eta = \frac{R_e}{R_e+r}$; înlocuind în relația de mai sus $R_e = r$, se obține: $\eta = 50\%$
d.	Dacă între bornele A și B se conectează un fir de rezistență electrică neglijabilă, rezistoarele cu rezistențele electrice R_1 și R_2 vor fi legate în paralel. $W = I^2R_{12}\Delta t$; $I = \frac{E}{R_{12}+r}$; $R_{12} = \frac{R_1R_2}{R_1+R_2}$; $W = \frac{E^2R_{12}\Delta t}{(R_{12}+r)^2}$; rezultat final: W = 30720 J

Modele/strategii de rezolvare

D. OPTICĂ

SUBIECTUL I

Nr subiect	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
Varianta corectă	d	b	a	c	a

Strategii de rezolvare:

I.1:

Deoarece în text se precizează că imaginea este răsturnată și egală cu obiectul înseamnă că $\beta = -1$

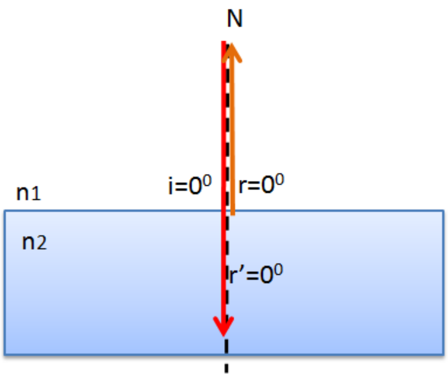
$$\left.\begin{array}{l} \beta = \dfrac{x_2}{x_1} \\ \beta = -1 \end{array}\right\} \rightarrow x_2 = -x_1$$

$\left.\begin{array}{l} \dfrac{1}{x_2} - \dfrac{1}{x_1} = \dfrac{1}{f} \\ x_2 = -x_1 \end{array}\right\} \rightarrow x_1 = -2f$ deci obiectul este plasat la dublul distanței focale, **varianta d**

I.2:

$C = \dfrac{1}{f}$, unitatea de măsură în S.I. pentru convergență este m^{-1}, **varianta b**

I.3:



Dacă unghiul de incidență este 0°, conform legii reflexiei și unghiul de reflexie are aceeași valoare, deci r=0°.

Aplicând legea refracției, găsim și unghiul de refracție: $\left.\begin{array}{l} n_1 \sin i = n_2 \sin r' \\ i = 0°, \sin 0° = 0 \end{array}\right\} \rightarrow \sin r' = 0 \rightarrow r' = 0°$, deci raza reflectată și raza refractată au aceeași direcție, **varianta a**

I.4:

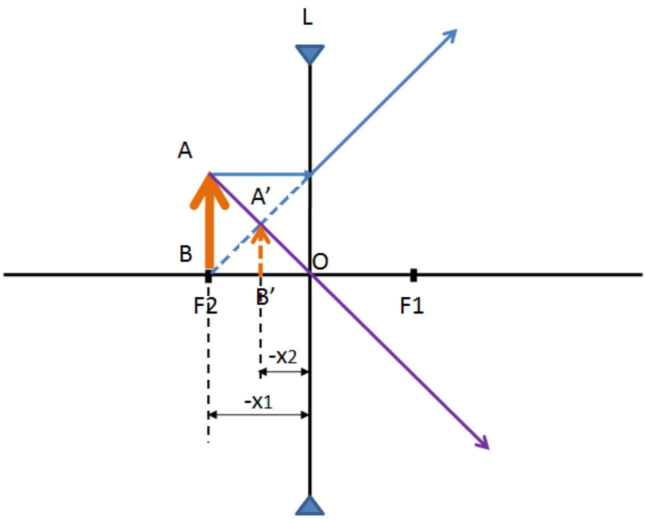
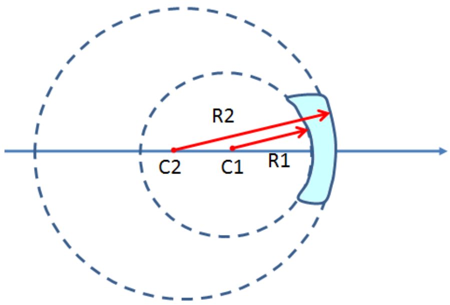
$\langle \lambda \cdot \nu \rangle = \langle \lambda \rangle \cdot \langle \nu \rangle = m \cdot s^{-1}$, **varianta c**

I.5:

$L = h \cdot \nu_0$

$\nu_0 = \dfrac{L}{h} = \dfrac{3,2\cdot 10^{-19}}{6,6\cdot 10^{-34}} = 0,48\cdot 10^{15} = 4,8\cdot 10^{14}$, **varianta a**

SUBIECTUL II

	Soluții/strategii de rezolvare
a.	$\dfrac{1}{x_2} - \dfrac{1}{x_1} = \dfrac{1}{f}$ unde: $x_1 = -120$ cm, deoarece obiectul este plasat în stânga lentilei; $x_2 = -60$ cm, deoarece lentila fiind divergentă, imaginea este virtuală și se formează tot în partea stângă; $f = \dfrac{x_1 x_2}{x_1 - x_2}$ rezultat final $f = -120\text{cm}$
b.	desen corect $\beta = \dfrac{x_2}{x_1}$ $\beta = 1/2$, imagine dreaptă, micșorată și virtuală 
c.	$\dfrac{1}{f} = (n-1)\left(\dfrac{1}{R_1} - \dfrac{1}{R_2}\right)$  În problemă se specifică despre razele de curbură ale suprafețelor sferice, că sunt în raportul: $\lvert R_1\rvert / \lvert R_2\rvert = 3/4$ Din desen se observă că ambele raze de curbură au același semn, deci avem: $R_1 = \dfrac{3R_2}{4}$ Înlocuind în expresia distanței focale găsim: $R_2 = \dfrac{(n-1)f}{3}$ După efectuarea calculelor rezultatele finale sunt: $\lvert R_1\rvert = 18\,\text{cm}$, $\lvert R_2\rvert = 24\,\text{cm}$.
d.	Scriem expresiile distanțelor focale pentru cele două situații, când lentila este în aer și când lentila este în mediul cu indicele de refracție n_0:

	$\frac{1}{f}=(n-1)\left(\frac{1}{R_1}-\frac{1}{R_2}\right)$ $\frac{1}{f'}=\left(\frac{n}{n_0}-1\right)\left(\frac{1}{R_1}-\frac{1}{R_2}\right)$ prin împărțire membru cu membru găsim: $f'=\frac{n_0(n-1)f}{(n-n_0)}$ rezultat final $f'=648\,\text{cm}$.

SUBIECTUL III

	Soluții/strategii de rezolvare
a.	Se aplică ecuația lui Einstein în cazul fiecărei radiații: $h\cdot\nu_1=e\cdot U_{S1}+L$; (1) $h\cdot\nu_2=e\cdot U_{S2}+L$; (2) Se scad relațiile, (2) - (1): $h\cdot(\nu_2-\nu_1)=e\cdot(U_{S2}-U_{S1})$ $h=\frac{e\cdot(U_{S2}-U_{S1})}{\nu_2-\nu_1}$ $h=6,6\cdot10^{-34}\,\text{J}\cdot\text{s}$
b.	Se scrie ecuația lui Einstein pentru prima radiație: $h\cdot\nu_1=e\cdot U_{S1}+L$ și se obține lucrul mecanic de extracție: $L=h\cdot\nu_1-e\cdot U_{S1}$ $L=3,84\cdot10^{-19}\,\text{J}$
c.	Știind că: $L=h\cdot\nu_0$ și $\nu_0=\frac{c}{\lambda_0}$, obținem: $L=h\cdot\frac{c}{\lambda_0}$ Lungimea de undă de prag este: $\lambda_0=\frac{hc}{L}$ $\lambda_0=5,156\cdot10^{-7}\,\text{m}=515,6\cdot10^{-9}\,\text{m}$
d.	Energiile fotonilor incidenți, pentru cele două radiații utilizate sunt: $E_1=h\cdot\nu_1$; $E_2=h\cdot\nu_2$ Se determină raportul lor: $\frac{E_1}{E_2}=\frac{\nu_1}{\nu_2}$ $\frac{E_1}{E_2}=0,928\cong0,93$

BAREM DE EVALUARE ŞI DE NOTARE **VARIANTA 5**

- Se punctează oricare alte modalități de rezolvare corectă a cerințelor.
- Nu se acordă fracțiuni de punct.
- Se acordă 10 puncte din oficiu. Nota finală se calculează prin împărțirea punctajului total acordat pentru lucrare la 10

A. MECANICĂ

SUBIECTUL I **(5 x 3 puncte = 15 puncte)**

Nr subiect	1	2	3	4	5
Varianta corectă	a	b	d	b	d

SUBIECTUL II **(15 puncte)**

	Soluție, rezolvare		Punctaj
a.	Reprezentarea corectă a forțelor	4	**4p**
b.	$M_a = T - \mu Mg$	1	**4p**
	$m_a = m \cdot g - T$	1	
	$a = \frac{g(m-\mu M)}{M+m}$	1	
	$a = 2{,}5\ m/s^2$	1	
c.	$m_a = m \cdot g - T$	1	**3p**
	$T = m(g-a)$	1	
	$T = 22{,}5\ N$	1	
d.	$T = F_e$	1	**4p**
	$F_e = k \cdot \Delta l = T$	1	
	$\Delta l = \frac{T}{k}$	1	
	$\Delta l = 2{,}25\ cm$	1	

SUBIECTUL III **(15 puncte)**

	Soluție, rezolvare		Punctaj
a.	$L = F \cdot d \cdot \cos\alpha$	2	**4p**
	$d = \frac{L}{F \cdot \cos\alpha}$	1	
	$d = 2\ m$	1	
b.	$L_{Ff} = -F_f \cdot d$	1	**4p**
	$F_f = \mu \cdot N = \mu(mg - F \cdot \sin\alpha)$	1	
	$L_{Ff} = -\mu(mg - F \cdot \sin\alpha) \cdot d$	1	
	$L_{Ff} = -4J$	1	
c.	$P_m = \frac{L}{\Delta t}$	2	**3p**
	$P_m = 20W$	1	
d.	*Pe porțiunea orizontală:* $E_c - 0 = L_F + L_{Ff}$	1	**4p**
	$E_c = 16J$	1	
	Pe porțiunea de cadere liberă: $E_c + mgh = E_c' + 0$	1	
	$E_c' = 36J$	1	

BAREM DE EVALUARE ȘI DE NOTARE **VARIANTA 5**

- Se punctează oricare alte modalități de rezolvare corectă a cerințelor.
- Nu se acordă fracțiuni de punct.
- Se acordă 10 puncte din oficiu. Nota finală se calculează prin împărțirea punctajului total acordat pentru lucrare la 10

B. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ

SUBIECTUL I **(5 x 3 puncte = 15 puncte)**

Nr subiect	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
Varianta corectă	d	d	a	c	c

SUBIECTUL II **(15 puncte)**

	Soluție, rezolvare		Punctaj
a.	$p_1V_1 = \vartheta RT_1$	2p	**4p**
	$p_1 = p_0$ și $V_1 = aS$	1p	
	$a = 0,56$ m	1p	
b.	$p_2 = p_1 = p_0 = ct$	1p	**4p**
	$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$, de unde $\frac{S \cdot a}{T_1} = \frac{S \cdot 2a}{T_2}$	2p	
	$T_2 = 560$ K	1p	
c.	O destindere/încălzire izobară (p_0 =ct) până la $V_3 = 2,5\ V_1$ și $T_3 = 2,5T_1$	2p	**4p**
	O încălzire izocoră până când $T_{final} = 3T_1$	2p	
d.	Pe încălzirea izocoră:		**3p**
	$\frac{p_0}{2,5 \cdot T_1} = \frac{p_{final}}{3 \cdot T_1}$	2p	
	$p_{final} = 1,2p_0 = 1,2 \cdot 10^5$ Pa	1p	

SUBIECTUL III **(15 puncte)**

	Soluție, rezolvare		Punctaj
a.	$\Delta U_{23} = \vartheta C_v(T_3 - T_1) = -\vartheta C_v T_3$	2p	**3p**
	$\Delta U_{23} = -24930$ J	1p	
b.	$L = L_{12} + L_{34}$	1p	**4p**
	$L = \vartheta RT_1 ln\frac{eV_1}{V_1} + \vartheta RT_3 ln\frac{V_1}{eV_1} = \vartheta RT_3$	2p	
	$L = 9972$ J	1p	
c.	$Q_{ced} = Q_{23} + Q_{34}$	1p	**4p**
	$Q_{ced} = -\frac{7\vartheta RT_3}{2}$	2p	
	$Q_{ced} = -34902$ J	1p	
d.	$\eta = \frac{L}{Q_{abs}}$	2p	**4p**
	$Q_{abs} = L + \lvert Q_{ced}\rvert$	1p	
	$\eta = 22\%$	1p	

BAREM DE EVALUARE ȘI DE NOTARE **VARIANTA 5**

- Se punctează oricare alte modalități de rezolvare corectă a cerințelor.
- Nu se acordă fracțiuni de punct.
- Se acordă 10 puncte din oficiu. Nota finală se calculează prin împărțirea punctajului total acordat pentru lucrare la 10

C. PRODUCEREA ȘI UTILIZAREA CURENTULUI CONTINUU

SUBIECTUL I **(5 x 3 puncte = 15 puncte)**

Nr subiect	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
Varianta corectă	d	c	d	c	c

SUBIECTUL II **(15 puncte)**

	Soluție, rezolvare		Punctaj
a.	$\frac{R_1}{R_2} = \frac{\frac{\rho L_1}{S_1}}{\frac{\rho L_2}{S_2}}$	2 p	**4 p**
	$\frac{S_1}{S_2} = \left(\frac{d_1}{d_2}\right)^2$	1 p	
	$L_1 / L_2 = 4,5$	1 p	
b.	$I = \frac{U}{R_p}$	2 p	**4 p**
	$R_p = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$	1 p	
	$I = 1,5A$	1 p	
c.	$E = I(R_p + r)$	2p	**3 p**
	$E = 30V$	1 p	
d.	$I = I_V + I_A$	1 p	**4 p**
	$E = Ir + U_V$	1 p	
	$E = Ir + I_A R_A$	1 p	
	$U_V \approx 21,22$ V; $I_A \approx 4,24$ A	1 p	

SUBIECTUL III **(15 puncte)**

a.	Pentru:		**4p**
	$U_V = R_1 \cdot I_1$	1p	
	$I_1 = E/(R_1 + r)$	2p	
	Rezultat final: $U_V = 12$V	1p	
b.	Pentru:		**4p**
	$P = R_e E^2/(R_e + r)^2 = \max \rightarrow R_e = r$	1p	
	$R_e = \frac{R_1(R_2 + R_3)}{R_1 + R_2 + R_3}$	2p	
	Rezultat final: $R_3 = 1\Omega$	1p	
c.	$P_{max} \rightarrow R_e = r$	1p	**3p**
	$\eta = R_e / R_e + r$	1p	
	$\eta = 50\%$	1p	
d.	Pentru:		**4p**
	$W = E^2 \Delta t/(R_{12} + r)$	2p	
	$R_{12} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$	1p	
	Rezultat final: W = 30720 J	1p	

BAREM DE EVALUARE ȘI DE NOTARE **VARIANTA 5**

- Se punctează oricare alte modalități de rezolvare corectă a cerințelor.
- Nu se acordă fracțiuni de punct.
- Se acordă 10 puncte din oficiu. Nota finală se calculează prin împărțirea punctajului total acordat pentru lucrare la 10

D. OPTICĂ

SUBIECTUL I **(5 x 3 puncte = 15 puncte)**

Nr subiect	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
Varianta corectă	d	b	a	c	a

SUBIECTUL II **(15 puncte)**

	Soluție, rezolvare		Punctaj
a.	$\frac{1}{x_2}-\frac{1}{x_1}=\frac{1}{f}$ rezultat final $f=-120\text{ cm}$	1 2	**3**
b.	desen corect $\beta=\frac{x_2}{x_1}$ $\beta=1/2$, imagine dreaptă, micșorată și virtuală	2 1 1	**4**
c.	$\frac{1}{f}=(n-1)\left(\frac{1}{R_1}-\frac{1}{R_2}\right)$ $R_2=\frac{(n-1)f}{3}$ $R_1=\frac{3R_2}{4}$ rezultate finale $\lvert R_1\rvert=18cm$, $\lvert R_2\rvert=24\ cm$	1 1 1 1	**4**
d.	$\frac{1}{f'}=\left(\frac{n}{n_0}-1\right)\left(\frac{1}{R_1}-\frac{1}{R_2}\right)$ $f'=\frac{n_0(n-1)f}{(n-n_0)}$ rezultat final $f'=648cm$	2 1 1	**4**

SUBIECTUL III **(15 puncte)**

	Soluție, rezolvare		Punctaj
a.	$h\cdot\nu_1=e\cdot U_{S1}+L$ $h\cdot\nu_2=e\cdot U_{S2}+L$ $h\cdot(\nu_2-\nu_1)=e\cdot(U_{S2}-U_{S1})$ $h=\frac{e\cdot(U_{S2}-U_{S1})}{\nu_2-\nu_1}$ $h=6{,}6\cdot10^{-34}J\cdot s$	1 1 1 1	**4p**
b.	$h\cdot\nu_1=e\cdot U_{S1}+L$ $L=h\cdot\nu_1-e\cdot U_{S1}$ $L=3{,}84\cdot10^{-19}J$	1 1 1	**3p**
c.	$L=h\cdot\nu_0$ $\nu_0=\frac{c}{\lambda_0}$ $L=h\cdot\frac{c}{\lambda_0}$ $\lambda_0=\frac{hc}{L}$ $\lambda_0=5{,}156\cdot10^{-7}\ m=515{,}6\cdot10^{-9}\ m$	1 1 1 1	**4p**

TESTE ANTRENAMENT

FIZICĂ

Filiera tehnologică și profilul resurse naturale și protecția mediului

A. MECANICĂ

Se consideră accelerația gravitațională g = 10 m/s^2.

SUBIECTUL I.

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

1. Un corp se deplasează rectiliniu și uniform. Rezultanta forțelor ce acționează asupra corpului este:

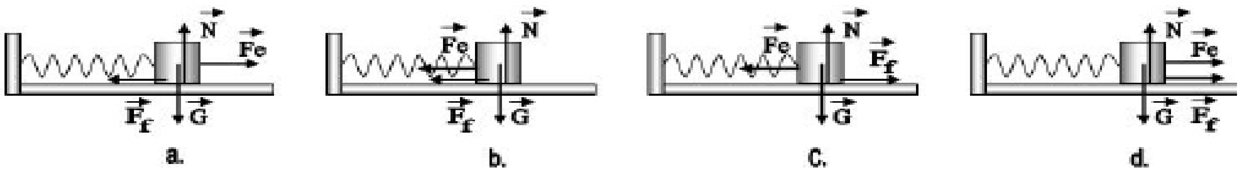
a. paralelă cu direcția de deplasare a corpului și orientată în sensul deplasării

b. paralelă cu direcția de deplasare a corpului și orientată în sens invers deplasării

c. nulă

d. perpendiculară pe direcția de deplasare a corpului

2. Forțele care acționează asupra unui corp aflat în repaus, legat de un resort alungit, aflat pe o suprafață orizontală cu frecare sunt reprezentate corect în figura:



3. Un fir de oțel având modulul de elasticitate E = $1{,}96 \cdot 10^{11}$ N/m^2 are o alungire relativă ε = $3{,}60 \cdot 10^{-3}$. Efortul unitar care a produs alungirea firului este de aproximativ:

a. $7{,}06 \cdot 10^{11}$ N/m^2 **b.** $7{,}06 \cdot 10^{8}$ N/m^2 **c.** $544 \cdot 10^{5}$ N/m^2 **d.** $1{,}83 \cdot 10^{-14}$ N/m^2

4. Motorul unui automobil dezvoltă o putere constantă. Când viteza automobilului crește, despre forța de tracțiune a motorului putem spune că:

a. crește **b.** scade **c.** rămâne constantă **d.** nu se poate preciza cum variază

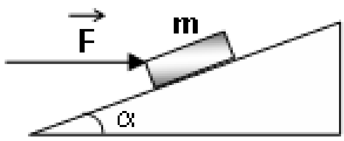
5. Un corp cu masa m = 2 kg este lansat de-a lungul unei suprafețe orizontale și se oprește, sub acțiunea forței de frecare, pe distanța d = 20 m. Coeficientul de frecare la alunecare este μ = 0,2. Lucrul mecanic efectuat de forța de frecare este:

a. −120J **b.** −100 J **c.** −80 J **d.** 0 J

SUBIECTUL al II-lea

Rezolvați următoarea problemă:

Un corp de masă m = 7 kg coboară uniform de-a lungul unui plan înclinat fix de unghi α = 30°, sub acțiunea unei forțe orizontale de valoare $F = 17{,}3\,\mathrm{N}\ \left(\cong 10\sqrt{3}\,\mathrm{N}\right)$, ca în figura alăturată.



Mişcarea corpului pe plan are loc cu frecare.

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

b. Calculați valorile componentelor G_t , G_n ale greutății corpului pe direcția paralelă cu planul înclinat, respectiv normală la suprafața acestuia.

c. Determinați valoarea forței de frecare dintre corp și planul înclinat.

d. Determinați valoarea coeficientului de frecare dintre corp și plan.

SUBIECTUL al III-lea

Rezolvați următoarea problemă:

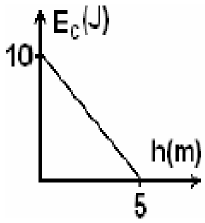
În graficul din figura alăturată este reprezentată dependența energiei cinetice a unui corp, lansat vertical în sus de la suprafața pământului, de înălțimea la care se găsește corpul. Folosind datele din grafic și considerând că forțele de rezistență ce acționează asupra corpului sunt neglijabile, determinați:

a. energia mecanică totală a corpului;

b. masa corpului;

c. viteza inițială a corpului;

d. viteza pe care o are corpul când energia cinetică a lui reprezintă o fracțiune *f* = 0,25 din energia sa potențială. Energia potențială gravitațională se consideră nulă la suprafața pământului.



B. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ

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: $p \cdot V = \nu RT$

SUBIECTUL I.

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

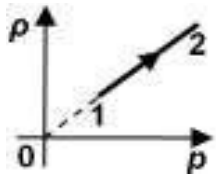
1. Unitatea de măsură în S.I. a mărimii fizice exprimate prin produsul dintre masa molară și căldura specifică a unei substanțe este:

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

2. O cantitate dată de gaz ideal este supusă unei transformări în cursul căreia densitatea gazului rămâne constantă, iar temperatura gazului scade. În cursul acestei transformări:

a. volumul gazului scade **b.** presiunea gazului scade
c. energia internă a gazului rămâne constantă **d.** gazul efectuează lucru mecanic

3. O cantitate dată de gaz ideal este supusă procesului termodinamic 1-2 în care densitatea ρ variază în funcție de presiunea p conform graficului reprezentat în figura alăturată. În cursul acestei transformări:



a. temperatura gazului este constantă
b. presiunea gazului variază direct proporțional cu temperatura acestuia
c. presiunea gazului variază direct proporțional cu volumul acestuia
d. lucrul mecanic efectuat de gaz este nul

4. La destinderea izotermă a unei cantități constante gaz ideal:

a. energia internă a gazului crește
b. gazul nu schimbă căldură cu exteriorul
c. gazul efectuează lucru mecanic asupra mediului exterior
d. gazul cedează căldură mediului exterior

5. Simbolurile mărimilor fizice fiind cele utilizate în manualele de fizică, expresia căldurii schimbate de gaz cu exteriorul în decursul unei transformări izobare este:

a. $Q = \nu R \Delta T$ **b.** $Q = \nu C_p T$ **c.** $Q = \nu C_p \Delta T$ **d.** $Q = \nu C_V \Delta T$

SUBIECTUL al II-lea

Rezolvați următoarea problemă:

O masă m = 48 g de oxigen molecular ($\mu_{O2} = 32 \cdot 10^{-3}$ kg/mol), considerat gaz ideal, aflat inițial în starea 1, în care volumul este V_1 = 8,31 litri și temperatura t_1 = - 23°C, este încălzit la volum constant până la dublarea temperaturii, iar apoi este destins la presiune constantă până când volumul se triplează. Determinați:

a. numărul de moli de gaz;

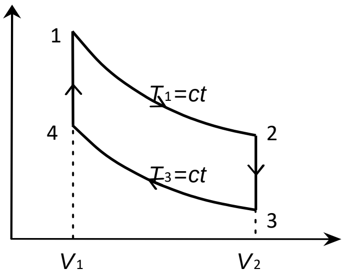
b. densitatea gazului în starea 3;

c. temperatura maximă atinsă în cursul transformării;

d. presiunea gazului în starea 3.

SUBIECTUL al III-lea

Rezolvați următoarea problemă:



Un motor termic funcționează după ciclul termodinamic reprezentat în coordonate p−V în figura alăturată. Substanța de lucru a motorului este constituită din $\nu = 4$ mol de gaz ideal ($C_V = 2,5R$). Temperatura minimă atinsă de gaz este $t_3 = 27°C$. Relația dintre temperaturile extreme atinse de gaz este $T_1 = 2T_3$, iar cea dintre volumele ocupate de gaz este $V_2 = eV_1$, unde $e \cong 2,718$ este baza logaritmului natural. Determinați:

a. variația energiei interne în cursul transformării 2-3;

b. lucrul mecanic total efectuat de gaz într-un ciclu;

c. căldura cedată de gaz mediului exterior în decursul unui ciclu;

d. randamentul motorului termic.

C. PRODUCEREA ȘI UTILIZAREA CURENTULUI CONTINUU

SUBIECTUL I.

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

1. Două conductoare confecționate din același material au raportul lungimilor $l_1/l_2 = 2$ și raportul diametrelor $d_1/d_2 = 2$. Raportul rezistențelor lor, R_1/R_2, este:

a. 4 **b.** 2 **c.** 1/2 **d.** 1/4

2. Formula matematică a rezistenței echivalente la legarea în serie a 3 rezistori este:

a. $\frac{1}{R_S} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$ **b.** $R_S = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$

c. $\frac{1}{R_S} = R_1 + R_2 + R_3$ **d.** $R_S = R_1 + R_2 + R_3$

3. Știind că simbolurile mărimilor fizice și ale unităților de măsură sunt cele utilizate în manualele de fizică, unitatea de măsură a mărimii RP/U este:

a. A **b.** V **c.** Ω **d.** W

4. Un circuit simplu este format dintr-un generator cu tensiunea electromotoare de 12V și un rezistor cu rezistența de 10Ω. Intensitatea curentului prin circuit este de 1A. Rezistența internă a generatorului este:

a. 4 Ω **b.** 3 Ω **c.** 2 Ω **d.** 1 Ω

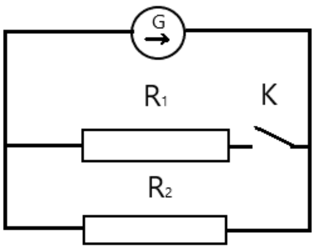
5. Știind că simbolurile mărimilor fizice și ale unităților de măsură sunt cele utilizate în manualele de fizică, mărimea $\sqrt{P/R}$ se măsoară în:

a. A **b.** V **c.** Ω **d.** W

SUBIECTUL al II-lea

Rezolvați următoarea problemă:

La funcționarea în gol a unui generator, tensiunea la bornele lui este de 12 V și la funcționarea în scurtcircuit intensitatea curentului este de 15 A. Generatorul este legat într-un circuit ca în figura alăturată. Rezistorii sunt identici ($R_1 = R_2$). Când întrerupătorul K este deschis, tensiunea la bornele generatorului este de 10V. Calculați:



a. Tensiunea electromotoare și rezistența internă a generatorului;

b. Intensitatea curentului prin circuit;

c. Rezistența unui rezistor;

d. Intensitatea curentului prin R_2 când întrerupătorul K este închis.

SUBIECTUL al III-lea

1. Rezolvați următoarea problemă:

O baterie cu tensiunea electromotoare $E = 9$ V alimentează un rezistor cu rezistența electrică R. Tensiunea electrică la bornele bateriei este $U = 8$ V, iar energia electrică consumată de rezistor în $\Delta t = 1$min este $W = 0{,}48$ kJ. Calculați:

a. puterea dezvoltată de rezistor;

b. rezistența interioară a bateriei;

c. lungimea firului din care este confecționat rezistorul, dacă secțiunea firului este $S = 0{,}16\ \text{mm}^2$ și rezistivitatea materialului din care este confecționat este $\rho = 1{,}6 \cdot 10^{-7}\ \Omega\text{m}$;

d. randamentul circuitului electric.

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.

Pentru itemii 1-10 scrieți pe foaia de răspuns litera corespunzătoare răspunsului considerat corect.

1. 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}

2. Pentru a obține o imagine virtuală a unui obiect real într-o lentilă convergentă, obiectul trebuie plasat față de lentilă:

a. la infinit **b.** la dublul distanței focale
c. între focar și dublul distanței focale **d.** între focar și lentilă

3. La incidența luminii pe suprafața de separare dintre două medii având indici de refracție diferiți, unghiul de incidență pentru care raza incidentă, raza reflectată și raza refractată au aceeași direcție, este:

a. 0° **b.** 30° **c.** 60° **d.** 90°

4. Simbolurile mărimilor fizice fiind cele utilizate în manualele de fizică, expresia care are unitatea de măsură a energiei este:

a. $h \cdot \lambda$ **b.** $e \cdot U_s$ **c.** h / λ **d.** c / λ

5. O radiație luminoasă produce efect fotoelectric pe catodul unei celule fotoelectrice. Dacă fluxul radiației incidente este intensificat atunci:

a. crește valoarea intensității curentului fotoelectric de saturație
b. crește valoarea tensiunii necesare stopării fotoelectronilor
c. scade valoarea intensității curentului fotoelectric de saturație
d. scade valoarea tensiunii necesare stopării fotoelectronilor

SUBIECTUL al II-lea

Rezolvați următoarea problemă:

În fața unei lentile subțiri este plasat, perpendicular pe axa optică principală, un obiect liniar, astfel încât imaginea, obținută pe un ecran, este de patru ori mai mare decât obiectul. Distanța dintre ecran și obiect are valoarea d = 5 m.

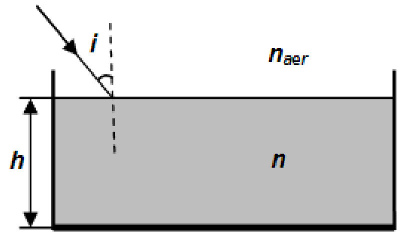
a. Calculați distanța dintre ecran și lentilă;
b. Determinați convergența lentilei;
c. Realizați un desen în care să evidențiați construcția imaginii prin lentilă, pentru obiectul considerat, în situația descrisă de problemă;

d. Fără a modifica poziția obiectului și a lentilei, se alipește de prima lentilă o a doua lentilă subțire, de convergență $C_2 = -2,25$ dioptrii. Determinați la ce distanță față de sistemul de lentile se formează noua imagine a obiectului.

SUBIECTUL al III-lea

Rezolvați următoarea problemă:

În figura alăturată este reprezentat un vas ce are la bază o oglindă plană. În vas se află un lichid având indicele de refracție $n = 1,41 \cong \sqrt{2}$. Adâncimea lichidului din vas este h = 0,5 m. O rază de lumină monocromatică, provenită din aer, cade pe suprafața lichidului sub unghiul de incidență $i = 45^{\circ}$.



Oglindă plană

a. Reprezentați pe foaia de răspuns mersul razei refractate din momentul incidenței pe suprafața lichidului până la ieșirea din nou în aer.

b. Determinați valoarea unghiului de refracție la intrarea razei în lichid.

c. Determinați valoarea unghiului format de raza de lumină care iese din lichid cu direcția normalei la suprafața lichidului.

d. Determinați lungimea drumului parcurs de raza de lumină în lichid.

Modele/strategii de rezolvare

A. MECANICĂ

SUBIECTUL I

Nr subiect	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
Varianta corectă	c	c	b	b	c

Strategii de rezolvare:

I.1: În mișcarea rectilinie uniformă viteza este constantă, iar accelerația este nulă. Rezultanta forțelor care acționează asupra corpului, în modul va fi: $R = m \cdot a = 0$.

I.2: Dacă resortul este alungit, înseamnă că în el apare forța elastică care are sens opus deformării. Așadar, forța elastică F_e va fi orientată spre capătul fix a resortului și astfel corpul va avea tendința să se deplaseze spre stânga. Acest lucru, dă naștere unei forțe de frecare F_f orientată spre dreapta.

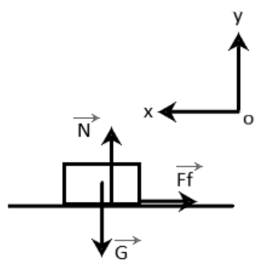
I.3: Legea lui Hooke are două forme: $\frac{F}{S} = E\frac{\Delta l}{l_0}$ și $\sigma = E \cdot \varepsilon$. Noi vom folosi pe cea de a doua, în care apare alungirea relativă ε și efortul unitar σ.

I.4: Puterea unui motor se calculează cu formula: $P = F \cdot v$. Dacă ea este constantă, rezultă că pentru două viteze diferite de deplasare $v_1 < v_2$, se poate scrie: $P = F_1 \cdot v_1$ si $P = F_2 \cdot v_2$. Împărțind ultimele formule, una la alta, membru cu membru, se obține: $1 = \frac{F_1 v_1}{F_2 v_2}$. Aranjând expresia ea devine: $\frac{v_2}{v_1} = \frac{F_1}{F_2}$ => viteza și forța sunt mărimi invers proporționale, deci când crește una scade alta.

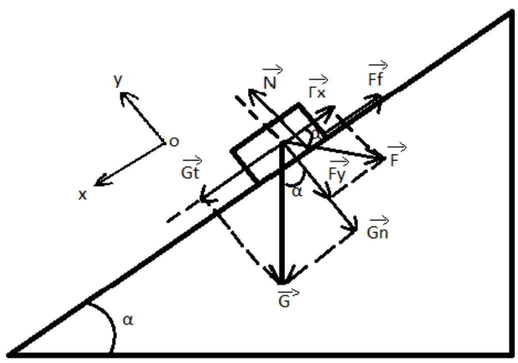
I.5: $L_{Ff} = F_f \cdot d \cdot \cos 180° = -F_f \cdot d$

La mișcarea pe orizontală:

$F_f = \mu \cdot N = \mu \cdot G = \mu \cdot m \cdot g$



SUBIECTUL II

	Soluții/strategii de rezolvare
a.	

b.	Din descompunerea greutății pe cele două direcții se obține greutatea normală G_n, care este componenta care are direcția paralelă cu direcția normalei N și componenta tangențială G_t, cu direcția paralelă cu direcția de mișcare. Aplicând funcțiile trigonometrice sinus și cosinus pentru unghiul α care apare în triunghiul dreptunghic de descompunere a greutății, obținem: $G_t = G\sin\alpha = mg\cdot\sin\alpha = 35$ N; $G_n = G\cos\alpha = mg\cdot\cos\alpha = 35\sqrt{3}$ N
c.	Mișcare uniformă înseamnă accelerație nulă => $R_x = 0$. Se ține cont de descompunere forței F pe direcțiile Ox și Oy. Componentele F_x și F_y se calculează la fel ca și componentele greutății și se obține: $F_x = F\cdot\cos\alpha$ și $F_y = F\cdot\sin\alpha$. Așadar, avem: $G_t - F_f - F_x = 0$; $F_f = G_t - F_x = mg\cdot\sin\alpha - F\cdot\cos\alpha$ $F_f = 20$ N
d.	$F_f = \mu N$; Din $R_y = 0$ se obține: $N - G_n - F_y = 0$ => $N = G_n + F_y = mg\cdot\cos\alpha + F\cdot\sin\alpha = 40\sqrt{3}$ N => $\mu = \frac{F_f}{N} = \frac{\sqrt{3}}{6}$

SUBIECTUL III

	Soluții/strategii de rezolvare
a.	În aruncarea pe verticală de jos în sus, în lipsa forțelor de rezistență, energia mecanică se conservă. Energia inițială este corespunzătoare punctului A, de la sol (h = 0), iar energia finală este a punctului B situat la înălțimea maximă la care urcă corpul și se oprește (v = 0). $E_i = E_A = E_{cA} + E_{pA} = E_{cA}$; $E_f = E_B = E_{cB} + E_{pB} = 0 + mgh$ $E_{pA} = m\cdot g\cdot 0 = 0$ J; $E_A = E_B = E_{cA} = 10$ J
b.	Din grafic înălțimea maximă este cea la care energia cinetică este nulă => h = 5 m Din conservarea energiei mecanice, rezultă că: $E_A = E_B$; $E_{cA} = E_{pB}$ => $E_c = mgh$ => $m = \frac{Ec}{gh} = 0,2\,kg$
c.	$E_c = \frac{mv_0^2}{2}$; $v_0 = \sqrt{\frac{2E_c}{m}}$; $v_0 = 10\,m/s$
d.	Fie un punct D situat între A și B, în care corpul are și energie cinetică și potențială, $E_D = E_{cD} + E_{pD}$. Între energia cinetică și energia potențială a acelui punct este relația: $E_{cD} = f\cdot E_{pD}$ $E_D = E_{cD} + \frac{E_{cD}}{f} = \left(1+\frac{1}{f}\right)E_{cD}$ Conform teoremei de conservare a energiei mecanice avem: $E_D = Ec = 10$ J Folosind formula energiei cinetice, obținem: $\frac{mv^2}{2}\frac{f+1}{f} = 10 \Rightarrow v^2 = \frac{20f}{m(f+1)}$ Pentru viteza în punctul D se obține valoarea: $v = \sqrt{20}$ m/s

Modele/strategii de rezolvare

B. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ

SUBIECTUL I

Nr subiect	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
Varianta corectă	d	b	a	c	c

Strategii de rezolvare:

I.1: $[\mu]_{SI}\cdot[c]_{SI}=\frac{\text{kg}}{\text{mol}}\cdot\frac{\text{J}}{\text{kgK}}=\frac{\text{J}}{\text{molK}}=\text{Jmol}^{-1}\text{K}^{-1}$

I.2: Dacă densitatea este constantă, înseamnă că și volumul este constant $\rho=\frac{m}{V}$. Legea transformării izocore este $\frac{p}{T}=const$, și pentru că în problemă se precizează că temperatura scade, înseamnă că și presiunea va scădea.

I.3: Din grafic se observă că densitatea ρ este direct proporțională cu presiunea p. Din definiția densității $\rho=\frac{m}{V}$, se obține $\frac{m}{V}=const\cdot p$, adică produsul $pV=const$. Acest lucru se întâmplă în transformarea izotermă, deci temperatura va rămâne constantă pe durata procesului.

I.4: La destinderea izotermă volumul crește și lucrul mecanic este dat de relația $L=\nu RT\ln\frac{V_2}{V_1}$. Pentru că $V_2>V_1$, înseamnă că lucrul mecanic este pozitiv deci sistemul efectuează lucru mecanic asupra mediului exterior.

I.5: Relația reprezintă chiar expresia căldurii schimbate într-o transformare izobară.

SUBIECTUL II

	Soluții/strategii de rezolvare
a.	Se știe că numărul de moli reprezintă cantitatea de substanță, deci $\nu=\frac{m}{\mu}=1{,}5\,\text{mol}$
b.	Densitatea în starea 3 se calculează conform definiției $\rho_3=\frac{m}{V_3}$. Transformarea 1-2 este izocoră, deci $V_1=V_2$, iar în transformarea 2-3 volumul se triplează, adică $V_3=3V_2=3V_1$. Se obține $\rho_3=1{,}92\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$.
c.	Temperatura maximă este în starea 3. În transformarea 1-2 temperatura se dublează, $T_2=2T_1$. Transformarea 2-3 este izobară, legea acesteia fiind $\frac{V_2}{T_2}=\frac{V_3}{T_3}=\frac{3V_2}{T_3}$. De aici se obține $T_3=3T_2=1500\,\text{K}$

d.	Transformarea 2-3 fiind izobară, $p_3 = p_2$. Transformarea 1-2 este izocoră iar legea acesteia se scrie $\frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2} = \frac{p_2}{2T_1}$. De aici $p_2 = 2p_1$. Din ecuația de stare pentru starea 1 se obține presiunea inițială p_1. Astfel, din $p_1V_1 = \frac{m}{\mu}RT_1$ se obține $p_1 = \frac{m}{\mu}RT_1$, și după înlocuirile numerice $p_3 = 7,5\cdot 10^5$ Pa

SUBIECTUL III

	Soluții/strategii de rezolvare
a.	Variația energiei interne se poate calcula $\Delta U_{23} = \nu C_V (T_3 - T_2)$. Din grafic și din datele problemei se observă că $T_2 = T_1 = 2T_3$, deci $\Delta U_{23} = -\nu C_V T_3 = -24930\,\mathrm{J}$
b.	Lucrul mecanic total este $L = L_{12} + L_{23} + L_{34} + L_{41}$. Transformările 2-3 și 4-1 fiind izocore, $L_{23} = L_{41} = 0$. Pentru cele două transformări izoterme se calculează $L_{12} = \nu RT_1 \ln\frac{V_2}{V_1} = 2\nu RT_3 \ln e = 2\nu RT_3$, respectiv $L_{34} = \nu RT_3 \ln\frac{V_1}{V_2} = -\nu RT_3 \ln e = -\nu RT_3$. În final $L = \nu RT_3 = 9972\,\mathrm{J}$
c.	Căldura cedată este căldura negativă, adică Q_{23} și Q_{34}. $Q_{23} = \nu C_V (T_3 - T_1)$ și $Q_{34} = \nu RT_3 \ln\frac{V_1}{V_3}$. Utilizând datele problemei $Q_c = -34902\,\mathrm{J}$
d.	Randamentul motorului este $\eta = \frac{L}{Q_p}$. Căldura primită este $Q_p = Q_{12} + Q_{41} = \nu RT_1 \ln\frac{V_2}{V_1} + \nu C_V (T_1 - T_3)$. Numeric se obține $\eta = 0,22 = 22\%$

Modele/strategii de rezolvare

PRODUCEREA ŞI UTILIZAREA CURENTULUI CONTINUU

SUBIECTUL I

Nr subiect	1	2	3	4	5
Varianta corectă	c	d	b	c	a

Strategii de rezolvare:

I.1: Știind că formula rezistenței unui conductor filiform (liniar) este $R=\frac{\rho\cdot l}{S}$ și aria unei secțiuni cilindrice este $S=\frac{\pi\cdot d^2}{4}$ deducem că raportul rezistențelor este: $\frac{R_1}{R_2}=\frac{\frac{4\rho l_1}{\pi d_1^2}}{\frac{4\rho l_2}{\pi d_2^2}}=\frac{l_1}{l_2}\cdot\left(\frac{d_2}{d_1}\right)^2=2\cdot\left(\frac{1}{2}\right)^2=\frac{1}{2}$

I.3: Unitatea de măsură pentru raportul mărimilor $\frac{R\cdot P}{U}=\frac{R\cdot U\cdot I}{U}=R\cdot I=U$ este: V (voltul).

I.4: Din legea lui Ohm pentru un circuit electric simplu $I=\frac{E}{R+r}$, rezultă $r=\frac{E}{I}-R=\frac{12}{1}-10=2\Omega$.

I.5: Unitatea de măsură pentru expresia $\sqrt{\frac{P}{R}}=\sqrt{\frac{R\cdot I^2}{R}}=\sqrt{I^2}=I$ este: A (amperul).

SUBIECTUL II

	Soluții/strategii de rezolvare
a.	La funcționarea în gol, tensiunea la bornele generatorului este egală cu tensiunea electromotoare $E=U_g=12\,\text{V}$, iar la funcționarea în scurtcircuit intensitatea este $I_{sc}=\frac{E}{r}$, de unde $r=\frac{E}{I_{sc}}=\frac{12}{15}=0,8\ \Omega$.
b.	Știind că $E=U_b+I\cdot r$, obținem $I=\frac{E-U_b}{r}=\frac{12-10}{0,8}=2,5\,\text{A}$
c.	Din formula de definiție a rezistenței $R=\frac{U_b}{I}=\frac{10}{2,5}=4\Omega$.
d.	Când întrerupătorul K este deschis, cei doi rezistori vor fi grupați în paralel. Aceștia fiind identici, prin fiecare dintre ei va circula curent de aceeași intensitate. Rezistența echivalentă a circuitului este

	$R_e = \frac{R}{2} = 2\,\Omega$, iar intensitatea prin circuitul principal este $I = \frac{E}{R_e + r} = \frac{12}{2+0,8} = 4,28\,\text{A}$. De aici deducem că intensitatea curentului care străbate rezistorul R$_2$ este $I^I = \frac{I}{2} = \frac{4,28}{2} = 2,14\,\text{A}$.

SUBIECTUL III

	Soluții/strategii de rezolvare
a.	Din formula puterii $P = \frac{W}{\Delta t} = \frac{480}{60} = 8\,\text{W}$. Observație: 0,48 kJ = 480 J și 1 min = 60 s.
b.	Știind că $I = \frac{P}{U} = \frac{8}{8} = 1\,\text{A}$ și din bilanțul tensiunilor $E = U + I \cdot r$, obținem: $r = \frac{E-U}{I} = \frac{9-8}{1} = 1\Omega$.
c.	Egalând formula de definiție a rezistenței $R = \frac{U}{I}$ cu formula rezistenței pentru un conductor filiform (liniar) $R = \frac{\rho \cdot l}{S}$, obținem: $l = \frac{U \cdot S}{\rho \cdot I} = \frac{8 \cdot 0,16 \cdot 10^{-6}}{1,6 \cdot 10^{-7} \cdot 1} = 8\,\text{m}$.
d.	Valoarea rezistenței electrice a rezistorului este $R = \frac{U}{I} = \frac{8}{1} = 8\,\Omega$. Deci randamentul electric al circuitului este $\eta = \frac{R}{R+r} = \frac{8}{8+1} = 0,8889 = 88,89\%$.

Modele/strategii de rezolvare

D. OPTICĂ

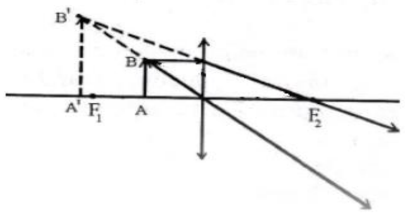
SUBIECTUL I

Nr subiect	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
Varianta corectă	a	d	a	b	a

Strategii de rezolvare:

I.1: $C = \frac{1}{f} \Rightarrow f = \frac{1}{C}$, $\langle f \rangle_{S.I.} = 1\text{m}$

I.2: Pentru a obține o imagine virtuală a unui obiect real într-o lentilă convergentă, obiectul trebuie plasat între focar și lentilă.



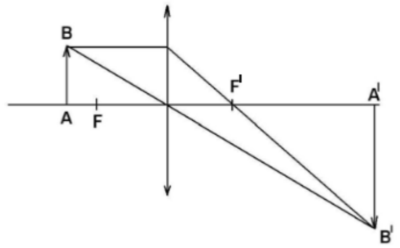
I.3: La incidența normală $(i=0) \Rightarrow i' = 0, r = 0$, adică raza reflectată se întoarce pe același drum și raza de refractată trece prin suprafața de separație nedeviată.

I.4: $E_{c,\max} = e.U_s$, $\langle E_{c,\max} \rangle_{S.I.} = 1\text{J}$

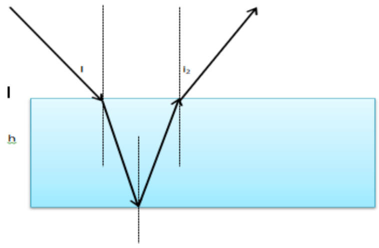
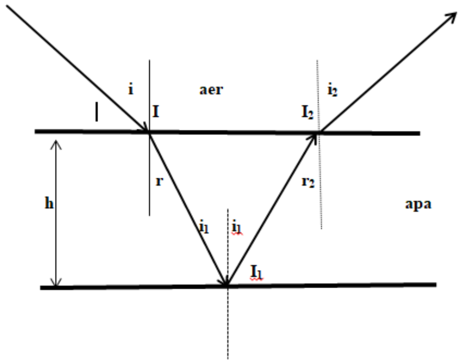
I.5: O radiație luminoasă produce efect fotoelectric pe catodul unei celule fotoelectrice. Dacă fluxul radiației incidente este intensificat atunci: **a.** crește valoarea intensității curentului fotoelectric de saturație, conform legii I a efectului fotoelectric extern.

SUBIECTUL II

	Soluții/strategii de rezolvare
a.	$-x_1 + x_2 = d$, x_1 - distanța de la obiect la lentilă, x_2 - distanța de la imagine la lentilă (distanța dintre ecran și lentilă) Mărirea liniară transversală: $\beta = \frac{x_2}{x_1}$, de unde $x_1 = \frac{x_2}{\beta}$ $-\frac{x_2}{\beta} + x_2 = d \Leftrightarrow x_2\left(1 - \frac{1}{\beta}\right) = d \Rightarrow x_2 = \frac{\beta \cdot d}{\beta - 1}$ Rezultat final: $x_2 = 4\text{m}$
b.	$\frac{1}{f} = \frac{1}{x_2} - \frac{1}{x_1}$; $C = \frac{1}{f} \Rightarrow C = \frac{1}{x_2} - \frac{1}{x_1}$ Din $-x_1 + x_2 = d$ și $x_2 = 4\text{m}$, se obține $-x_1 = 1\text{m}$ Rezultat final : C= 1,25 δ

c.	
d.	Pentru sistemul de lentile format: $\frac{1}{x_2'}-\frac{1}{x_1}=\frac{1}{F}$; $\frac{1}{x_2'}=\frac{1}{F}+\frac{1}{x_1} \Rightarrow x_2'=\frac{x_1 \cdot F}{x_1+F}$ $\frac{1}{F}=C_1+C_2$ (distanța focală a sistemului format prin lipirea celor două lentile) Rezultat final: $x_2'=-50\,\text{cm}$

SUBIECTUL III

	Soluții/strategii de rezolvare
a.	
b.	Legea refracției la trecerea razei din aer în apă: $n_{aer}\sin i = n_{apa}\sin r$ $\;(n_{aer}=1;\, n_{apa}=n)$ Se obține: $\sin r=\frac{\sin i}{n}$ Rezultat final: $r=30°$
c.	La trecerea razei din aer în apă: $\sin i = n\cdot\sin r$ $r=i_1=r_2$ La ieșirea din apă: $n\cdot\sin r_2=\sin i_2$ Rezultat final: $i_2=i$ Notații: i_1 – unghiul de incidență la suprafața oglinzii, r_2 – unghiul făcut de raza reflectată de oglindă cu normala la suprafața de separare apă-aer
d.	$\cos r=\frac{h}{x}$, unde x = distanta de la I la I_1 Din figură, lungimea segmentului II_1 este egală cu lungimea segmentului I_1I_2. Lungimea drumului parcurs de raza de lumină în lichid: $D=2x$ Rezultat final: D = 1,15 cm

Filiera tehnologică

BAREM DE EVALUARE ȘI DE NOTARE **VARIANTA 1**

- Se punctează oricare alte modalități de rezolvare corectă a cerințelor.
- Nu se acordă fracțiuni de punct.
- Se acordă 10 puncte din oficiu. Nota finală se calculează prin împărțirea punctajului total acordat pentru lucrare la 10

A. MECANICĂ

SUBIECTUL I **(5 x 3 puncte = 15 puncte)**

Nr subiect	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
Varianta corectă	c	c	b	b	c

SUBIECTUL II **(15 puncte)**

	Soluție, rezolvare		Punctaj
a.	Pentru reprezentare corectă a forţelor care acţionează asupra corpului	4p	4p
b.	$G_t = G\sin\alpha = mg\cdot\sin\alpha = 35$ N $G_n = G\cos\alpha = mg\cdot\cos\alpha = 35\sqrt{3}$ N	2p 2p	4p
c.	$G_t - F_f - F_x = 0$ $F_f = G_t - F_x = mg\cdot\sin\alpha - F\cdot\cos\alpha$ $F_f = 20$N	1p 1p 1p	3p
d.	$F_f = \mu N$ $N = G_n + F_y = mg\cdot\cos\alpha + F\cdot\sin\alpha = 40\sqrt{3}$N $\Rightarrow \mu = \frac{Ff}{N} = \frac{\sqrt{3}}{6}$	1p 2p 1p	4p

SUBIECTUL III **(15 puncte)**

	Soluție, rezolvare		Punctaj
a.	$E_A = E_c = 10$ J	2p	2p
b.	$E_A = E_B$ $E_{cA} = E_{pB} \Rightarrow E_c = mgh$ $h = 5$m $m = \frac{Ec}{gh} = 0{,}2$ kg	1p 1p 1p 1p	4p
c.	$E_c = \frac{mvo2}{2}$ $v_0 = \sqrt{\frac{2Ec}{m}}$ $v_o = 10$m/s	1p 1p 1p	3p
d.	$E_{cD} = f\cdot E_{pD}$ $E_D = E_{cD} + E_{pD} = E_{cD} + \frac{EcD}{f} = (1+\frac{1}{f})E_{cD}$ $E_D = Ec = 10$ J $\frac{mv2}{2}\cdot\frac{f+1}{f} = 10$ $v^2 = 2\cdot 10\cdot\cdot\frac{f}{m(f+1)}$ $v = \sqrt{20}m/s$	1p 1p 1p 1p 1p 1p	6p

Filiera tehnologică

BAREM DE EVALUARE ȘI DE NOTARE **VARIANTA 1**

- Se punctează oricare alte modalități de rezolvare corectă a cerințelor.
- Nu se acordă fracțiuni de punct.
- Se acordă 10 puncte din oficiu. Nota finală se calculează prin împărțirea punctajului total acordat pentru lucrare la 10

B. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ

SUBIECTUL I **(5 x 3 puncte = 15 puncte)**

Nr subiect	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
Varianta corectă	d	b	b	c	c

SUBIECTUL II **(15 puncte)**

	Soluție, rezolvare		Punctaj
a.	$\nu = m / \mu$ $\nu = 1{,}5$ moli	2p 1p	3p
b.	$\rho_3 = m / 3V_1$ $\rho_3 = 1{,}92\ kg/m^3$	3p 1p	4p
c.	temperatura maximă e atinsă în starea 3 $T_2 = 2T_1$ și $V_2 / T_2 = V_3 / T_3$ $T_3 = 3T_2$ $T_3 = 1500K$	1p 1p 1p 1p	4p
d.	$p_3 = p_2$ $p_1/T_1 = p_2/T_2$ $p_1 = \nu RT_1 / V_1$ $p_2 = 7{,}5 \cdot 10^5$ Pa	1p 1p 1p 1p	4p

SUBIECTUL III **(15 puncte)**

	Soluție, rezolvare		Punctaj
a.	$\Delta U_{23} = \nu C_V (T_3 - T_2)$ $\Delta U_{23} = -\ 24930$ J	2p 1p	3p
b.	$L_{total} = L_{12} + L_{23} + L_{34} + L_{41}$ $L_{12} = \nu RT_1 \ln V_2/V_1$ și $L_{23} = 0$ $L_{34} = \nu RT_3 \ln V_1/V_2$ și $L_{41} = 0$ $L_{total} = 9972$ J	1p 1p 1p 1p	4p
c.	$Q_c = Q_{23} + Q_{34}$ $Q_{23} = \nu C_V (T_3 - T_2)$ $Q_{34} = \nu RT_3 \ln V_1/V_2$ $Q_c = -\ 34902$ J	1p 1p 1p 1p	4p
d.	$\eta = L / Q_p$ $Q_p = Q_{12} + Q_{41} = \nu RT_1 \ln V_2/V_1 + \nu C_V (T_1 - T_3)$ $\eta = 0{,}22$	1p 2p 1p	4p

Filiera tehnologică

BAREM DE EVALUARE ŞI DE NOTARE **VARIANTA 1**

- Se punctează oricare alte modalități de rezolvare corectă a cerințelor.
- Nu se acordă fracțiuni de punct.
- Se acordă 10 puncte din oficiu. Nota finală se calculează prin împărțirea punctajului total acordat pentru lucrare la 10

C. PRODUCEREA ŞI UTILIZAREA CURENTULUI CONTINUU

SUBIECTUL I **(5 x 3 puncte = 15puncte)**

Nr subiect	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
Varianta corectă	c	d	b	c	a

SUBIECTUL II **(15 puncte)**

	Soluţie, rezolvare		Punctaj
a.	La funcţionarea în gol E=U => E=12V	2p	4p
	$r = \frac{E}{I_{SC}}$	1p	
	R=0,8Ω	1p	
b.	$U_b = E - Ir$	2p	3p
	I=2,5A	1p	
c.	$U_b = IR$ => R=4 Ω	3p	3p
d.	$I' = \frac{E}{\frac{R}{2}+r}$	3p	5p
	$I_2 = \frac{I'}{2}$ => I_2=2,14A	2p	

SUBIECTUL III **(15 puncte)**

	Soluție, rezolvare		Punctaj
a.	$P = \frac{W}{\Delta t}$	2p	4p
	P=8W	2p	
b.	P=UI => $I = \frac{P}{U}$	2p	5p
	$U_b = E - Ir$ => $r = \frac{E-U_b}{I}$	2p	
	r = 1Ω	1p	
c.	$R = \frac{U}{I} = 8\Omega$	1p	3p
	$R = \rho\frac{l}{S}$ => $l = \frac{RS}{\rho} = 8m$	2p	
d.	$\eta = \frac{R}{R+r} = 0{,}88$	3p	3p

Filiera tehnologică

BAREM DE EVALUARE ŞI DE NOTARE **VARIANTA 1**

- Se punctează oricare alte modalităţi de rezolvare corectă a cerinţelor.
- Nu se acordă fracţiuni de punct.
- Se acordă 10 puncte din oficiu. Nota finală se calculează prin împărţirea punctajului total acordat pentru lucrare la 10

D. OPTICĂ

SUBIECTUL I **(5 x 3 puncte = 15 puncte)**

Nr subiect	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
Varianta corectă	a	d	a	b	a

SUBIECTUL II **(15 puncte)**

	Soluţie, rezolvare		Punctaj
a.	$-x_1 + x_2 = d$	2p	4p
	$\beta = \frac{x_2}{x_1} = -4$	1p	
	Rezultat final : $x_2 = 4$ m	1p	
b.	$C = \frac{1}{x_2} - \frac{1}{x_1}$	2p	3p
	Rezultat final : C= 1,25 δ	1p	
c.	desen realizat correct (reprezentare corectă a razelor de lumină şi a imaginii)	4p	4p
d.	$\frac{1}{x_2'} - \frac{1}{x_1} = \frac{1}{F}$	1p	4p
	$\frac{1}{F} = C_1 + C_2$	2p	
	Rezultat final : $x_2' = -50$ cm	1p	

SUBIECTUL III **(15 puncte)**

	Soluţie, rezolvare		Punctaj
a.	Reprezentarea corectă a mersului razei de lumină (două refracţii şi o reflexie)	3p	3p
b.	sin i = n.sin r, $\sin r = \frac{\sin i}{n}$	3p	4p
	Rezultat final: r = 30°	1p	
c.	sin i = n.sin r	1p	4p
	$i_1 = i_2 = r$	1p	
	n. sin r = sin i_2	1p	
	Rezultat final $i_2 = i$	1p	
d.	$\cos r = \frac{h}{x}$	2p	4p
	D = 2x	1p	
	Rezultat final: D = 1,15cm	1p	

A. MECANICĂ

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

SUBIECTUL I.

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

1. Pe o rampă care formează unghiul $\alpha = 30°$ cu orizontala se așază o cutie. Coeficientul de frecare la alunecare dintre cutie și suprafața rampei este $\mu = 0{,}5$. În această situație:

a. cutia coboară și accelerația crește **b.** cutia coboară cu viteză constantă
c. cutia rămâne în repaus pe rampă **d.** cutia coboară cu accelerație constantă

2. Un camion parcurge jumătate din drumul său cu viteza $v_1 = 60$ km/h, iar restul cu viteza $v_2 = 40$ km/h. Viteza medie a camionului pe întreaga distanță parcursă are valoarea:

a. 24 km/h **b.** 48 km/h **c.** 50 km/h **d.** 55 km/h

3. Dintre mărimile fizice de mai jos, mărime fizică vectorială este:

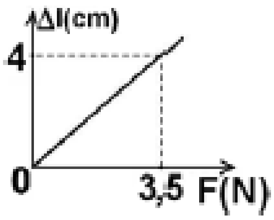
a. masa **b.** forța **c.** energia **d.** puterea

4. Un corp este aruncat cu $v_0 = 36$ km/h, vertical în sus. În absența frecării cu aerul, înălțimea maximă la care urcă corpul este:

a. 3m **b.** 5m **c.** 10m **d.** 64,8m

5. În graficul din figura alăturată este reprezentată dependența alungirii unui fir elastic de mărimea forței care o produce. Forța care produce o alungire a firului $\Delta l = 2$ cm este:

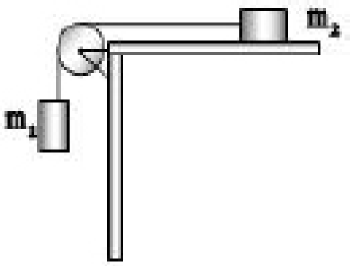
a. 2,50 N **b.** 2,00 N **c.** 1,75 N **d.** 1,50 N



SUBIECTUL al II-lea

Rezolvați următoarea problemă:

Corpurile din figura alăturată au masele egale $m_1 = m_2 = 1$ kg și sunt legate între ele printr-un fir inextensibil și de masă neglijabilă, trecut peste un scripete ideal. Coeficientul de frecare la alunecare între corpul de masă m_2 și suprafața pe care este așezat are valoarea $\mu = 0{,}2$.



a. Reprezentați forțele care acționează asupra fiecărui corp.

b. Determinați accelerația sistemului de corpuri.

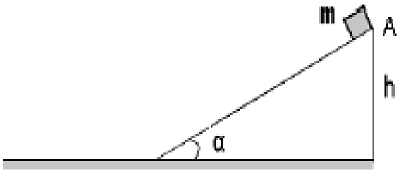
c. Determinați forța de tensiune din firul de legătură dintre cele două corpuri.

d. Considerați că se înlocuiește corpul de masă m_2 cu un alt corp, având masa M. Coeficientul de frecare la alunecare rămâne același. Aflați valoarea masei M astfel încât sistemul format din acest corp și corpul de masă m1 să se deplaseze cu viteză constantă .

SUBIECTUL al III-lea

Rezolvați următoarea problemă:

Un corp cu masa $m = 2$ kg este lăsat să coboare liber fără viteză inițială, din vârful A al unui plan înclinat de înălțime $h = 2$ m (ca în figura alăturată) și își continuă mișcarea pe o suprafață orizontală rugoasă. Se consideră că mișcarea corpului pe planul înclinat are loc fără frecare iar pe planul orizontal are loc cu frecare, coeficientul de frecare la alunecare fiind $\mu = 0,2$. Trecerea corpului de pe planul înclinat pe suprafața orizontală se face fără modificarea modulului vitezei. Determinați:



a. viteza corpului la baza planului înclinat;

b. înălțimea la care energia cinetică a corpului este un sfert din energia sa potențială (energia potențială gravitațională se consideră nulă la nivelul planului orizontal);

c. distanța la care se oprește corpul față de baza planului înclinat;

d. lucrul mecanic efectuat de forța de frecare din momentul în care corpul trece pe suprafața orizontală până la oprirea corpului.

B. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ

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: $p \cdot V = \nu RT$

SUBIECTUL I.

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

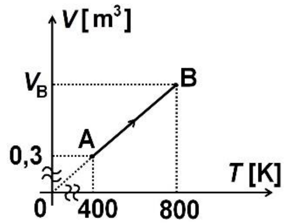
1. Simbolurile mărimilor fizice fiind cele utilizate în manualele de fizică, unitatea de măsură a mărimii fizice exprimate prin raportul dintre masa molară și volumul molar este aceeași cu a mărimii fizice:

a. ν **b.** ρ **c.** C_V **d.** V

2. O masă dată de gaz ideal, aflat inițial la temperatura T, se destinde izobar până la dublarea volumului. Temperatura gazului în starea finală este:

a. 4T **b.** 2T **c.** T **d.** T/2

3. În figura alăturată este reprezentată dependența volumului unui gaz ideal de temperatura acestuia. Volumul ocupat de gaz în starea B este:



a. 0,4 m^3 **b.** 0,6 m^3 **c.** 0,8 m^3 **d.** 1,6 m^3

4. Un mol de gaz ideal este supus unei transformări în cursul căreia presiunea gazului rămâne constantă, iar temperatura acestuia se modifică de la $t_1 = -13°C$ la $T_2 = 310$ K. Lucrul mecanic schimbat de gaz cu exteriorul în cursul acestei transformări este:

a. 2684,1J **b.** 2468,1 J **c.** 623,2J **d.** 415,5J

5. O butelie conține o masă de 112 g azot la temperatura t = 7°C și la presiunea de 6 atm. Din butelie se consumă jumătate din cantitatea de azot, temperatura menținându-se constantă. Presiunea finală a gazului din butelie are valoarea:

a. 5atm **b.** 4atm **c.** 3atm **d.** 2atm

SUBIECTUL al II-lea

Rezolvați următoarea problemă:

Oxigenul, considerat gaz ideal, necesar unei operații de sudare se preia dintr-o butelie de volum V = 60 dm^3. Inițial presiunea oxigenului din butelie este $p_1 = 6 \cdot 10^5$ N/m^2, iar temperatura este t = 27°C. În urma efectuării operației de sudură, presiunea gazului din butelie scade la $p_2 = 2 \cdot 10^5$ N/m^2. Masa molară a oxigenului este $\mu = 32$ kg/kmol. Determinați:

a. masa unei molecule de oxigen;

b. densitatea oxigenului din butelie în starea inițială;

c. masa de oxigen consumată, știind că temperatura gazului din butelie rămâne constantă în timpul operației de sudură;

d. presiunea care se stabilește în butelie, după efectuarea operației de sudură, dacă aceasta este depozitată la temperatura t' = 0°C.

SUBIECTUL al III-lea

Rezolvați următoarea problemă:

Într-un cilindru orizontal, prevăzut cu un piston etanș, care se poate mișca fără frecări, se află un gaz ideal monoatomic la temperatura t_1 = 27°C și presiunea p = 10^5 N/m^2. Volumul inițial ocupat de gaz este V_1 = 1 litru. Gazul este încălzit lent până când volumul se dublează. Apoi gazul își dublează din nou volumul, temperatura menținându-se constantă. Se cunoaște C_V = 1,5R și ln2 ≅ 0,693

a. Reprezentați grafic cele două procese în sistemul de coordonate p −V .

b. Calculați energia internă a gazului în starea inițială.

c. Calculați lucrul mecanic total schimbat de gaz cu mediul exterior în cele două transformări.

d. Calculați căldura totala schimbată de gaz cu mediul exterior în cele două transformări.

C. PRODUCEREA ȘI UTILIZAREA CURENTULUI CONTINUU

SUBIECTUL I.

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

1. Două generatoare identice, cu tensiunea electromotoare de 4,5 V și rezistenta internă de 1 Ω sunt legate în paralel și alimentează un rezistor cu rezistența de 8,5 V. Intensitate curentului prin circuit este:

a. 2 A **b.** 1,5 A **c.** 1 A **d.** 0,5 A

2. Patru rezistori identici cu rezistența de 50 Ω sunt legaţi în paralel. Pentru ca intensitatea curentului prin fiecare rezistor să fie de 0,2 A, tensiunea de alimentare a grupării trebuie să fie:

a. 100 V **b.** 10 V **c.** 1 V **d.** 0,1 V

3. Știind că simbolurile unităților de măsură sunt cele utilizate în manualele de fizică, rezistivitatea electrică se măsoară în:

a. Ω **b.** Ω/m **c.** Ω/m^2 **d.** Ωm

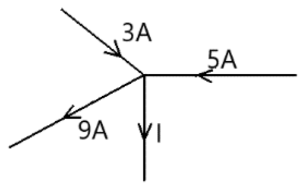
4. Simbolurile mărimilor fizice fiind cele utilizate în manualele de fizică, rezistența electrică echivalentă a grupării în paralel a *n* rezistoare identice *R* se poate exprima prin relația:

a. R^n **b**. nR **c**. R/n **d**. R

5. Într-un nod de circuit, intensitățile curenților sunt cele din figură. Intensitatea I are valoarea și sensul:

a. 17 A, cu sensul din figură **b.** 17 A, cu sens opus celui din figură

c. 1 A, cu sensul din figură **d.** 1 A, cu sens opus celui din figură



SUBIECTUL al II-lea

Rezolvați următoarea problemă:

O baterie este formată din 5 generatoare identice caracterizate de valorile E_0 = 4,5 V și r_0 = 0,5 Ω. Generatoarele, grupate în paralel, alimentează o grupare serie formată din doi rezistori, fiecare având rezistența electrică *R*. Intensitatea curentului electric prin fiecare rezistor este I = 0,5 A. Calculați:

a. tensiunea electromotoare și rezistența internă a bateriei;

b. tensiunea de la bornele bateriei;

c. rezistența *R* a unuia dintre rezistori;

d. intensitatea curentului electric ce străbate gruparea serie a celor doi rezistori dacă generatoarele sunt conectate în serie.

SUBIECTUL al III-lea

Rezolvați următoarea problemă:

Un circuit este format dintr-un generator, cu tensiunea electromotoare de $E = 13$ V și un reostat cu rezistența maximă $R = 24\ \Omega$. Când reostatul are rezistența maximă, tensiunea la bornele lui este $U = 12$ V și puterea disipată este $P = 6$ W. Calculați:

a. Rezistența internă a generatorului;

b. Rezistența R_1 a reostatului pentru care randamentul este 0,75;

c. Rezistența R_m a reostatului pentru care puterea disipată pe el este maximă;

d. Puterea maximă disipată pe reostat.

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.

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

1. O rază de lumină cade pe o suprafață perfect reflectătoare, sub unghiul de incidență $i = 45^o$. Se mărește unghiul de incidență cu 15^o. Noul unghi format de raza incidentă cu raza reflectată are valoarea:

a. 30^o **b.** 60^o **c.** 120^o **d.** 90^o

2. Două lentile, de convergențe $C_1 = 2$ dioptrii, respectiv $C_2 = 4$ dioptrii, formează un sistem optic centrat, astfel încât orice fascicul paralel de lumină care intră în sistem iese tot paralel din acesta. Distanța dintre lentile este:

a. 45 cm **b.** 50 cm **c.** 60 cm **d.** 75 cm

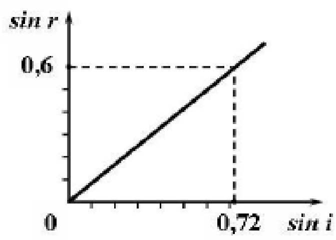
3. Două lentile sferice subțiri, ambele convergente, au distanțele focale egale, $f_1 = f_2 = 0{,}25$ m. Lentilele sunt alipite, formând un sistem optic centrat. Convergența sistemului format astfel are valoarea:

a. 4 dioptrii **b.** 8 dioptrii **c.** 12 dioptrii **d.** 16 dioptrii

4. Un foton cu energia 5 eV cade pe suprafața unui metal și extrage prin efect fotoelectric un electron. Lucrul mecanic de extracție al metalului este 3 eV. Energia cinetică a fotoelectronului este :

a. −2 eV **b.** 2 eV **c.** 2,5 eV **d.** 8 eV

5. O rază de lumină monocromatică trece din apă ($n_1 = 1{,}33$) într-un mediu optic necunoscut cu indicele de refracție n_2. Se studiază fenomenul de refracție al luminii și se trasează dependența $\sin r = f(\sin i)$, obținându-se graficul din figura alăturată. Indicele de refracție al mediului necunoscut este:



a. 1,516 **b.** 1,596 **c.** 1,616 **d.** 1,696

SUBIECTUL al II-lea

Rezolvați următoarea problemă:

O lentilă subțire cu convergența $C_1 = 5$ dioptrii formează, pentru un obiect situat perpendicular pe axa optică principală, o imagine reală de două ori mai mare decât obiectul. La distanța d = 1 m de lentilă se așază o altă lentilă, plan concavă, cu raza de curbură a suprafeței sferice R = 5 cm și indice de refracție n = 1,5. Axele optice principale ale celor două lentile coincid. Determinați:

a. distanța la care este așezat obiectul în fața primei lentile;

b. distanța focală a celei de a doua lentile;

c. distanța la care se formează, față de a doua lentilă, imaginea finală dată de sistemul de lentile;

d. înălțimea imaginii finale, dacă obiectul are înălțimea $y_1 = 10$ cm.

<u>SUBIECTUL al III-lea</u>

Rezolvați următoarea problemă:

Pe catodul unei fotocelule se trimit succesiv două radiații având lungimile de undă λ_1 = 300 nm și respectiv λ_2 = 200 nm. Raportul tensiunilor de stopare a fotoelectronilor emiși sub acțiunea radiațiilor λ_2 și λ_1 este 2. Determinați:

a. energia fotonilor din radiația având lungimea de undă λ_1;

b. lucrul mecanic de extracție a fotoelectronilor din catodul fotocelulei;

c. frecvența de prag;

d. energia cinetică maximă a fotoelectronilor emiși sub acțiunea radiației de lungime de undă λ_2.

Modele/strategii de rezolvare

A. MECANICĂ

SUBIECTUL I

Nr subiect	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
Varianta corectă	d	b	b	b	c

Strategii de rezolvare:

I.1: Desenați forțele care acționează asupra cutiei de pe rampă și descompuneți greutatea în componentele sale G_t și G_n. Observați că pe direcția Ox acționează componenta greutății G_t și forța de frecare F_f.

Comparând G_t și F_f: $G_t = G\cdot\sin\alpha = mg\cdot\sin\alpha = 5\cdot m$ și $F_f = \mu\cdot N = \mu\cdot G_n = \mu mg\cdot\cos\alpha = 2{,}5\sqrt{3}\cdot m$.

Obținem $G_t > F_f$ => cutia coboară uniform accelerat.

I.2: Viteza medie se calculează cu formula: $v_m = \frac{d_{tot}}{v_{tot}}$; $d_{tot} = d_1 + d_2 = \frac{d}{2} + \frac{d}{2} = d$; $t_{tot} = t_1 + t_2$

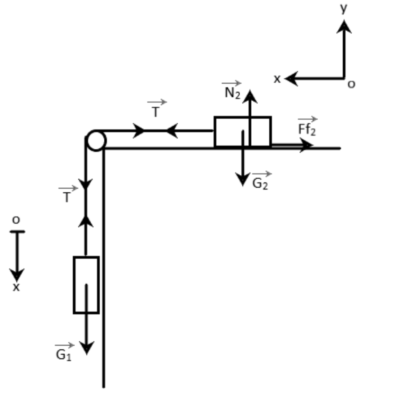
Pentru fiecare porțiune pot aplica legea de mișcare rectilinie uniformă, din care vom calcula expresia timpului de deplasare corespunzător: $\frac{d}{2} = v_1t_1 \Rightarrow t_1 = \frac{d}{2v_1}$; $\frac{d}{2} = v_2t_2 \Rightarrow t_2 = \frac{d}{2v_2}$. Înlocuiți timpii în expresia vitezei medii. Efectuați calculele matematice și veți obține: $v_m = \frac{2v_1v_2}{v_1 + v_2}$

I.3: O mărime vectorială este caracterizată de: mărime, direcție și sens. Aceste mărimi fizice se scriu cu săgeată de vector deasupra simbolului.

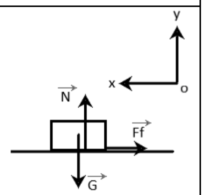
I.4: În mișcarea pe verticală, în care forțele de frecare lipsesc, se conservă energie mecanică, $E_i = E_f$. Starea inițială este corespunzătoare punctului de la sol și starea finală este caracteristică punctului aflat la înălțime maximă, când corpul se oprește. Astfel, $h_i = 0$, $v_f = 0$, $v_i = v_0$ si $h_f = h_{max}$. Calculați energia mecanică pentru cele două stări: $E_i = E_{ci} + E_{pi} = E_{ci} + 0 = \frac{mv_0^2}{2}$ și $E_f = E_{cf} + E_{pf} = 0 + E_{pf} = mgh_{max}$. Rezultă că: $m\frac{v_0^2}{2} = mgh_{max}$ și se obține $h_{max} = \frac{v_0^2}{2g}$. Pentru calcule transformați viteza în m/s.

I.5: Din grafic se observă că pentru o forță deformatoare de 3,5 N, firul elastic s-a alungit cu 4 cm. Transformați alungirea Δl în metri și calculați constanta elastică k a firului pentru aceste valori: $F = k\Delta l \Rightarrow k = \frac{F}{\Delta l} = 87{,}5\,\text{N/m}$. Această valoare a constantei elastice se introduce în relația de calcul a forței care produce o alungire de 2 cm = $2\cdot10^{-2}$m. Noua forță este $F = k\Delta l = 87{,}5\,\text{N/m}\cdot 2\cdot 10^{-2}\,\text{m}$ și faceți calculele.

SUBIECTUL II

	Soluții/strategii de rezolvare
a.	
b.	**b.** Aplicăm principiul fundamental al mecanicii newtoniene și scriem pentru ambele corpuri rezultantele forțelor pe direcția de mișcare: $G_1 - T = m_1 \cdot a$ și $T - F_{f2} = m_2 \cdot a$. Din sistemul format, prin metoda reducerii, se obține: $G_1 - F_{f2} = m_1 \cdot a + m_2 \cdot a$ (1) Rezultanta $R_{y2} = N_2 - G_2 = 0$, ne ajută să calculăm pe $N_2 = G_2$. Astfel, forța de frecare va fi: $F_{f2} = \mu \cdot N_2 = \mu \cdot m_2 g$. Înlocuind în relația (1) se obține: $a = \dfrac{g(m_1 - \mu \cdot m_2)}{m_1 + m_2}$; numeric: $a = 4\ m/s^2$
c.	Înlocuind valoarea accelerației de la punctul a. în prima expresie din sistem se obține: $T = G_1 - m_1 \cdot a = m_1 \cdot (g - a)$; $T = 6\ N$
d.	Deplasare cu viteză constantă înseamnă că rezultantele forțelor care acționează asupra celor două corpuri sunt nule. Se obține : $G_1 - T = 0$ și $T - F_f = 0$. Prin metoda reducerii: $G_1 - F_f = 0$; $F_f = G_1$ => $\mu M g = m_1 g$, de unde $M = \dfrac{m_1}{\mu} = 5\,kg$

SUBIECTUL III

	Soluții/strategii de rezolvare
a.	Mișcare fără frecare pe plan înclinat înseamnă că pe acea porțiune se conservă energia mecanică. $E_A = E_B$; ținând cont că: $v_A = 0$ și $h_B = 0$ => $E_{pA} = E_{cB}$. Folosind expresiile energiilor, $v_B = \sqrt{2gh}$; prin calcule: $v_B = 2\sqrt{10}\ m/s$
b.	Fie un punct D situat între A și B, la înălțimea H, în care corpul are și energie cinetice și potențială. $E_D = E_{cD} + E_{pD}$. Între energia cinetica și energia potențială a acestui punct este relația: $E_c = \dfrac{E_p}{4}$; $E_D = \dfrac{E_{pD}}{4} + E_{pD} = \dfrac{5E_{pD}}{4}$; $E_D = \dfrac{5mgH}{4}$. Cu legea de conservare a energiei mecanice: $E_D = E_A$ => $\dfrac{5mgH}{4} = mgh$. Se obține pentru înălțimea punctului D valoarea: $H = \dfrac{4h}{5} = 1{,}6\,m$
c.	Se calculează rezultantele forțelor pe cele două direcții și se obține: $R_y = N - G = 0$ => $N = G$; $R_x = -F_f = m \cdot a$; se obține: $-\mu mg = ma$, de aici: $a = -\mu g = -2$  În expresia distanței de oprire, $d_{op} = \dfrac{v_0^2}{2a}$, v_0 este viteza punctului de la care începe frânarea, adică punctul B de la baza planului înclinat. Așadar, $d_{op} = \dfrac{v_B^2}{2\mu g}$, adică $d_{op} = 10\,m$
d.	$F_f = \mu mg$; $L_{Ff} = F_f \cdot d_{op} \cdot \cos 180° = -F_f \cdot d_{op}$; $L_{Ff} = -40\ J$

Modele/strategii de rezolvare

B. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ

SUBIECTUL I

Nr subiect	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
Varianta corectă	b	c	b	d	c

Strategii de rezolvare:

I.1: $\frac{[\mu]_{SI}}{[V_\mu]_{SI}} = \frac{\text{kg}}{\text{mol}}\frac{\text{mol}}{\text{m}^3} = \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ Aceasta este unitatea de măsură pentru densitate, în SI.

I.2: Pentru că destinderea este izotermă, temperatura rămâne constantă.

I.3: Din grafic se observă că volumul variază liniar cu temperatura, deci transformarea este izobară.

Aplicând legea transformării $\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$ și utilizând datele din grafic, se găsește că $V_2 = \frac{V_1 T_2}{T_1} = 0,6\,\text{m}^3$.

I.4: În transformarea izocoră lucrul mecanic se calculează $L = p\Delta V = \nu R\Delta T$. Transformând în SI temperatura t_1 se obține $T_1 = 310\text{K}$. Utilizând valorile din problemă se determină L = 415,5 J.

I.5: Pentru fiecare din cele două situații se scrie ecuația de stare $p_1 V = \frac{m_1}{\mu} RT$, respectiv $p_2 V = \frac{m_2}{\mu} RT$.

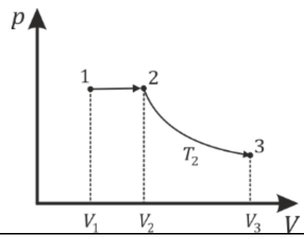
Pentru că se consumă jumătate din cantitatea de gaz, $m_2 = \frac{m_1}{2}$. Împărțind prima ecuație la a doua, se obține $p_2 = \frac{p_1}{2} = 3\,\text{atm}$.

SUBIECTUL II

	Soluții/strategii de rezolvare
a.	Masa unei molecule se calculează $m_0 = \frac{\mu}{N_A} = 5,31\cdot 10^{-26}\,\text{kg}$.
b.	Densitatea în starea inițială este $\rho_1 = \frac{m_1}{V}$. Din ecuația de stare pentru starea inițială scrisă sub forma $p_1 V = \frac{m_1}{\mu} RT_1$ se obține $\rho_1 = \frac{p_1 \mu}{RT_1} = 7,7\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$.
c.	Masa de oxigen consumată se scrie $\Delta m = m_1 - m_2$. Pentru a calcula masele se folosește ecuația de stare pentru fiecare din cele două situații: $p_1 V = \frac{m_1}{\mu} RT$, respectiv $p_2 V = \frac{m_2}{\mu} RT$. Masa consumată va fi $\Delta m = \frac{p_1 V \mu}{RT} - \frac{p_2 V \mu}{RT} = 0,3\,\text{kg}$.

d.	După depozitare, temperatura scade izocor, legea transformării fiind $\frac{p_2}{T} = \frac{p}{T_0}$. Presiunea finală va fi $p = \frac{p_2 T_0}{T} = 1,82 \cdot 10^5\,\text{Pa}$

SUBIECTUL III

	Soluții/strategii de rezolvare
a.	Încălzirea lentă înseamnă că presiunea în cilindru rămâne constantă pe durata încălzirii, deci transformarea 1-2 este izobară. Reprezentarea grafică a transformărilor este 
b.	Energia internă a gazului în starea inițială este $U_1 = \nu C_V T_1 = 1,5\nu R T_1$. Utilizând ecuația de stare $p_1 V_1 = \nu R T_1$, se obține $U_1 = 1,5 p_1 V_1 = 150\,\text{J}$.
c.	Lucrul mecanic total este $L = L_{12} + L_{23}$. Prima transformare este izobară, deci $L_{12} = p_1(V_2 - V_1)$. A doua transformare este izotermă, deci $L_{23} = \nu R T_2 \ln\frac{V_3}{V_2}$. Din datele problemei găsim $L = 238,2\,\text{J}$.
d.	Căldura totală este $Q = Q_{12} + Q_{23}$. Pentru transformarea izobară $Q_{12} = \nu C_P(T_2 - T_1) = 2,5\nu R(T_2 - T_1) = 2,5 p_1(V_2 - V_1)$, iar pentru transformarea izotermă $Q_{23} = L_{23} = \nu R T_2 \ln\frac{V_3}{V_2}$. În final $Q = 388,2\,\text{J}$

Modele/strategii de rezolvare

C. PRODUCEREA ȘI UTILIZAREA CURENTULUI CONTINUU

SUBIECTUL I

Nr subiect	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
Varianta corectă	d	b	d	c	d

Strategii de rezolvare:

I.1: $I = \dfrac{E}{R + r/2} = \dfrac{4,5}{8,5 + 0,5} = 0,5\,\text{A}$

I.2: Gruparea fiind formată din rezistori grupați în paralel, tensiunea pe fiecare din rezistorul grupării este aceeași cu tensiunea pe întreaga grupare, $U = I \cdot R = 50 \cdot 0,2 = 10\,\text{V}$

I.4: Gruparea fiind formată din rezistori grupați în paralel, rezistența echivalentă este $\dfrac{1}{R_p} = \sum_{i=1}^{n} \dfrac{1}{R_i} = \dfrac{n}{R}$,

deci: $R_p = \dfrac{R}{n}$.

I.5: Conform teoremei I a lui Kirchhoff, în nod intră un curent cu intensitatea de 3 A și unul de 5 A și iese un curent cu intensitatea de 9 A și I, deci $3 + 5 = 9 + I$, rezultă $I = -1\text{A}$. Semnul minus arată că I are sens opus celui din desen.

SUBIECTUL II

	Soluții/strategii de rezolvare
a.	Bateria fiind formată din 5 generatoare identice, grupate în paralel $E_p = E_0 = 4,5\,\text{V}$ și $r = \dfrac{r_0}{5} = 0,1\Omega$
b.	Tensiunea la bornele bateriei este $U_b = E - I \cdot r = 4,5 - 0,5 \cdot 0,1 = 4,45\,\text{V}$.
c.	Tensiunea la borne se poate scrie și ca $U_b = I \cdot R_e$. Rezistența echivalentă este a celor două rezistoare grupate în serie $R_e = 2R$. Deci $R = \dfrac{R_e}{2} = \dfrac{U_b}{2I} = \dfrac{4,45}{2 \cdot 0,5} = 4,45\Omega$.
d.	Dacă generatoarele sunt conectate în serie, tensiunea electromotoare echivalentă este $E_S = 5E_0 = 5 \cdot 4,5 = 22,5\,\text{V}$ și rezistența internă echivalentă este $r_S = 5r_0 = 5 \cdot 0,5 = 2,5\Omega$. Deci $I_1 = \dfrac{E_S}{R_e + r_S} = \dfrac{22,5}{8,9 + 2,5} = 1,97\,\text{A}$.

SUBIECTUL III

	Soluții/strategii de rezolvare
a.	Prin definiție $P = U \cdot I$, de unde $I = \frac{P}{U} = \frac{6}{12} = 0,5\,\text{A}$. Știind că $E = U + I \cdot r$, obținem $r = \frac{E - U}{I} = \frac{13 - 12}{0,5} = 2\,\Omega$.
b.	Din formula randamentului $\eta = \frac{R_1}{R_1 + r}$, de unde $R_1 = \frac{\eta r}{1 - \eta} = \frac{0,75 \cdot 2}{1 - 0,75} = 6\,\Omega$.
c.	Puterea disipată pe circuitul exterior este maximă dacă rezistența acestuia este egală cu rezistența internă a generatorului: $R_m = r \Rightarrow R_m = 2\,\Omega$
d.	Din formula puterii $P_m = I^2 \cdot r = \left(\frac{E}{r + r}\right)^2 r = \frac{E^2}{4r^2} \cdot r = \frac{E^2}{4r} = \frac{13^2}{4 \cdot 2} = 21{,}125\,\text{W}$.

Modele/strategii de rezolvare

D. OPTICĂ

SUBIECTUL I

Nr subiect	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
Varianta corectă	c	d	b	b	b

Strategii de rezolvare:

I.1: $i = 45°$; $i' = 45° + 15° = 60°$. Din legea reflexiei: $r' = 60°$. Unghiul format de raza incidentă cu raza reflectată are valoarea $i' + r' = 120°$

I.2: Sistem telescopic: $D = f_1 + f_2$; $D = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}$. Se obține D = 0,75 m = 75 cm

I.3: $C = C_1 + C_2 = \frac{1}{f_1} + \frac{1}{f_2}$, C = 8 dioptrii

I.4: $h \cdot \nu = L + E_c \Rightarrow E_c = h \cdot \nu - L$, $E_c = 2\,\mathrm{eV}$

I.5: $n_1 \sin i = n_2 \sin r$; Din grafic: $\sin i = 0,72$, $\sin r = 0,6$. Prin înlocuire în legea refracției se obține $n_2 = 1,596$

SUBIECTUL II

	Soluții/strategii de rezolvare
a.	$f_1 = \frac{1}{C_1} = 0,20\,\mathrm{m} = 20\,\mathrm{cm}$; $\frac{1}{x_2} - \frac{1}{x_1} = \frac{1}{f_1}$; $\beta_1 = \frac{x_2}{x_1}$ $x_2 = \beta \cdot x_1 \Rightarrow \frac{1}{\beta \cdot x_1} - \frac{1}{x_1} = \frac{1}{f_1} \Leftrightarrow \frac{1-\beta}{\beta \cdot x_1} = \frac{1}{f_1}$; Se obține: $x_1 = \frac{f_1(1-\beta)}{\beta}$. Rezultat final: $-x_1 = 30\,\mathrm{cm}$
b.	$\frac{1}{f} = (n-1)\left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2}\right)$; $f = \frac{1}{(n-1)\left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2}\right)}$. Lentila este plan concavă, cu raza de curbură a suprafeței sferice R $\Rightarrow f_2 = -\frac{R}{n-1}$. Rezultat final: $f_2 = -10\,\mathrm{cm}$
c.	Din $\frac{1}{x_2} - \frac{1}{x_1} = \frac{1}{f_1}$ se obține $x_2 = \frac{f_1 \cdot x_1}{f_1 + x_1}$; $d = x_2 + (-x_1')$; $x_2' = \frac{f_2 \cdot x_1'}{f_2 + x_1'}$ Rezultat final: $x_2' = -8\,\mathrm{cm}$

d.	Pentru prima lentilă: $\beta_1 = \frac{y_2}{y_1} \Rightarrow y_2 = \beta_1 \cdot y_1$; Pentru a 2-a lentilă: $\beta_2 = \frac{y_2'}{y_2}; \beta_2 = \frac{y_2'}{\beta_1 \cdot y_1}$ $\Rightarrow y_2' = \beta_1 \cdot \beta_2 \cdot y_1$; dar $\beta_2 = \frac{x_2'}{x_1'}$. Se obţine: $y_2' = \beta_1 \cdot \frac{x_2'}{x_1'} \cdot y_1 = -4\,\text{cm}$

SUBIECTUL III

	Soluții/strategii de rezolvare
a.	Energia fotonului: $\varepsilon = h \cdot \nu$. Se exprimă frecvența ν in funcție de lungimea de undă, $\lambda = \frac{c}{\nu} \Rightarrow \nu = \frac{c}{\lambda}$ Prin înlocuire în expresia energiei, rezultă: $\varepsilon_1 = \frac{h \cdot c}{\lambda_1}$, $\varepsilon_1 = 6,6 \cdot 10^{-19}\,\text{J}$
b.	Ecuația lui Einstein: $h \cdot \nu = L + E_{c,\max}$; $E_{c,\max} = eU_s, \nu = \frac{c}{\lambda} \Rightarrow \frac{hc}{\lambda} = L + eU_s$ Pentru cele două radiații cu lungimile de undă λ_1 şi respectiv λ_2: $\frac{hc}{\lambda_1} = L + eU_{s1}$; $\frac{hc}{\lambda_2} = L + eU_{s2}$ $eU_{s1} = \frac{hc}{\lambda_1} - L$; $eU_{s2} = \frac{hc}{\lambda_2} - L$, dar $\frac{U_{s2}}{U_{s1}} = 2 \Rightarrow \frac{\frac{hc}{\lambda_2} - L}{\frac{hc}{\lambda_2} - L} = 2$ de unde se obține: $L = \frac{h \cdot c(\lambda_2 - \lambda_1)}{\lambda_1 \cdot \lambda_2}$ Rezultat final: $L = 3,3 \cdot 10^{-19}$ J
c.	$L = h \cdot \nu_0 \Rightarrow \nu_0 = \frac{L}{h}$ Rezultat final: $\nu_0 = 5 \cdot 10^{14}\,\text{Hz}$
d.	$\frac{h \cdot c}{\lambda_2} = h \cdot \nu_0 + E_{c,\max 2}$; $E_{c,\max 2} = h \cdot \left(\frac{c}{\lambda} - \nu_0\right)$ Rezultat final: $E_{c,\max 2} = 6,6 \cdot 10^{-19}\,\text{J}$

Filiera tehnologică

BAREM DE EVALUARE ȘI DE NOTARE **VARIANTA 2**

- Se punctează oricare alte modalități de rezolvare corectă a cerințelor.
- Nu se acordă fracțiuni de punct.
- Se acordă 10 puncte din oficiu. Nota finală se calculează prin împărțirea punctajului total acordat pentru lucrare la 10

A. MECANICĂ

SUBIECTUL I **(5 x 3 puncte = 15 puncte)**

Nr subiect	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
Varianta corectă	d	b	b	b	c

SUBIECTUL II **(15 puncte)**

	Soluție, rezolvare		Punctaj
a.	Pentru reprezentare corectă a forţelor care acţionează asupra corpului	4p	**4p**
b.	$G_1 - T = m_1 a$ $T - F_{f2} = m_2 a$ $a = \dfrac{g(m_1 - \mu \cdot m_2)}{m_1 + m_2}$ $a = 4 m/s^2$	1p 1p 1p 1p	**4p**
c.	$T = G_1 - m_1 a = m_1 \cdot (g - a)$ $T = 6N$	2p 1p	**3p**
d.	$G_1 - T = 0$ si $T - F_f = 0$ $G_1 - F_f = o$ $F_f = G_1 \Rightarrow \mu M g = m_1 g$ $M = \frac{m1}{\mu} = 5$ kg	1p 1p 1p 1p	**4p**

SUBIECTUL III **(15 puncte)**

	Soluție, rezolvare		Punctaj
a.	$E_A = E_B$ $E_{pA} = E_{cB}$ $v_B = \sqrt{2gh}$ $v_B = 2\sqrt{10}$ m/s	1p 1p 1p 1p	**4p**
b.	$E_D = E_{cD} + E_{pD}$ $E_D = \frac{1}{4} E_{pD} + E_{pD} = \frac{5}{4} E_{pD}$ $E_D = \frac{5}{4} mgH$ $E_D = E_A$ $H = \frac{4}{5} h = 1,6$ m	1p 1p 1p 1p	**4p**
c.	Pe planul orizontal $a = -\mu g$ $d_{op} = \frac{vB2}{2\mu g}$ $d_{op} = 10$ m	1p 2p 1p	**4p**
d.	$F_f = \mu m g$ $L_{Ff} = - F_f \cdot d_{op}$ $L_{Ff} = - 40$ J	1p 1p 1p	**3p**

Filiera tehnologică

BAREM DE EVALUARE ȘI DE NOTARE **VARIANTA 2**

- Se punctează oricare alte modalități de rezolvare corectă a cerințelor.
- Nu se acordă fracțiuni de punct.
- Se acordă 10 puncte din oficiu. Nota finală se calculează prin împărțirea punctajului total acordat pentru lucrare la 10

B. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ

SUBIECTUL I **(5 x 3 puncte = 15 puncte)**

Nr subiect	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
Varianta corectă	b	b	b	d	c

SUBIECTUL II **(15 puncte)**

	Soluție, rezolvare		Punctaj
a.	$m_0 = \mu / N_A$ $m_0 = 5{,}31\cdot10^{-26}$ kg	2p 1p	3p
b.	$\rho_1 = m_1 / V$ $p_1V = m_1RT / \mu$ $\rho_1 = 7{,}7$ kg/m^3	1p 2p 1p	4p
c.	$\Delta m = m_1 - m_2$ $p_2V = m_2RT / \mu$ $\Delta m = 0{,}30$ kg	2p 1p 1p	4p
d.	$p'V = m_2RT' / \mu$ $p' = 1{,}82\cdot10^5$ Pa	3p 1p	4p

SUBIECTUL III **(15 puncte)**

	Soluție, rezolvare		Punctaj
a.	Reprezentare corectă	3p	3p
b.	$U_1 = \nu C_V T_1$ $p_1V_1 = \nu RT_1$ $U_1 = 150$ J	2p 1p 1p	4p
c.	$L_1 = p(V_2 - V_1) = pV_1$ $L_2 = \nu RT_2 \ln V_3/V_2$ $L = L_1 + L_2$ $L = 238{,}2$ J	1p 1p 1p 1p	4p
d.	$Q = Q_{12} + Q_{23}$ $Q_{12} = \nu C_p (T_2 - T_1)$ $Q_{23} = \nu RT_2 \ln V_3/V_2$ $Q = 388{,}2$ J	1p 1p 1p 1p	4p

Filiera tehnologică

BAREM DE EVALUARE ȘI DE NOTARE **VARIANTA 2**

- Se punctează oricare alte modalități de rezolvare corectă a cerințelor.
- Nu se acordă fracțiuni de punct.
- Se acordă 10 puncte din oficiu. Nota finală se calculează prin împărțirea punctajului total acordat pentru lucrare la 10

C. PRODUCEREA ȘI UTILIZAREA CURENTULUI CONTINUU

SUBIECTUL I **(5 x 3 puncte = 15 puncte)**

Nr subiect	1	2	3	4	5
Varianta corectă	d	b	d	c	d

SUBIECTUL II **(15 puncte)**

	Soluție, rezolvare		Punctaj
a.	$E=E_0=4,5V$	2p	**4p**
	$r = \frac{r_0}{5} = 0,1\Omega$	2p	
b.	$U_b = E - Ir$	2p	**3p**
	$U_b=4,45V$	1p	
c.	$U_b = IR_e \Rightarrow R_e = \frac{U_b}{I}$	2p	**4p**
	$R = \frac{R_e}{2}$	1p	
	$R=4,45\Omega$	1p	
d.	$E_s = 5E_0 = 22,5V$	1p	**4p**
	$r_s = 5r_0 = 2,5\Omega$	1p	
	$I_s = \frac{E_s}{R_e + r_s} = 1,97A$	2p	

SUBIECTUL III **(15 puncte)**

	Soluție, rezolvare		Punctaj
a.	$I = \frac{P}{U}$	1p	**4p**
	$U = E - Ir \Rightarrow r = \frac{E-U}{I}$	1p	
	$r = 2\Omega$	2p	
b.	$\eta = \frac{R_1}{R_1 + r}$	3p	**4p**
	$R_1=6\Omega$	1p	
c.	Puterea este maximă când R= r => $R_m=2\Omega$	3p	**3p**
d.	$P_m = \frac{E^2}{4r}$	3p	**4p**
	$P_m=21,1W$	1p	

Filiera tehnologică

BAREM DE EVALUARE ŞI DE NOTARE **VARIANTA 2**

- Se punctează oricare alte modalităţi de rezolvare corectă a cerinţelor.
- Nu se acordă fracţiuni de punct.
- Se acordă 10 puncte din oficiu. Nota finală se calculează prin împărţirea punctajului total acordat pentru lucrare la 10

D. OPTICĂ

SUBIECTUL I **(5 x 3 puncte = 15 puncte)**

Nr subiect	1	2	3	4	5
Varianta corectă	c	d	b	b	b

SUBIECTUL II **(15 puncte)**

	Soluţie, rezolvare		Punctaj
a.	$\frac{1}{x_2} - \frac{1}{x_1} = \frac{1}{f_1}$	1p	4p
	$C_1 = \frac{1}{f_1}$	1p	
	$\beta_1 = \frac{x_2}{x_1}$	1p	
	Rezultat final: $-x_1 = 30\text{cm}$	1p	
b.	$\frac{1}{f} = (n-1)\left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2}\right)$	1p	3p
	$f_2 = -\frac{R}{n-1}$	1p	
	Rezultat final: $f_2 = -10\text{cm}$	1p	
c.	$x_2 = \frac{f_1 . x_1}{f_1 + x_1}$	1p	4p
	$d = x_2 + (-x_1')$	1p	
	$x_2' = \frac{f_2 . x_1'}{f_2 + x_1'}$	1p	
	Rezultat final: $x_2' = -8\text{cm}$	1p	
d.	$\beta_1 = \frac{y_2}{y_1}$	1p	4p
	$\beta_2 = \frac{y_2'}{y_2} = \frac{x_2'}{x_1'}$	1p	
	$y_2' = \beta_1 . \frac{x_2'}{x_1'} . y_1$	1p	
	Rezultat final: $y_2 = -4\text{cm}$	1p	

SUBIECTUL III **(15 puncte)**

	Soluţie, rezolvare		Punctaj
a.	$\varepsilon = h.\nu$	2p	4p
	$\varepsilon_1 = \frac{h.c}{\lambda_1}$	1p	
	Rezultat final: $\varepsilon_1 = 6{,}6.\ 10^{-19}\text{J}$	1p	
b.	$h.\nu = L + E_{c,max}$, $E_{c,max} = e.U_S$	1p	4p
	$\frac{h.c}{\lambda_1} = L + e.U_{s1}$, $\frac{h.c}{\lambda_2} = L + e.U_{s2}$	1p	
	$L = \frac{h.c(2.\lambda_2 - \lambda_1)}{\lambda_1.\lambda_2}$	1p	
	Rezultat final: $L = 3{,}3.10^{-19}\text{J}$	1p	
c.	$L = h \cdot \nu_o$	2p	3p
	Rezultat final: $\nu_o = 5.10^{14}\text{Hz}$	1p	
d.	$\frac{h.c}{\lambda_2} = h.\nu_o + E_{c,max2}$	2p	4p
	$E_{c,max2} = h.\left(\frac{c}{\lambda_2} - \nu_o\right)$	1p	
	Rezultat final: $E_{c,max2} = 6{,}6.\ 10^{-19}\text{J}$	1p	

A. MECANICĂ

Se consideră accelerația gravitațională g = 10 m/s^2.

SUBIECTUL I.

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

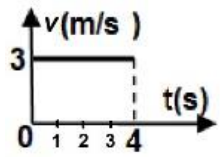
1. Un corp este sigur în mișcare, dacă are:

a. energie potențială **b.** energie cinetică
c. o poziție față de un SRI **d.** greutate

2. Simbolurile mărimilor fizice și ale unităților de măsură fiind cele utilizate în manualele de fizică, unitatea de măsură echivalentă cu $N \cdot m \cdot s^{-1}$ este:

a. J **b.** adimensională **c.** kg **d.** W

3. Distanța parcursă de un corp aflat în mișcare rectilinie, a cărui viteză evoluează în timp conform graficului din figură, în intervalul dintre secundele 1 și 3 a deplasării sale, este de:



a. 6 m **b.** 12 m **c.** 3 m **d.** 9 m

4. Unul dintre capetele unui resort, de masă neglijabilă și de constantă elastică k = 250 N/m, este fixat de tavan. La capătul liber al resortului se atârnă un corp, care îi produce acestuia o alungire Δl = 2 cm. Întregul sistem se află în repaus. Masa corpului atârnat de resort este:

a. 5 kg **b.** 0,5 kg **c.** 50 kg **d.** 500 kg

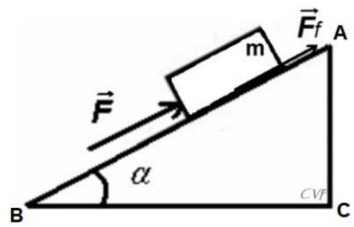
5. Două forțe concurente, având între ele unghiul de 180°, au rezultanta egală în modul cu modulul uneia dintre ele. În cazul în care aceleași două forțe sunt perpendiculare, noua rezultantă va avea modulul, față de modulul rezultantei precedente, multiplicat cu:

a. 2,5 **b.** $\sqrt{3}$ **c.** 2 **d.** $\sqrt{5}$

SUBIECTUL al II-lea

Rezolvați următoarea problemă:

Un corp de masă m se deplasează pe un plan înclinat de unghi α, sub acțiunea unei forțe F îndreptate în susul planului, ca în figura alăturată.



a. Știind că F_f este forța de frecare dintre corp și planul înclinat să se precizeze dacă corpul urcă sau coboară pe plan, argumentând pe baza elementelor grafice din figură.

b. Care este masa minimă pe care trebuie să o aibă corpul pentru ca situația din figură să poată avea loc, și care este condiția pe care trebuie să o îndeplinească unghiul $\boldsymbol{\alpha}$?

c. Identificați elementele vectorului accelerație al corpului pe planul înclinat pentru cazul în care masa acestuia este jumătate din masa calculată la punctul precedent, mărimile F și μ rămânând aceleași.

d. Ce viteză va avea la baza planului înclinat un cub de gheață, dacă este lăsat să alunece liber din vârful acestuia, forța F fiind îndepărtată (în acest caz se consideră $\mu = 0$).

Se cunosc: valoarea forței $\boldsymbol{F}$ (N); coeficientul de frecare la alunecare **μ**; lungimea planului înclinat, **AB** = $\boldsymbol{l}$ (m) și unghiul $\boldsymbol{\alpha}$.

SUBIECTUL al III-lea

Rezolvați următoarea problemă:

Un autoturism având masa m = 1000 kg, al cărui motor dezvoltă o putere P = 20 kW se deplasează cu viteza constantă v = 72 km/h pe o șosea orizontală. La un moment dat motorul se oprește și autoturismul își continuă deplasarea cu motorul oprit, fără a frâna. Forțele de rezistență la înaintare sunt constante, asimilate forței de frecare la alunecare (F_f).

a. Reprezentând simbolic autoturismul sub forma unui dreptunghi, reprezentați forțele care acționează asupra acestuia și orientarea vectorului viteză, după oprirea motorului;

b. Calculați valoarea forței de tracțiune a motorului.

c. Determinați lucrul mecanic efectuat de forțele de rezistență la înaintare din momentul opririi motorului până la oprirea
autoturismului;

d. Ce distanță parcurge autoturismul din momentul opririi motorului până la oprirea sa completă?

B. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ

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: $p \cdot V = \nu RT$

SUBIECTUL I.

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

1. Dintre mărimile fizice de mai jos, mărimea fizică adimensională este:

a. energia internă **b.** căldura molară **c.** masa moleculară relativă **d.** temperatura

2. Unitatea de temperatură din scara Kelvin, comparativ cu unitatea din scara Celsius este:

a. mai mare **c**. mai mică atunci când intervin temperaturi mai mari decât 0 °C

b. egală **d**. mai mare atunci când intervin temperaturi mai mici decât 0 °C

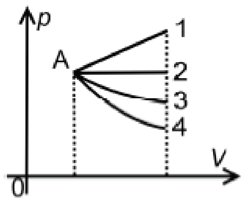
3. O masă de gaz aflată inițial la temperatura T se destinde până la dublarea volumului astfel încât energia internă rămâne constantă. Temperatura gazului în starea finală este:

a. T/2 **b.** T **c.** 2T **d.** 4T

4. Un mol de gaz ideal biatomic aflat într-un cilindru cu piston se destinde adiabatic, dublându-și volumul. Căldura schimbată de gaz cu exteriorul este egală cu:

a. 350 J **b.** 336 J **c.** 2,45 J **d.** 0 J

5. O cantitate de gaz ideal se destinde din aceeași stare inițială A până la același volum final. Gazul efectuează cel mai mare lucru mecanic în procesul:

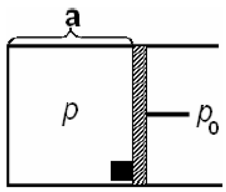


a. A-4 **b.** A-3 **c.** A-2 **d.** A-1

SUBIECTUL al II-lea

Rezolvați următoarea problemă:

Într-un cilindru orizontal prevăzut cu piston mobil este închisă o cantitate $\nu = 0,5$ mol de gaz ideal, ca în figura alăturată. Gazul se află inițial la temperatura $t_1 = 7°C$ și la presiunea $p_1 = p_0/2$. Pistonul are aria $S = 8,31\ \text{dm}^2$. Un sistem de blocare împiedică deplasarea pistonului în sensul comprimării gazului, dar permite deplasarea cu frecare neglijabilă în sensul măririi volumului. Presiunea atmosferică are valoarea $p_0 = 10^5$ Pa. Determinați:



a. lungimea „a” a porțiunii ocupate de gaz în starea inițială;

b. numărul de molecule din unitatea de volum în starea inițială;

c. temperatura T_2 până la care trebuie încălzit gazul astfel încât pistonul să înceapă să se deplaseze;

d. temperatura T_3 până la care trebuie încălzit gazul, astfel încât lungimea porțiunii ocupate de gaz să se dubleze. Cilindrul este suficient de lung.

SUBIECTUL al III-lea

Rezolvați următoarea problemă:

Un gaz de masă dată și căldură molară izocoră $C_V = \frac{5}{2}R$, ocupă volumul $V_1 = 50$ L la presiunea $p_1 = 3 \cdot 10^5$ N/m^2. Gazul este supus unui șir de transformări simple succesive: 1. încălzire izocoră până când presiunea devine $p_2 = 2p_1$; 2. destindere izotermă până când presiunea devine $p_3 = p_1$; 3. răcire izobară până în starea inițială.

a. Reprezentați grafic procesul în coordonate p-V.

b. Determinați căldura schimbată de gaz cu exteriorul în transformarea izocoră.

c. Determinați lucrul mecanic schimbat de gaz cu mediul exterior în transformarea izotermă

d. Determinați energiei interne în transformarea izobară. Se dă ln2 = 0,692.

C. PRODUCEREA ȘI UTILIZAREA CURENTULUI CONTINUU

Valoarea sarcinii electrice elementare $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ C

SUBIECTUL I.

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

1. Unitatea de măsură pentru tensiunea electrică, exprimată în funcție de unități de măsură din SI, este:

a. $J \cdot A^{-1} \cdot m$ **b.** $J \cdot A^{-1} \cdot s^{-1}$ **c.** $J^{-1} \cdot A \cdot s$ **d.** $J \cdot A \cdot s$

2. Rezistivitatea electrică a unui conductor depinde de:

a. lungimea conductorului

b. secțiunea conductorului

c. natura materialului din care este confecționat conductorul

d. lungimea și secțiunea conductorului

3. Dacă simbolurile mărimilor fizice sunt cele utilizate în manualele de fizică, energia electrică degajată de un rezistor (R = const.) la trecerea unui curent electric continuu prin rezistor are expresia:

a. $U/(R \cdot t)$ **b.** $U^2 \cdot t/R$ **c.** $U \cdot I^2 \cdot t$ **d.** $R \cdot I \cdot t$

4. Un generator de curent continuu debitează putere maximă pe un consumator. Randamentul circuitului este in acest caz:

a. 100% **b.** 80% **c.** 75% **d.** 50%

5. Un rezistor este confecționat din sârmă de crom-nichel ($\rho \cong 1,12 \cdot 10^{-6}\ \Omega \cdot m$) cu diametrul d = 0,75 mm. Dacă i se aplică tensiunea electrică U = 120 V, în rezistor se disipă puterea P =600 W. Lungimea rezistorului este:

a. $l \cong 6,25$ m **b.** $l \cong 7,65$ m **c.** $l \cong 8,56$ m **d.** $l \cong 9,46$ m

SUBIECTUL al II-lea

Rezolvați următoarea problemă:

Un circuit, care cuprinde rezistorii R_1 și R_2 legați în serie, este alimentat de un generator cu tensiunea electromotoare E=12V. Tensiunea la bornele generatorului este U=10V. Pe rezistorul R_1=4Ω se produce o cădere de tensiune U_1=8V. Rezistorul R_2 este confecționat dintr-un fir de aluminiu cu secțiunea $S = 8,46\ mm^2$ și rezistivitatea electrică $\rho = 2,82 \cdot 10^{-8}\ \Omega m$.

a. Reprezentați schema circuitului electric.

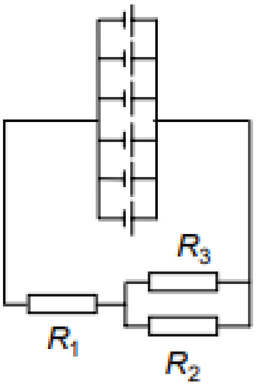
b. Determinați intensitatea curentului din circuit.

c. Determinați rezistența interioară a generatorului.

d. Determinați lungimea firului de aluminiu.

SUBIECTUL al III-lea

Rezolvați următoarea problemă:



Un număr n = 6 generatoare identice, având fiecare t.e.m E și rezistența interioară r = 6 Ω, sunt grupate în paralel și incluse într-un circuit electric format din trei rezistoare legate ca în schema electrică din figura alăturată. Rezistențele rezistoarelor au valorile: $R_1 = 5\ \Omega$, $R_2 = 6\ \Omega$, $R_3 = 4\ \Omega$. Energia electrică disipată în rezistorul R_2 în timpul Δt =1 min este $W_2 = 12{,}96$ kJ. Determinați:

a. intensitatea curentului electric prin rezistorul de rezistență R_2;

b. intensitatea curentului electric care parcurge rezistorul R_1;

c. intensitatea curentului electric ce străbate unul dintre generatoare;

d. puterea electrică totală furnizată de un generator circuitului electric.

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.

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

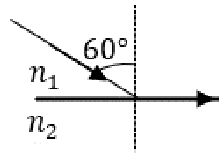
1. Frecvența radiației luminoase cu lungimea de undă în vid egală cu 500 nm este egală cu:

a. $3 \cdot 10^{14}$ Hz **b.** $4 \cdot 10^{14}$ Hz **c.** $6 \cdot 10^{14}$ Hz **d.** $8 \cdot 10^{14}$ Hz

2. Convergența unei lentile divergente aflate în aer este:

a. adimensională; **b.** nulă; **c.** pozitivă; **d.** negativă.

3. Dacă o rază de lumină urmează drumul trasat în figura alăturată, între indicii de refracție ai celor două medii există relația:



a. $2n_1 = 1,73n_2$ **b.** $1,73n_1 = 2n_2$ **c.** $n_1 = 2n_2$ **d.** $2n_1 = n_2$

4. Un obiect luminos este așezat perpendicular pe axa optică principală a unei lentile convergente cu distanța focală *f*. Pe un ecran se observă imaginea clară a obiectului. Înălțimea imaginii este egală cu înălțimea obiectului. Distanța dintre obiect și imaginea sa este:

a. $f/2$ **b.** f **c.** $2f$ **d.** $4f$

5. Simbolurile mărimilor fizice și ale unităților de măsură sunt cele utilizate în manualele de fizică. Unitatea de măsură a mărimii exprimate prin produsul $h \cdot \nu$ este:

a. J **b.** W **c.** $J \cdot s^{-1}$ **d.** $W \cdot s^{-1}$

SUBIECTUL al II-lea

Rezolvați următoarea problemă:

O lentilă subțire, cu distanța focală $f_1 = 25$ cm, formează pe un ecran imaginea clară unui obiect liniar aflat la 75 cm în fața ei. Obiectul este așezat perpendicular pe axa optică principală.

a. Determinați distanța dintre obiect și ecran.

b. Realizați un desen în care să evidențiați construcția imaginii obiectului considerat prin lentilă, în situația descrisă de problemă.

c. De prima lentilă se alipește o a doua lentilă cu convergența $C_2 = 1\ \delta$. Calculați distanța la care trebuie așezat obiectul față de sistemul de lentile, astfel încât pe ecranul așezat într-o poziție convenabilă să se observe o imagine clară de două ori mai mare ca obiectul.

d. Calculați convergența primei lentile la introducerea acesteia în apă ($n_{lentilă} = 1,5$, $n_{apă} = 4/3$).

SUBIECTUL al III-lea

Rezolvați următoarea problemă:

O rază de lumină, care se propagă prin aer ($n_{aer} \cong 1$), este incidentă sub un unghi i = 60° pe una din fețele unei lame cu fețe plan paralele de grosime h = 1 cm și indice de refracție $n = \sqrt{3}$.

a. desenați mersul razei de lumină prin lamă;

b. determinați unghiul sub care raza de lumină iese din lamă;

c. determinați deviația razei de lumină în urma trecerii prin lamă;

d. determinați drumul parcurs de lumină prin lamă.

Modele/strategii de rezolvare

A. MECANICĂ

SUBIECTUL I

Nr subiect	1	2	3	4	5
Varianta corectă	b	d	a	b	d

Strategii de rezolvare:

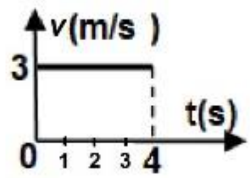
I.1:

Mișcarea unui corp față de un SRI presupune viteză nenulă a corpului respectiv față de acel SRI. În consecință, dacă un corp are energie cinetică nenulă, are viteză nenulă și este sigur în mișcare față de un SRI convenabil ales. Nici unul dintre celelalte răspunsuri nu presupune condiții care să oblige la existența vitezei nenule.

I.2:

Se observă că $N\cdot m\cdot s^{-1}$ se poate scrie ca $\frac{N\cdot m}{s}$, ceea ce corespunde raportului dintre lucrul mecanic [exprimat ca produs dintre forță (Newton) și distanță (metru)] și timp (exprimat în secunde), definiția puterii mecanice, a cărei unitate de măsură este watt-ul (W).

I.3:



Din grafic se observă că viteza de deplasare a corpului este constantă, având valoarea $v = 3$ m/s. Intervalul dintre secundele 1 și 3 corespunde unui $\Delta t = 2$ s.
Fiind, așadar, în cazul unei mișcări rectilinii uniforme (MRU), distanța se calculează imediat din legea de mișcare: $d = v\cdot\Delta t$. Numeric: $d = 6$ m

I.4:

Repausul sistemului se realizează prin echilibrarea greutății corpului cu forța elastică din resort.
Considerând expresiile celor două forțe și datele problemei, se scrie: $m\cdot g = k\cdot\Delta l$, rezultând imediat masa corpului: $m = \frac{k\cdot\Delta l}{g}$, ceea ce numeric înseamnă: $m = \frac{250\frac{N}{m}\cdot 2\cdot 10^{-2}\,m}{10\frac{m}{s^2}} = 0,5\,kg.$

I.5:

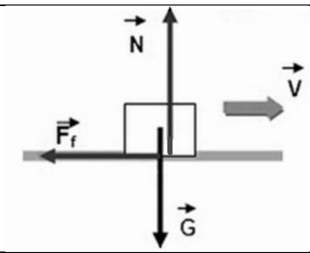
Din prima condiție rezultă că una dintre forțe are în modul valoarea dublul celeilalte, F și respectiv 2F, rezultanta lor fiind așadar R = F. Compunând cele doua forțe după direcții perpendiculare se obține rezultanta: R' = $R' = \sqrt{F^2 + (2F)^2} = F\sqrt{5}$, adică $R' = R\sqrt{5}$ are modul multiplicat cu $\sqrt{5}$ față de R.

SUBIECTUL II

	Soluții/strategii de rezolvare
a.	Din figură se observă că, deși forța exterioară aplicată corpului $\vec{F}$, are orientarea paralelă cu planul înclinat, în susul acestuia, din orientarea forței de frecare, $\vec{F}_f$, rezultă clar sensul de deplasare al corpului, opus sensului forței de frecare. Adică, în acest caz, corpul coboară pe planul înclinat.
b.	Forța care deplasează corpul în josul planului înclinat este componenta tangențială a greutății $\vec{G}_t$, așa cum este aceasta cunoscută din studiul deplasării unui corp de masă m pe un plan înclinat de unghi α (respectiv $G_t = m \cdot g \cdot \sin\alpha$). Așadar este rezonabil să se presupună că, pentru un α dat, mărimea lui $\vec{G}_t$ dependentă de m, va avea un minim, care să echilibreze forțele orientate în sens opus, valoare sub care corpul nu se deplasează. Acest minim se obține atunci când rezultanta forțelor dint-un sens este egală în modul cu rezultanta forțelor din sensul opus și corespunde unui minim al masei corpului. Analitic: m = minim ⇔ $G_t = F + F_f$ ⇔ $m \cdot g \cdot \sin\alpha = F + \mu \cdot m \cdot g \cdot \cos\alpha$ Unde μ este coeficientul de frecare la alunecare dintre corp și planul înclinat. Calculând rezultă: $m = \frac{F}{g(\sin\alpha - \mu\cos\alpha)}$. Cum m > 0, finit, rezultă imediat și o condiție pentru unghiul α, care se poate exprima pornind de la: $\sin\alpha > \mu \cdot \cos\alpha$; de unde: $\mathrm{tg}\alpha > \mu$; sau $\alpha > \mathrm{arctg}\,\mu$
c.	Din condiția ca masa corpului să fie $m' = \frac{m}{2}$, cum m era masa minimă pentru deplasarea în josul planului înclinat sub acțiunea forței $\vec{F}$ orientată ca în figură, se poate estima în mod rezonabil că la valori sub masa minimă, aceeași forță $\vec{F}$ va determina mișcarea corpului în susul planului înclinat. Scriind bilanțul proiecțiilor forțelor pe o axă paralelă cu planul înclinat, obținem $F - F_f - G_t = m'a$, unde a este accelerația corpului; explicitând rezultă: $F - \mu m' g\cos\alpha - m' g\sin\alpha = m'a$, de unde rezultă imediat expresia accelerației: $a = \frac{F}{m'} - g(\mu\cos\alpha + \sin\alpha)$ Înlocuind în expresia de mai sus $m' = \frac{m}{2} = \frac{F}{2g(\sin\alpha - \mu\cos\alpha)}$ (conform m determinat la pct. b), accelerația corpului pe planul înclinat se calculează: $a = g\left(\sin\alpha - 3\mu\cos\alpha\right)$. Ținând seama de faptul că α ϵ (0, π/2), pentru μ dat, se determină imediat semnul expresiei pentru a, de mai sus, în funcție de α, ceea ce conduce și la discuția privind $\vec{a}$ astfel: $\sin\alpha > 3\mu\cos\alpha$ (sau $\mathrm{tg}\alpha > 3\mu$) ; a > 0, mișcare accelerată în sus (sensul $\vec{a}$ în susul planului înclinat) $\sin\alpha < 3\mu\cos\alpha$ (sau $\mathrm{tg}\alpha < 3\mu$) ; a < 0, mișcare încetinită în sus (sensul $\vec{a}$ în josul planului înclinat)
d.	Cerința poate fi tratată energetic (conservarea energiei), sau cinetic (ecuația lui Galilei), rezultatul fiind în ambele cazuri, desigur, același.

	Energetic: $mgh = \frac{mv^2}{2}$ unde h = AC = l·sinα Cinetic: $v^2 = 2al$ unde a = g·sinα, conform expresiei lui a de mai sus pentru μ = 0 Rezultă așadar: $v = \sqrt{2gl \cdot \sin\alpha}$

SUBIECTUL III

	Soluții/strategii de rezolvare
a.	
b.	Exprimând puterea mecanică sub forma: $P = F \cdot v$, unde F este valoarea forței dezvoltate de motor, rezultă imediat: $F = \frac{P}{v}$ Numeric: $P = 20 \cdot 10^3$ W , v = 20 m/s, rezultând: F = 1000 N
c.	Din teorema variației energiei cinetice: $L = \Delta E_c$ unde L este lucrul mecanic al forței rezultante (în cazul nostru forța de rezistență rezultantă) Iar $\Delta E_c = 0 - E_c$, cu $E_c = \frac{mv^2}{2}$. Calculând rezultă: $L = -2 \cdot 10^5$ J
d.	Pornind de la lucrul mecanic efectuat de forțele de rezistență (asimilate unei forțe de frecare la alunecare): $L = F_f \cdot d$. Dar, din condiția: v = constant (a = 0) se găsește: $F_f = -F = -1000$ N. Rezultă imediat: $d = \frac{L}{F_f}$. Numeric: $d = \frac{-2 \cdot 10^5\ J}{-10^3\ N}$ adică d = 200 m

Modele/strategii de rezolvare

B. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ

SUBIECTUL I

Nr subiect	1	2	3	4	5
Varianta corectă	c	b	b	d	d

Strategii de rezolvare:

I.1: Masa moleculară relativă: m_r – **numărul** care ne arată de câte ori masa unei molecule este mai mare decât a 12-a parte din masa atomică a izotopului de carbon ${}_{6}^{12}C$.

I.2: Unitatea de temperatură din scara Kelvin este egală cu unitatea din scara Celsius.

I.3: $U = const. \Rightarrow \Delta U = 0 \Leftrightarrow \Delta U = \nu \cdot C_V \cdot \Delta T \Rightarrow \Delta T = 0 \Rightarrow T = const.$

I.4: Într-o transformare adiabatică, căldura schimbată de gaz cu exteriorul este egală cu zero.

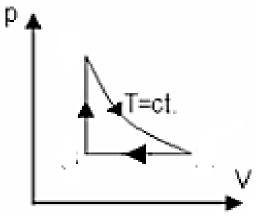
I.5: Din figură se observă că aria cuprinsă între A-1 şi abscisă este cea mai mare, deci lucrul mecanic efectuat în această transformare este cel mai mare.

SUBIECTUL II

	Soluții/strategii de rezolvare
a.	Ecuația de stare termică: $p_1 \cdot V_1 = \nu \cdot R \cdot T_1$ $p_1 = \dfrac{p_0}{2}$, $V_1 = a \cdot S$ Rezultă, $\dfrac{p_0}{2} \cdot a \cdot S = \nu \cdot R \cdot T_1$ Rezultat final: $a = 28\text{cm}$
b.	$n = \dfrac{N}{V}$ $\dfrac{p_0}{2} \cdot V_1 = \nu \cdot R \cdot T_1$, $\nu = \dfrac{N}{N_A}$ Se obține: $n = \dfrac{N}{V_1} = \dfrac{p_0 \cdot N_A}{2 \cdot R \cdot T_1}$ Rezultat final: $n \approx 1{,}3.10^{25}\ \text{m}^{-3}$
c.	$V_1 = V_2$ Se aplică legea transformării izocore: $\dfrac{p_0}{2 \cdot T_1} = \dfrac{p_0}{T_2}$ Se obține: $T_2 = 2 \cdot T_1 \Rightarrow T_2 = 560\,\text{K}$
d.	$p_2 = p_3 = p_0$

	Se aplică legea transformării izobare: $\frac{V_2}{T_2}=\frac{V_3}{T_3}$ Din enunț: $V_3=2\cdot V_2$ Se obține: $T_3=2\cdot T_2$ Rezultat final: $T_3=1120\,\mathrm{K}$

SUBIECTUL III

	Soluții/strategii de rezolvare
a.	
b.	În transformarea izocoră 1-2: $Q_{12}=\nu\cdot C_V\cdot(T_2-T_1)$ Se aplică ecuația de stare termică pentru stările 1 şi 2: $p_1\cdot V_1=\nu\cdot R\cdot T_1$, $p_2\cdot V_2=\nu\cdot R\cdot T_2$ Înlocuind, se obține: $Q_{12}=\frac{5}{2}(p_2\cdot V_2-p_1\cdot V_1)$ Dar $p_2=2\cdot p_1$ Se obține: $Q_{12}=\frac{5}{2}p_1\cdot V_1$ Rezultat final: $Q_{12}=37500\,\mathrm{J}=37,5\,\mathrm{kJ}$
c.	În transformarea izotermă 2-3: $L_{23}=\nu\cdot R\cdot T_2\ln\frac{V_3}{V_2}$ $p_2\cdot V_2=\nu\cdot R\cdot T_2$ Se aplică legea transformării izoterme: $p_2\cdot V_2=p_3\cdot V_3\Rightarrow V_3=2V_1$ Se obține: $L_{23}=2p_1\cdot V_1\ln 2$ Rezultat final: $L_{23}=20760\,\mathrm{J}=20,76\,\mathrm{kJ}$
d.	Variaţia energiei interne în transformarea izobară 3-1: $\Delta U_{31}=\nu\cdot C_V\cdot\Delta T=\nu\cdot C_V(T_1-T_3)$ Se aplică ecuația de stare termică pentru stările 3 şi 1. $C_V=\frac{5}{2}R$ $\Delta U_{31}=\frac{5}{2}(p_1\cdot V_1-p_3\cdot V_3)=\frac{5}{2}(p_1\cdot V_1-2p_1\cdot V_1)=-\frac{5}{2}p_1\cdot V_1$ Rezultat final: $\Delta U_{31}=-37500\,\mathrm{J}=-37,5\,\mathrm{kJ}$

Modele/strategii de rezolvare

C. PRODUCEREA ȘI UTILIZAREA CURENTULUI CONTINUU

SUBIECTUL I

Nr subiect	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
Varianta corectă	b	c	b	d	d

Strategii de rezolvare:

I.1: Știind că formula tensiunii electrice poate fi scrisă sub forma: $U = \dfrac{W}{I \cdot \Delta t}$, unitatea de măsură a acesteia poate fi exprimată prin: $[\mathrm{U}]_{\mathrm{S.I.}} = \dfrac{[\mathrm{W}]_{\mathrm{S.I.}}}{[\mathrm{I}]_{\mathrm{S.I.}} \cdot [\Delta \mathrm{t}]_{\mathrm{S.I.}}} = \dfrac{\mathrm{J}}{\mathrm{A} \cdot \mathrm{s}} = \mathrm{J} \cdot \mathrm{A}^{-1} \cdot \mathrm{s}^{-1}$.

I.3: Expresia energiei electrice degajate de un rezistor (R = const.) la trecerea unui curent electric continuu prin rezistor are expresia: $W = U \cdot I \cdot t = \dfrac{U^2}{R} \cdot t = U^2 \cdot t / R$ unde intensitatea este dată de: $I = \dfrac{U}{R}$

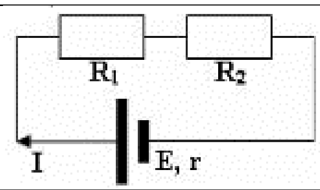
I.4: Un generator de curent continuu debitează putere maximă pe un consumator dacă și numai dacă rezistența electrică pe circuitul exterior este egală cu rezistența interioară. Cum randamentul este dat de relația; $\eta = \dfrac{R}{R+r}$ și $R = r$, rezultă $\eta = \dfrac{r}{r+r} = \dfrac{r}{2r} = \dfrac{1}{2} = 0,5 = 50\%$.

I.5: Dându-se puterea și tensiunea electrică, putem afla rezistența electrică a rezistorului $R = \dfrac{U^2}{P} = \dfrac{120^2}{600} = 24\,\Omega$. Pentru un conductor liniar rezistența electrică este de forma: $R = \dfrac{\rho \cdot l}{S}$. Aria secțiunii transversale a unui conductor cilindric este

$$S = \pi \cdot r^2 = \frac{\pi \cdot d^2}{4} = \frac{3,14 \cdot \left(0,75 \cdot 10^{-3}\right)^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 0,5625 \cdot 10^{-6}}{4} = 0,44 \cdot 10^{-6}\ \mathrm{m}^2.$$

Din aceste relații obținem lungimea rezistorului ca fiind: $l = \dfrac{R \cdot S}{\rho} = \dfrac{24 \cdot 0,44 \cdot 10^{-6}}{1,12 \cdot 10^{-6}} = 9,46\ \mathrm{m}$.

SUBIECTUL II

	Soluții/strategii de rezolvare
a.	

b.	Intensitatea curentului este aceeași prin fiecare rezistor, deci: $I = \dfrac{U_1}{R_1} = \dfrac{8}{4} = 2\ \text{A}$.
c.	Din bilanțul tensiunilor: $E = U + I \cdot r$. De aici obținem: $r = \dfrac{E-U}{I} = \dfrac{12-10}{2} = 1\,\Omega$.
d.	Valoarea rezistenței R_2 din circuit este $R_2 = \dfrac{U-U_1}{I} = \dfrac{10-8}{2} = 1\,\Omega$. Pe un conductor liniar rezistența electrică este de forma: $R = \dfrac{\rho \cdot l}{S}$, de unde obținem lungimea rezistorului ca fiind: $l = \dfrac{R_2 \cdot S}{\rho} = \dfrac{1 \cdot 8{,}46 \cdot 10^{-6}}{2{,}82 \cdot 10^{-8}} = 300\ \text{m}$.

SUBIECTUL III

	Soluții/strategii de rezolvare
a.	Din formula energiei disipate pe un rezistor: $W_2 = R_2 \cdot I_2^2 \cdot \Delta t$, obținem intensitatea curentului electric prin rezistorul de rezistență R_2: $I_2 = \sqrt{\dfrac{W_2}{R_2 \cdot \Delta t}} = \sqrt{\dfrac{12960}{6 \cdot 60}} = \sqrt{36} = 6\ \text{A}$. Observație: 12,96 kJ = 12960 J și 1 min = 60 s.
b.	Prin R_1 circulă curentul I_1. La bornele grupării în paralel a rezistoarelor R_2 și R_3 se măsoară aceeași tensiune electrică $U_2=U_3$, deci $I_2 \cdot R_2 = I_3 \cdot R_3$, de unde obținem: $I_3 = \dfrac{I_2 \cdot R_2}{R_3} = \dfrac{6 \cdot 6}{4} = 9\ \text{A}$. Aplicând teorema I a lui Kirchhoff, vom scrie: $I_1 = I_2 + I_3 = 6 + 9 = 15\ \text{A}$.
c.	Cele n generatoare fiind identice și grupate în paralel, prin fiecare dintre acestea circulă aceeași intensitate. Intensitatea curentului electric ce străbate unul dintre generatoare este: $I_S = \dfrac{I_1}{n} = \dfrac{15}{6} = 2{,}5\ \text{A}$.
d.	Puterea electrică totală furnizată de un generator circuitului electric este dată de relația: $P = E \cdot I_S$. Rezistența echivalentă a grupării de rezistoare este dată de relația: $R_e = R_1 + \dfrac{R_2 \cdot R_3}{R_2 + R_3} = 5 + \dfrac{4 \cdot 6}{4+6} = 7{,}4\,\Omega$. Tensiunea electromotoare a grupării de generatoare este aceeași , deoarece generatoarele sunt grupate în paralel: $E = I_1\left(R_e + \dfrac{r}{6}\right) = 15 \cdot \left(7{,}4 + \dfrac{6}{6}\right) = 15 \cdot 8{,}4 = 126\ \text{V}$. Ținând cont de acestea: $P = 126 \cdot 2{,}5 = 315\ \text{W}$.

Modele/strategii de rezolvare

D. OPTICĂ

SUBIECTUL I

Nr subiect	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
Varianta corectă	c	d	b	d	a

Strategii de rezolvare:

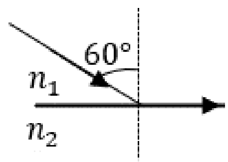
I.1:

Lungimea de undă reprezintă distanța parcursă de undă în decurs de o perioadă, într-un mediu dat: $\lambda = v.T$. Pentru aer $v = c \Rightarrow \ \nu = \dfrac{c}{\lambda}$; $\nu = \dfrac{3\cdot10^8}{500\cdot10^{-9}} \ \Rightarrow \ \nu = 6\cdot10^{14}$ Hz.

I.2:

Convergența este inversul distanței focale a lentilei subțiri: $C = \dfrac{1}{f} = \left(\dfrac{n_{lentila}}{n_{mediu}} - 1\right)\left(\dfrac{1}{R_1} - \dfrac{1}{R_2}\right)$. Pentru lentilele divergente $C < 0$.

I.3:



Conform legii refracției: $n_1 \sin i = n_2 \sin r$;

$n_1 \sin 60° = n_2 \sin 90° \Rightarrow n_1 \dfrac{\sqrt{3}}{2} = n_2 \Rightarrow n_1\sqrt{3} = 2n_2$.

I.4:

Distanța dintre obiect și imagine este: $D = x_2 + |x_1|$

Înălțimea imaginii este egală cu înălțimea obiectului $\Rightarrow y_2 = -y_1$; comparând cu a doua relație a lentilelor subțiri (mărirea liniară transversală) $\beta = \dfrac{y_2}{y_1} = \dfrac{x_2}{x_1}$, se obține: $x_2 = -x_1$. Înlocuind în formula fundamentală a lentilelor subțiri: $\dfrac{1}{f} = \dfrac{1}{x_2} - \dfrac{1}{x_1}$ se obține: $x_2 = 2f = |x_1| \ \Rightarrow \ D = x_2 + |x_1| = 4f$.

I.5:

$h\cdot\nu = \varepsilon_{foton} \Rightarrow \left[\varepsilon_{foton}\right]_{SI} = \mathrm{J}$.

SUBIECTUL II

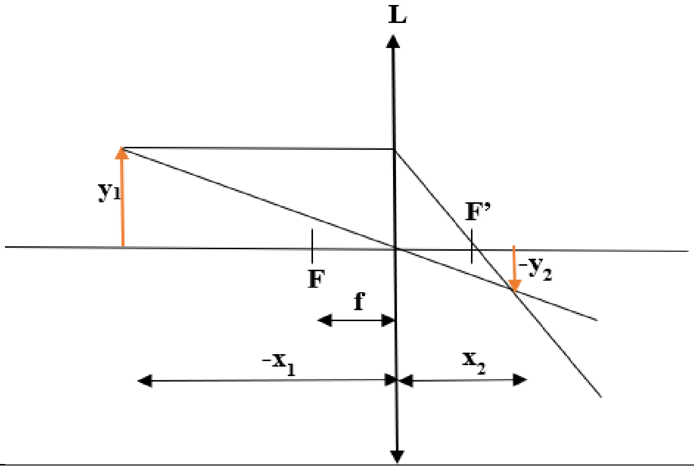
	Soluții/strategii de rezolvare
a.	Distanța dintre obiect și imagine este: $d = x_2 + |x_1|$

$$\frac{1}{f_1}=\frac{1}{x_2}-\frac{1}{x_1}$$

$$x_2=\frac{fx_1}{f+x_1}=\frac{25\cdot(-75)}{25+(-75)}=37,5\,(\mathrm{cm})$$

Rezultat final: $d=112,5$ cm

b. Realizarea corectă a desenului



c. A doua relație a lentilelor subțiri (mărirea liniară transversală) $\beta'=\frac{y_2'}{y_1'}=\frac{x_2'}{x_1'}$

Imaginea clară de două ori mai mare ca obiectul: $y_2'=-2y_1'$

Convergența sistemului de lentile: $C_s=C_1+C_2=4+(-1)=3\Rightarrow f_s=\frac{1}{C_s}=\frac{1}{3}$

Relația finală obținută este: $x_1'=f_s\frac{1-\beta'}{\beta'}=\frac{1}{3}\cdot\frac{1-(-2)}{(-2)}$

Rezultat final: $x_1'=-50$ cm

d. Convergența unei lentilei subțiri: : $C=\frac{1}{f}=\left(\frac{n_{lentila}}{n_{mediu}}-1\right)\left(\frac{1}{R_1}-\frac{1}{R_2}\right)$.

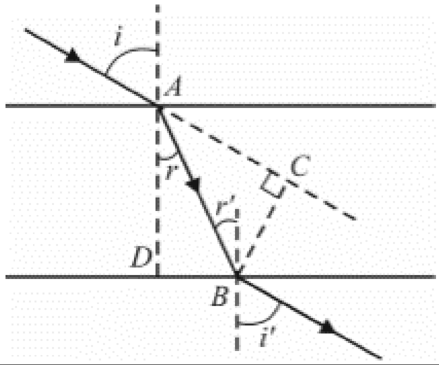
$$C_1'=\left(\frac{n_{lentila}}{n_{apa}}-1\right)\left(\frac{1}{R_1}-\frac{1}{R_2}\right)\quad(1)$$

$$C_1=(n_{lentila}-1)\left(\frac{1}{R_1}-\frac{1}{R_2}\right)\Rightarrow\left(\frac{1}{R_1}-\frac{1}{R_2}\right)=\frac{C_1}{(n_{lentila}-1)}\quad(2)$$

Înlocuind în (1) relația (2) se obține: $C_1'=\left(\frac{n_{lentila}}{n_{apa}}-1\right)\frac{C_1}{(n_{lentila}-1)}$

Rezultat final: $C_1'=1\,\delta$

SUBIECTUL III

	Soluții/strategii de rezolvare
a.	Realizarea corectă a desenului 
b.	Conform legii refracției: $n_1 \sin i = n_2 \sin r$ $n_{aer} \sin i = n \sin r$; $n \sin r' = n_{aer} \sin i'$; $r' = r = 30°$ (alterne interne) Rezultat final: $i = i' = 60°$
c.	Din legea refracției: $\sin r = \dfrac{n_{aer} \sin i}{n}$; $\sin r = \dfrac{1}{2}$ $\Rightarrow r = 30°$ În triunghiul ABC: $\sin A = \dfrac{BC}{AB} \Rightarrow BC = AB \cdot \sin(i - r)$ (1) Din triunghiul ADB: $\cos r = \dfrac{AD}{AB} \Rightarrow AB = \dfrac{AD}{\cos r}$ (2) Înlocuind în (1) relația (2) se obține: $BC = \dfrac{h}{\cos r} \sin(i - r)$ Rezultat final: $BC = 0,58$ cm
d.	$\text{AB} = \dfrac{AD}{\cos r}$ Rezultat final: $\text{AB} = 1,15$ cm

Filiera tehnologică

BAREM DE EVALUARE ȘI DE NOTARE **VARIANTA 3**

• Se punctează oricare alte modalități de rezolvare corectă a cerințelor.
• Nu se acordă fracțiuni de punct.
• Se acordă 10 puncte din oficiu. Nota finală se calculează prin împărțirea punctajului total acordat pentru lucrare la 10

A. MECANICĂ

SUBIECTUL I **(5 x 3 puncte = 15 puncte)**

Nr subiect	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
Varianta corectă	b	d	a	b	d

SUBIECTUL II **(15 puncte)**

	Soluție, rezolvare		Punctaj
a.	Corpul coboară Forța de frecare are sens opus deplasării (sau formulări similare corecte)	2p 1p	**3p**
b.	m = minim ⇔ $G_t = F + F_f$. $mg\sin\alpha = F + \mu mg\cos\alpha$ $m = \frac{F}{g(\sin\alpha - \mu\cos\alpha)}$ oricare dintre: $\sin\alpha > \mu\cos\alpha$; $tg\alpha > \mu$; $\alpha > arctg\ \mu$	1p 1p 1p 1p	**4p**
c.	$F - F_f - G_t = ma$ $a = g(\sin\alpha - 3\mu\cos\alpha)$ $\sin\alpha > 3\mu\cos\alpha$ (sau $tg\alpha > 3\mu$) ; mișcare accelerată în sus (sens $\vec{a}$ în susul planului înclinat) $\sin\alpha < 3\mu\cos\alpha$ (sau $tg\alpha < 3\mu$) ; mișcare încetinită în sus (sens $\vec{a}$ în josul planului înclinat)	1p 1p 1p 1p	**4p**
d.	Oricare dintre: $\frac{mv^2}{2} = mgh$ (h = AC) – energetic ; $v^2 = 2g(\sin\alpha)l$ – cinetic $h = l\sin\alpha$. $v = \sqrt{2gh}$ (sau $v = \sqrt{2gl\sin\alpha}$)	2p 1p 1p	**4p**

SUBIECTUL III **(15 puncte)**

	Soluție, rezolvare		Punctaj
a.	Reprezentare corectă greutate și reacțiune normală la plan Reprezentare corectă forțe de rezistență ca forță de frecare Omiterea din reprezentare a forței de tracțiune	1p 1p 1p	**3p**
b.	$P = Fv$ (se punctează și $P = \frac{L}{t}$) $F = \frac{P}{v}$ $P = 20\cdot10^3$ W , v = 20 m/s F = 1000 N	1p 1p 1p 1p	**4p**
c.	$L = \Delta E_c$ $\Delta E_c = 0 - Ec$ $Ec = \frac{mv^2}{2}$ $L = -4\cdot10^5$ J	1p 1p 1p 1p	**4p**
d.	$L = F_f\cdot d$ v = constant ; $F_f = -F = -1000$ N $d = \frac{L}{F_f}$ d = 400 m	1p 1p 1p 1p	**4p**

Filiera tehnologică

BAREM DE EVALUARE ȘI DE NOTARE **VARIANTA 3**

- Se punctează oricare alte modalități de rezolvare corectă a cerințelor.
- Nu se acordă fracțiuni de punct.
- Se acordă 10 puncte din oficiu. Nota finală se calculează prin împărțirea punctajului total acordat pentru lucrare la 10

B. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ

SUBIECTUL I **(5 x 3 puncte = 15 puncte)**

Nr subiect	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
Varianta corectă	c	b	b	d	d

SUBIECTUL II **(15 puncte)**

	Soluție, rezolvare		Punctaj
a.	$p_1 .V_1 = \nu.R.T_1$ $\frac{p_o}{2}.a.S = \nu.R.T_1$ Rezultat final: a =28 cm	1p 1p 1p	**3p**
b.	$n = \frac{N}{V}$ $\frac{N}{V} = \frac{p_o N_A}{2.R.T_1}$ Rezultat final: $n \approx 1{,}3.10^{25}\ m^{-3}$	1p 2p 1p	**4p**
c.	$V_1 = V_2$ $\frac{p_o}{2.T_1} = \frac{p_o}{T_2}$ Rezultat final: $T_2 = 560K$	1p 2p 1p	**4p**
d.	$p_2 = p_3 = p_o$ $\frac{V_2}{T_2} = \frac{2.V_2}{T_3}$ $T_3 = 2.T_2$ Rezultat final: $T_3 = 1120K$	1p 1p 1p 1p	**4p**

SUBIECTUL III **(15 puncte)**

	Soluție, rezolvare		Punctaj
a.	Reprezentare grafică corectă	3p	**3p**
b.	$Q_{12} = \nu C_V \Delta T = \nu C_V(T_2 - T_1)$ $p_1 .V_1 = \nu.R.T_1$, $p_2 .V_2 = \nu.R.T_2$ $Q_{12} = \frac{5}{2}(p_2V_2 - p_1V_1) = \frac{5}{2}(2p_1V_1 - p_1V_1) = \frac{5}{2}p_1V_1$ Rezultat final: $Q_{12} = 37500J = 37{,}5\ kJ$	1p 1p 1p 1p	**4p**
c.	$L_{23} = \nu RT_2 \ln\frac{V_3}{V_2}$ $p_2V_2 = p_3V_3$ $L_{23} = 2p_1V_1 \ln 2$ Rezultat final: $L_{23} = 20760J = 20{,}76kJ$	1p 1p 1p 1p	**4p**
d.	$\Delta U_{31} = \nu C_V \Delta T = \nu C_V(T_1 - T_3)$ $\Delta U_{31} = \frac{5}{2}(p_1V_1 - p_3V_3) = \frac{5}{2}(p_1V_1 - 2p_1V_1) = -\frac{5}{2}p_1V_1$ Rezultat final: $\Delta U_{31} = -37500J = -37{,}5kJ$	1p 2p 1p	**4p**

Filiera tehnologică

BAREM DE EVALUARE ȘI DE NOTARE **VARIANTA 3**

Se punctează oricare alte modalități de rezolvare corectă a cerințelor.
Nu se acordă fracțiuni de punct.
Se acordă 10 puncte din oficiu.
Nota finală se calculează prin împărțirea punctajului total acordat pentru lucrare la 10

C. PRODUCEREA ȘI UTILIZAREA CURENTULUI CONTINUU

SUBIECTUL I **(5 x 3 puncte = 15 puncte)**

Nr subiect	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
Varianta corectă	b	c	b	d	d

SUBIECTUL II **(15 puncte)**

	Soluție, rezolvare		Punctaj
a.	Reprezentarea corecta a circuitului electric	4p	**4 p**
b.	$I = \frac{U_1}{R_1}$	2p	**3 p**
	I=2A	1p	
c.	U=E-rI	2p	**4 p**
	$r = \frac{E-U}{I}$	1p	
	r=1Ω	1p	
d.	$U_2 = U - U_1$	1p	**4p**
	$R_2 = \frac{U_2}{I}$	1p	
	$R = \rho\frac{l}{S} \rightarrow l = \frac{R\cdot S}{l}$	1p	
	l=300 m	1p	

SUBIECTUL III **(15 puncte)**

	Soluție, rezolvare		Punctaj
a.	$W_2 = R_2 \cdot I_2^2 \cdot \Delta t$	3 p	**4p**
	$I_2 = 6A$	1 p	
b.	$U_2 = U_3$	1 p	**4p**
	$I_3 = R_2 \cdot I_2 / R_3 \rightarrow I_3 = 9A$	1p	
	$I_1 = I_2 + I_3$	1p	
	$I_1 = 15A$	1 p	
c.	$I_s = \frac{I_1}{6}$	2 p	**3p**
	$I_s = 2{,}5A$	1 p	

d.	$P = E \cdot I_s$ $E = I_1\left(R_e + \frac{r}{6}\right)$ $R_e = R_1 + \frac{R_2 \cdot R_3}{R_2 + R_3}$ P=315 W	1 p 1 p 1 p 1 p	**4p**

BAREM DE EVALUARE ȘI DE NOTARE **VARIANTA 3**

- Se punctează oricare alte modalități de rezolvare corectă a cerințelor.
- Nu se acordă fracțiuni de punct.
- Se acordă 10 puncte din oficiu. Nota finală se calculează prin împărțirea punctajului total acordat pentru lucrare la 10

D. OPTICĂ

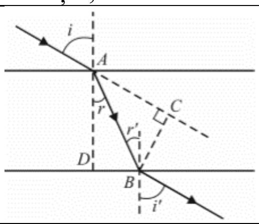
SUBIECTUL I **(5 x 3 puncte = 15 puncte)**

Nr subiect	1	2	3	4	5
Varianta corectă	c	d	b	d	a

SUBIECTUL II **(15 puncte)**

	Soluție, rezolvare		Punctaj
a.	$\frac{1}{f_1} = \frac{1}{x_2} - \frac{1}{x_1}$	1p	**4p**
	$x_2 = \frac{f x_1}{f + x_1}$	1p	
	$d = x_2 + \lvert x_1 \rvert$	1p	
	Rezultat final: $d = 112{,}5\ cm$	1p	
b.	Realizarea corectă a desenului	3p	**3p**
c.	$\beta' = \frac{y_2'}{y_1'} = \frac{x_2'}{x_1'}$	1p	**4p**
	$y_2' = -2y_1'$	1p	
	$C_s = C_1 + C_2$		
	$x_1' = f_s \frac{1-\beta'}{\beta'}$	1p	
	Rezultat final: $x_1' = -50\ cm$	1p	
d.	$C_1' = \left(\frac{n_{lentila}}{n_{apa}} - 1\right)\left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2}\right)$	1p	**4p**
	$C_1 = (n_{lentila} - 1)\left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2}\right)$	1p	
	$C_1' = \left(\frac{n_{lentila}}{n_{apa}} - 1\right)\frac{C_1}{(n_{lentila} - 1)}$	1p	
	Rezultat final: $C_1' = 1\delta$	1p	

SUBIECTUL III **(15 puncte)**

	Soluție, rezolvare		Punctaj
a.		4p	**4p**
b.	$n_{aer} \sin i = n \sin r$	1p	**4p**
	$n \sin r' = n_{aer} \sin i'$	1p	
	$r' = r = 30°$ (alterne interne)	1p	
	Rezultat final: $i = i' = 60°$	1p	
c.	$\sin r = \frac{n_{aer} \sin i}{n}$	1p	**4p**
	$\sin r = \frac{1}{2} \Rightarrow r = 30°$	1p	
	$BC = AB \sin(i - r) = \frac{AD}{\cos r}\sin(i - r)$	1p	
	Rezultat final: $BC = 0{,}58\ m$	1p	

d.	$AB = \dfrac{AD}{\cos r}$ Rezultat final: $AB = 1{,}15\ cm$	2p 1p	**3p**

A. MECANICĂ

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

SUBIECTUL I.

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

1. Știind că simbolurile mărimilor fizice și ale unităților de măsură sunt cele utilizate în manualele de fizică, unitatea de măsură a mărimii $\mu \cdot G$ în S.I. poate fi scrisă sub forma:

a. kgm^2/s^3 **b.** kg ·m/s **c..** $kg \cdot m^2/s$ **d.** $kg \cdot m/s^2$

2. Precizați care dintre forțele prezentate mai jos este neconservativă:

a. greutatea **b.** forța elastică **c.** forța de frecare **d.** forța coulombiană

3. Un corp de masă m cade liber, în câmp gravitațional uniform, de la înălțimea h. Valoarea energiei cinetice a corpului la înălțimea h/3 este:

a. $m \cdot g \cdot h$ **b.** $m \cdot g \cdot h/3$ **c.** $2m \cdot g \cdot h/3$ **d.** $m \cdot g \cdot h/2$

4. Un corp cu masa m este suspendat succesiv de două resorturi având constantele elastice k_1 și k_2, producând alungirile x_1, respectiv x_2. Raportul x_1 / x_2 este:

a. k_1 / k_2 **b.** k_2 / k_1 **c.** k_1^2 / k_2^2 **d.** k_2^2 / k_1^2

5. Două corpuri de mase $m_1 = 1$ kg și $m_2 = 0,5$ kg așezate pe un plan orizontal sunt legate printr-un fir inextensibil. De corpul m_1 se trage orizontal cu o forță $F_1 = 9$ N. Se neglijează frecările. Tensiunea din fir are valoarea:

a. 3N **b.** 4,5N **c.** 6N **d.** 8N

SUBIECTUL al II-lea

Rezolvați următoarea problemă:

Un corp de masă $m = 500$g coboară cu frecare, pornind din repaus, pe un plan înclinat de unghi $\alpha = 60°$. Viteza corpului (exprimată în m/s) depinde de timp (exprimat în s) conform ecuației $v = 5 \cdot t$. Determinați:

a. valoarea forței normale de apăsare exercitată de corp asupra planului înclinat;

b. accelerația corpului;

c. coeficientul de frecare la alunecare dintre corp și planul înclinat;

d. forța paralelă cu planul necesară pentru urcarea uniformă a corpului pe planul înclinat, considerând coeficientul de frecare la alunecare dintre corp și plan $\mu = 1,73$.

SUBIECTUL al III-lea

Rezolvați următoarea problemă:

Un tren cu masa $M = 210$ t se deplasează uniform, pe o linie orizontală, cu viteza $v = 108$ km/h, sub acțiunea unei forțe de tracțiune constante $F = 42$ kN. La un moment dat, ultimul vagon de masă $m = 10$ t este decuplat, trenul continuându-și mișcarea sub acțiunea aceleiași forțe de tracțiune. Se consideră că toate forțele de rezistență sunt direct proporționale cu greutățile: $Fr = k \cdot G$. Determinați:

a. puterea mecanică dezvoltată de tren în timpul mișcării sale uniforme.

b. energia cinetică a trenului înainte de decuplarea vagonului;

c. accelerația cu care se va mișca trenul după decuplarea ultimului vagon.

d. distanța parcursă de vagonul desprins, din momentul desprinderii până în momentul opririi acestuia.

B. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ

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: $p \cdot V = \nu RT$

SUBIECTUL I.

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

1. Unitatea de măsură în S.I. a mărimii fizice exprimate prin produsul dintre presiune și volum se poate scrie în forma:

a. $N \cdot m^2$ **b.** $N \cdot m^3$ **c.** $N \cdot m$ **d.** $N \cdot m^{-2}$

2. Dacă într-un proces termodinamic al unui gaz ideal temperatura și masa rămân constante:

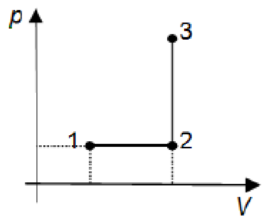
a. gazul nu schimbă căldură cu mediul exterior

b. lucrul mecanic efectuat de gaz este egal cu variația energiei sale interne

c. căldura schimbată de gaz cu mediul este egală cu variația energiei sale interne

d. energia internă a gazului se menține constantă

3. O cantitate dată de gaz ideal efectuează transformarea 1-2-3 reprezentată în coordonate *p-V* în figura alăturată. Relația dintre energiile interne ale gazului în cele trei stări este:



a. $U_1 > U_2 > U_3$

b. $U_1 < U_2 < U_3$

c. $U_1 > U_2 < U_3$

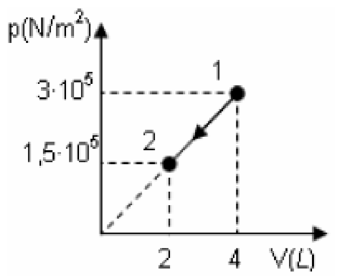
d. $U_1 < U_2 > U_3$

4. Se răcește un gaz ideal cu ΔT, printr-o transformare izobară. Temperatura inițială a gazului pentru care volumul acestuia se mărește cu 1/5 din valoarea inițială este:

a. 1/5ΔT **b.** 5ΔT **c.**10ΔT **d.** 2ΔT

(3p)

5. Un mol de gaz ideal, este supus unei transformări reprezentate grafic în figura alăturată. Lucrul mecanic schimbat de gaz cu mediul exterior este egal cu:



a. −900 J **b.** −450 J

c. 900 J **d.** 450 J

SUBIECTUL al II-lea

Rezolvați următoarea problemă:

Două baloane cu pereți rigizi au volumele $V_1 = 0,6 \text{ m}^3$, respectiv $V_2 = 0,2 \text{ m}^3$ și conțin o masă totală m = 8g de heliu (μ_{He} = 4g /mol). Baloanele comunică între ele printr-un tub subțire prevăzut cu robinetul R care inițial este închis. Temperatura sistemului este menținută constantă. Inițial, presiunile gazului în cele două baloane sunt $p_1 = 2 \cdot 10^4$ N/m^2, respectiv $p_2 = 6 \cdot 10^4$ N/m^2. Determinați:

a. numărul total de moli de heliu din sistem

b. valoarea inițială a raportului densităților gazului din cele două baloane

c. presiunea gazului din cele două baloane după deschiderea robinetului

d. temperatura gazului.

<u>SUBIECTUL al III-lea</u>

Rezolvați următoarea problemă:

Un mol de gaz monoatomic cu căldura molară izocoră $C_V = 1,5R$ se află într-o stare inițială 1 cu $T_1 = 300$ K. Din această stare gazul se destinde izobar până într-o stare 2 apoi printr-o transformare izocoră ajunge într-o stare 3 din care revine în starea inițială printr-o transformare izotermă. Căldura totală schimbată de gaz cu exteriorul în transformările 1-2 și 2-3 este $Q_{123} = 831$ J.

a. Reprezentați grafic transformarea ciclică în coordonate p-V

b. Calculați valoarea temperaturii gazului în starea 2

c. Determinați valoarea raportului dintre volumul maxim și volumul minim atinse în cursul transformărilor

d. Calculați lucrul mecanic schimbat de gaz cu exteriorul în transformarea 3-1. Se va lua $\ln\frac{4}{3} \cong 0,28$.

C. PRODUCEREA ȘI UTILIZAREA CURENTULUI CONTINUU

Valoarea sarcinii electrice elementare $e = 1{,}6 \cdot 10^{-19}$ C

SUBIECTUL I.

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

1. Unitatea de măsură a rezistenței electrice poate fi scrisă sub forma:

a. $W \cdot A$ **b.** $V \cdot A$ **c.** $V \cdot A^{-1}$ **d.** $A^{-1} \cdot W^2$

2. Simbolurile mărimilor fizice fiind cele utilizate în manualele de fizică, dependența rezistivității electrice a unui conductor de temperatură este dată de:

a. $\rho = \rho_0 \alpha t$ **b.** $\rho = \rho_0 (1 - \alpha t)$ **c.** $\rho = \rho_0 (1 + \alpha t)$ **d.** $\rho = \frac{\rho_0}{1 + \alpha t}$

3. Unei grupări serie de rezistori având rezistențe egale, conectați la o sursă de tensiune constantă, i se adaugă în serie încă un rezistor, identic cu primii. Intensitatea curentului prin sursă:

a. crește **b.** rămâne constantă **c.** scade **d.** nu se poate preciza

4. La bornele unui generator electric, de tensiune electromotoare $E = 12$ V și rezistență internă $r = 2\ \Omega$, se leagă un rezistor de rezistență electrică $R_1 = 18\ \Omega$. Tensiunea la bornele generatorului este:

a. 24,0V **b.** 10,8V **c.** 6,0V **d.** 0,6V

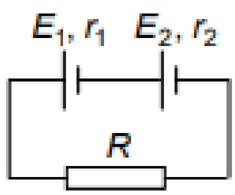
5. Doi rezistori identici au rezistența echivalentă a grupării paralel de $4\ \Omega$. Dacă vor fi conectați în serie, rezistența echivalentă va fi:

a. 16Ω **b.** 2Ω **c.** 3Ω **d.** 4Ω

SUBIECTUL al II-lea

Rezolvați următoarea problemă:

Pentru circuitul electric reprezentat în figura alăturată sunt cunoscute valorile: $E_1 = 12$ V, $r_1 = 1\ \Omega$, $E_2 = 24$ V, $r_2 = 2\ \Omega$. Rezistorul este un baston de grafit având raza secțiunii transversale $r = 1$ mm și lungimea $l = 15{,}7$ cm ($\cong 5\pi$ cm). Grafitul are rezistivitatea $\rho = 6 \cdot 10^{-5}\ \Omega$m. Determinați:



a. rezistența rezistorului;

b. t.e.m și rezistența generatorului echivalent (cu care poate fi înlocuită gruparea celor două generatoare);

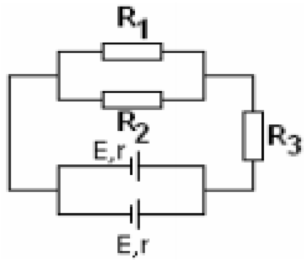
c. intensitatea curentului electric din circuit;

d. intensitatea curentului electric din circuit dacă sursa cu tensiunea electromotoare E_1=12V își inversează polaritatea.

SUBIECTUL al III-lea

Rezolvați următoarea problemă:

Circuitul electric a cărui diagramă este ilustrată în figura alăturată conține două surse identice având fiecare t.e.m. $E = 36$ V și rezistența internă $r = 1,8\ \Omega$ și trei rezistori având rezistențele electrice: $R_1 = 7\ \Omega$, $R_2 = 3\ \Omega$ și $R_3 = 6\ \Omega$. Determinați:



a. intensitatea curentului prin rezistorul R_3;

b. căldura disipată prin rezistorul R_3 în timp de 5 minute;

c. puterea electrică consumată în circuitul exterior;

d. randamentul circuitului electric.

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.

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

1. O rază de lumină se propagă în aer și pătrunde într-un mediu cu $n = \sqrt{3}$ sub un unghi de incidență de 60°. Unghiul dintre raza refractată și cea reflectată are valoarea:

a. 90° **b.** 30° **c.** 120° **d.** 150°

2. O lentilă divergentă are distanța focală $f = -4$ m. Convergența lentilei este:

a. – 0,5 δ **b.** – 0,25 δ **c.** 0,25 δ **d.** 0,5 δ

3. Simbolurile mărimilor fizice și ale unităților de măsură sunt cele utilizate în manualele de fizică. Energia unui foton este dată de relația:

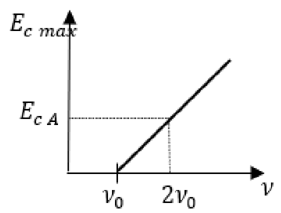
a. $\varepsilon = \frac{h \cdot \nu}{c}$ **b.** $\varepsilon = \frac{h \cdot \lambda}{c}$ **c.** $\varepsilon = \frac{h \cdot c}{\lambda}$ **d.** $\varepsilon = \frac{h \cdot c}{\nu}$

4. Dioptria este:

a. convergența unei lentile oarecare **b.** convergența unei lentile convergente

c. convergența unei lentile cu $f = 1$ m **d.** convergența unei lentile divergente

5. Pe catodul metalic al unei celule fotoelectrice sunt incidente radiații electromagnetice cu frecvență variabilă. În graficul din figura alăturată este reprezentată dependența energiei cinetice maxime a fotoelectronilor emiși de frecvența radiației incidente. Energia cinetică maximă a fotoelectronilor emiși corespunzătoare punctului A din grafic este:



a. $3h\nu_0$ **b.** $2h\nu_0$ **c.** $1{,}5h\nu_0$ **d.** $h\nu_0$

SUBIECTUL al II-lea

Rezolvați următoarea problemă:

O lentilă este așezată între un obiect luminos cu înălțimea $h_1 = 10$ mm și un ecran. Se constată că dacă lentila este poziționată la distanța $d_1 = 30$ cm față de obiect, pe ecran se obține o imagine răsturnată având înălțimea $h_2 = 20$ mm.

a. Calculați distanța dintre obiect și imagine în situația descrisă în problemă.

b. Determinați distanța focală a lentilei.

c. Realizați un desen în care să evidențiați construcția imaginii prin lentilă, pentru obiectul considerat, în situația descrisă de problemă.

d. Lentila este deplasată între obiectul și ecranul aflate în poziții fixe. Se constată că există și o a doua poziție a lentilei pentru care pe ecran se obține o imagine clară. Calculați înălțimea imaginii obținute pe ecran în acest al doilea caz.

SUBIECTUL al III-lea

Rezolvați următoarea problemă:

Suprafața unui catod este iluminată succesiv cu radiații având lungimile de undă $\lambda_1 = 278\,\mathrm{nm}$ și $\lambda_2 = 245\,\mathrm{nm}$. Tensiunile de stopare aferente sunt $U_{s1} = 0,66\,\mathrm{V}$ şi $U_{s2} = 1,26\,\mathrm{V}$. Calculați:

a. valoarea constantei lui Planck;

b. lucrul mecanic de extracție al fotocatodului;

c. frecvența de prag metalului fotocatodului;

d. viteza maximă a fotoelectronilor emiși.

Modele/strategii de rezolvare

A. MECANICĂ

SUBIECTUL I

Nr subiect	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
Varianta corectă	d	c	c	b	a

Strategii de rezolvare:

I.1: Coeficientul de frecare este adimensional. Astfel, produsul dintre el și greutate va avea ca unitate de măsură newtonul, care este unitatea de măsură a forței. Folosind formula principiului fundamental al mecanicii clasice: F = m · a, rezultă că $N = kg\frac{m}{s^2} = kg \cdot m \cdot s^{-2}$

I.2: O forță este neconservativă dacă efectuează un lucru mecanic dependent de drumul parcurs, nu doar de poziția punctelor extreme ale traiectoriei.

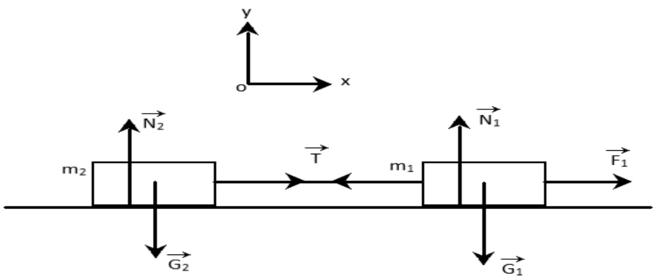
I.3: Unui corp în cădere liberă, în câmp gravitațional, i se conservă energia mecanică. Notez cu A punctul de plecare, de sus, aflat la înălțimea h și în care viteza corpului este 0, deoarece cade liber. Cu B notez punctul situat la înălțimea h / 3, în care corpul are și energie cinetică și potențială.

Scrieți expresia legii de conservare a energiei mecanice pentru acest caz: $E_A = E_B$ și înlocuind pe fiecare energie de acolo se obține: $mgh = E_{cB} + mg\frac{h}{3}$, de unde $E_{cB} = mgh - mg\frac{h}{3} = \frac{2mgh}{3}$

I.4: Forța care deformează cele două resorturi este greutatea corpului: G = mg și dacă înlocuim în formula forței deformatoare, avem, $mg = k_1 \cdot x_1$ și, $mg = k_2 \cdot x_2$.

Împărțind aceste expresii membru la membru: $1 = \frac{k_1x_1}{k_2x_2}$, de unde se obține: $\frac{x_1}{x_2} = \frac{k_2}{k_1}$

I.5: Se reprezintă forțele care acționează asupra corpurilor și se scrie expresiile rezultantelor forțelor pentru fiecare corp în parte.

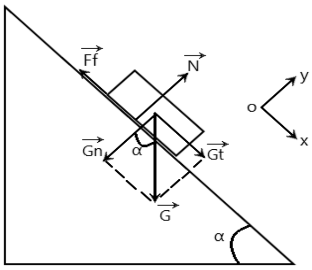
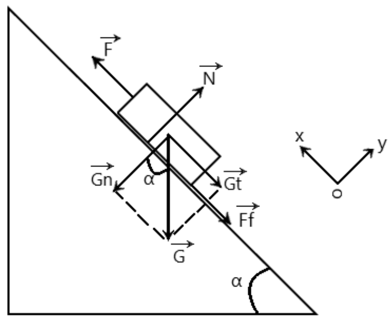


$F_1 - T = m_1 \cdot a$ și $T = m_2 \cdot a$

Se scoate accelerația din a doua formulă, $a = T/m_2$

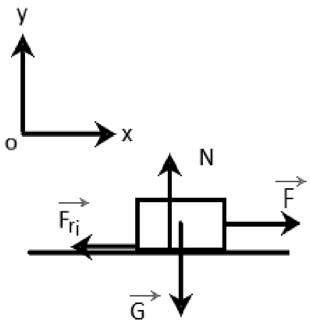
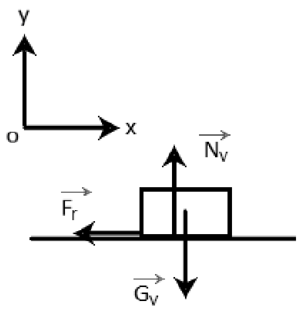
și se înlocuiește în prima relație. Separăm termenii care conțin tensiunea: $F_1 = T + T\frac{m_1}{m_2}$, scoatem factor comun T în membrul din dreapta și apoi calculăm tensiunea $T = F_1 \Big/ \left(1 + \frac{m_1}{m_2}\right) = \frac{F_1m_2}{m_1 + m_2}$

SUBIECTUL II

	Soluții/strategii de rezolvare
a.	Se reprezintă forțele care acționează asupra corpului și se descompune greutatea G în cele două componente: G_n și G_t . Din rezultanta R_y de pe direcția Oy, perpendiculară pe direcția de deplasare a corpului se calculează N, normala. $R_y = N - G_n = 0$ Rezultă că $N = G_n = G \cdot \cos\alpha = 2{,}5$ N 
b.	Corpul pleacă din repaus ($v_0 = 0$) și se mișcă din ce în ce mai repede. Avem, așadar, o mișcare rectilinie uniform variată, care are legea vitezei: $v = v_0 + at$ Comparând legea teoretică, de mai sus, cu cea din problemă, se observă că $a = 5$ m/s^2
c.	Din expresia rezultantei R_x se află expresia forței de frecare: $R_x = G_t - F_f = m \cdot a$ $\Rightarrow F_f = mg \cdot \sin\alpha - m \cdot a$ Coeficientul de frecare la alunecare se calculează din formula : $F_f = \mu N$, de unde $\mu = \frac{F_f}{N} = \frac{mg\sin\alpha - ma}{N} = \sqrt{3} - 1$
d.	Se reprezintă forțele care acționează asupra corpului: Se scriu expresiile celor două rezultante $R_x = F - G_t - F_f = 0$ și $R_y = N - G_n$ Din a doua se calculează: $N = G_n = mg \cdot \cos\alpha$ și apoi $F_f = \mu \cdot N = \mu mg \cdot \cos\alpha$, iar din prima se calculează forța $F = G_t + F_f = mg(\sin\alpha + \mu \cdot \cos\alpha) = 5\sqrt{3}$ N 

SUBIECTUL III

	Soluții/strategii de rezolvare
a.	Se transformă viteza din km/h în m/s: $v = 108 \cdot 10000 : 3600 = 30$ m/s și forța din kN în N: $F = 42$ kN $= 42 \cdot 1000$ N $= 42 \cdot 10^3$ N Formula puterii mecanice, în cazul mișcării uniforme, este: $P = F \cdot v$. Se înlocuiește în formulă și se fac calculele: $P = 126 \cdot 10^4$ W $= 1260$ kW
b.	Trenul deplasându-se uniform înseamnă că înaintea decuplării va avea tot viteza v. Masa trenului se transformă din tone în kg. Atunci energia cinetică va fi: $E_c = \frac{Mv^2}{2}$ $E_c = 945 \cdot 10^5$ J $= 94{,}5 \cdot 10^6$ J $= 94{,}5$ MJ

c.	Înainte de decuplare trenul avea masa M și se mişca uniform. Notez cu F_{ro} forța de rezistență în acest caz. Astfel: $R_x = F - F_{ro} = 0 \Rightarrow F - k\cdot M\cdot g = 0$ De aici: $k = \dfrac{F}{Mg} = 0,02$ N/m  Se reprezintă forțele care acționează asupra trenului după decuplare. Notez cu F_{ri} forța rezistentă din aceasta noua situație, când trenul are masa M – m. Din rezultanta $R_x = F - F_{ri} = (M - m)\cdot a \Rightarrow a = \dfrac{F - k(M-m)g}{M-m}$ Înlocuind pe k calculat mai sus și făcând calculele: $a = \dfrac{F}{M-m} - gk = 0,01\,\dfrac{m}{s^2}$
d.	Formula distanței de oprire este: $d_{op} = \dfrac{v^2}{2a_v}$, unde a_v este accelerația vagonului desprins, iar v, viteza vagonului la începutul frânării care este aceeași cu a trenului, înainte de decuplare: v = 30 m/s.  Asupra vagonului acționează doar greutatea lui, normala corespunzătoare și forța de frecare F_{rv} care se opune mișcării și datorită căreia el se mișcă frânat: $a_v = \dfrac{-F_r}{m} = \dfrac{-k\cdot m\cdot g}{m} = -k\cdot g = -0,2\,\dfrac{m}{s^2}$. Înlocuind numeric, se obține: d_{op} = 2250 m

Modele/strategii de rezolvare

B. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ

SUBIECTUL I

Nr subiect	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
Varianta corectă	c	d	b	b	b

Strategii de rezolvare:

I.1: Unitatea de măsură pentru produsul $[p]_{SI}[V]_{SI}=\frac{\mathrm{N}}{\mathrm{m}^3}\mathrm{m}^2=\mathrm{Nm}$

I.2: Transformarea este izotermă, deci energia internă rămâne constantă.

I.3: Pentru a compara energiile interne în cele trei stări trebuie să comparăm temperaturile acestora. Transformarea 1-2 este izobară, și de pe grafic se observă că $V_2>V_1$. Din legea transformării $\frac{V}{T}=const$ înseamnă că și $\mathrm{T}_2>\mathrm{T}_1$. Transformarea 2-3 este izobară, și de pe grafic se observă că $p_3>p_2$. Din legea transformării $\frac{p}{T}=cst$ înseamnă că și $T_3>T_2$. Pentru că $U=\nu C_v T$, se observă că $U_3>U_2>U_1$.

I.4: Variația temperaturii este $\Delta T=T_2-T_1$ de unde rezultă că $T_2=\Delta T+T_1$. Volumul final crește cu 0,2 din V_1, deci va fi $V_2=1,2V_1$. Din legea transformării izobare $\frac{V}{T}=cst$ se obține $T_2=T_1\frac{V_2}{V_1}=1,2T_1$. Egalând relațiile pentru T_2 se obține $T_1=5\Delta T$ ..

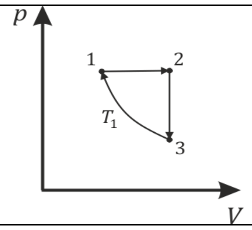
I.5: Lucrul mecanic se poate calcula ca fiind aria figurii mărginită de graficul presiunii, perpendicularele duse din extremitățile graficului pe axa oV și axa volumului. Astfel $L=\frac{1}{2}(p_1+p_2)(V_2-V_1)=-450\,\mathrm{J}$

SUBIECTUL II

	Soluții/strategii de rezolvare
a.	Cantitatea de heliu din tot sistemul este $\nu=\frac{m}{\mu}=2\,\mathrm{mol}$
b.	Densitatea gazului se poate calcula din ecuația de stare $pV=\frac{m}{\mu}RT$, de unde $\rho=\frac{m}{V}=\frac{p\mu}{RT}$. Raportul densităților pentru stările inițiale (când robinetul este închis) se poate scrie $\frac{\rho_1}{\rho_2}=\frac{p_1\mu}{RT}\cdot\frac{RT}{p_2\mu}=\frac{p_1}{p_2}=\frac{1}{3}$.
c.	După deschiderea robinetului în sistem se va stabili aceeași presiune, ecuația de stare fiind $pV=\nu RT$. Presiunea finală va fi $p=\frac{\nu RT}{V}$. Dar $\nu=\nu_1+\nu_2$ și $V=V_1+V_2$. Din ecuațiile de stare

	pentru stările inițiale calculăm cantitățile de substanță $\nu_1 = \frac{p_1V_1}{RT}$, respectiv $\nu_2 = \frac{p_2V_2}{RT}$. Făcând înlocuirile, se obține $p = \frac{p_1V_1 + p_2V_2}{V_1 + V_2} = 3 \cdot 10^4\ \mathrm{Pa}$
d.	Din ecuația $pV = \nu RT$ se obține temperatura gazului $T = \frac{p(V_1 + V_2)}{\nu R} = 1444\,\mathrm{K}$

SUBIECTUL III

	Soluții/strategii de rezolvare
a.	Reprezentarea grafică a transformărilor 
b.	Căldura schimbată în primele două transformări este $Q_{123} = Q_{12} + Q_{23}$. Transformarea 1-2 este izobară si căldura schimbată este $Q_{12} = \nu C_p(T_2 - T_1)$. Se calculează $C_P = C_V + R = 2,5R$. Transformarea 2-3 este izocoră și căldura schimbată este $Q_{23} = \nu C_V(T_3 - T_2)$. Ținând cont că $T_1 = T_3$ se calculează $Q_{123} = \nu R(T_2 - T_1)$. De aici se obține $T_2 = T_1 + \frac{Q_{123}}{\nu R} = 400\,\mathrm{K}$
c.	De pe grafic se observă că volumul maxim este V_2, iar cel minim este V_1. Din legea transformării izobare $\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$ găsim $\frac{V_2}{V_1} = \frac{V_{max}}{V_{min}} = \frac{T_2}{T_1} = \frac{4}{3}$
d.	Lucrul mecanic în transformarea izotermă 3-1 este $L_{31} = \nu RT_1 \ln\frac{V_1}{V_2} \cong -698\,\mathrm{J}$

Modele/strategii de rezolvare

C. PRODUCEREA ȘI UTILIZAREA CURENTULUI CONTINUU

SUBIECTUL I

Nr subiect	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
Varianta corectă	c	c	c	b	a

Strategii de rezolvare:

I.1: Știind că formula tensiunii electrice poate fi scrisă sub forma: $R = \frac{U}{I}$, unitatea de măsură a acesteia poate fi exprimată prin: $[R]_{S.I.} = \frac{[U]_{S.I.}}{[I]_{S.I.}} = \frac{\text{V}}{\text{A}} = \text{V} \cdot \text{A}^{-1}$.

I.3: Cum intensitatea curentului electric printr-un circuit depinde invers proporțional de rezistența electrică echivalentă a circuitului, adăugând în serie un rezistor la gruparea serie deja existentă, rezistența echivalentă crește, ceea ce înseamnă că intensitatea curentului scade.

I.4: Intensitatea curentului electric prin circuit este: $I = \frac{E}{R+r} = \frac{12}{18+2} = \frac{12}{20} = 0,6\ \text{A}$, rezultă că tensiunea la bornele generatorului este: $U = I \cdot R = 0,6 \cdot 18 = 10,8\ \text{V}$.

I.5: Rezistența echivalentă a grupării paralel a doi rezistori identici este: $R_p = \frac{R}{2}$, de unde obținem rezistența unui rezistor : $R = 2 \cdot R_p = 2 \cdot 4 = 8\ \Omega$. Rezistența echivalentă a doi rezistori conectați în serie, va fi: $R_s = 2 \cdot R = 2 \cdot 8 = 16\ \Omega$.

SUBIECTUL II

	Soluții/strategii de rezolvare
a.	Rezistența electrică a unui conductor liniar este de forma: $R = \frac{\rho \cdot l}{S}$, unde $S = \pi \cdot r^2 = \pi \cdot \left(10^{-3}\right)^2 = \pi \cdot 10^{-6}\ \text{m}^2$, de unde obținem: $R = \frac{6 \cdot 10^{-5} \cdot 5 \cdot \pi \cdot 10^{-2}}{\pi \cdot 10^{-6}} = 3\ \Omega$.
b.	Tensiunea electromotoare și rezistența generatorului echivalent (cu care poate fi înlocuită gruparea serie a celor două generatoare) sunt: $E = E_1 + E_2 = 12 + 24 = 36\ \text{V}$ și $r = r_1 + r_2 = 1 + 2 = 3\ \Omega$.
c.	Intensitatea curentului prin circuit este: $I = \frac{E}{R+r} = \frac{36}{3+3} = \frac{36}{6} = 6A$.
d.	Dacă sursa cu tensiunea electromotoare $E_1 = 12$ V își inversează polaritatea, tensiunea electromotoare echivalentă va fi: $E' = E_2 - E_1 = 24 - 12 = 12\ \text{V}$, deci intensitatea curentului electric din circuit va fi dată de: $I' = \frac{E'}{R+r} = \frac{12}{3+3} = \frac{12}{6} = 2\ \text{A}$.

SUBIECTUL III

	Soluții/strategii de rezolvare
a.	Rezistența echivalentă a circuitului exterior este: $R_e = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} + R_3 = \frac{7 \cdot 3}{7+3} + 6 = 8{,}1\,\Omega$. Cele două surse identice fiind grupate în paralel, tensiunea electromotoare echivalentă este egală cu E, iar rezistența internă echivalentă este o doime din rezistența internă a unei surse. Obținem: $I = \frac{E}{R_e + \frac{r}{2}} = \frac{36}{8{,}1 + \frac{1{,}8}{2}} = \frac{36}{9} = 4\text{ A}$.
b.	Căldura disipată prin rezistorul R_3 este dată de relația: $Q_3 = R_3 \cdot I^2 \cdot \Delta t = 6 \cdot 4^2 \cdot 300 = 28800$ J. Observație: 5 min = 300 s.
c.	Puterea electrică consumată în circuitul exterior este dată de: $P = R_e \cdot I^2 = 8{,}1 \cdot 4^2 = 129{,}6\text{ W}$.
d.	Randamentul circuitului electric este dat de relația: $\eta = \frac{R_e}{R_e + \frac{r}{2}} = \frac{8{,}1}{8{,}1 + \frac{1{,}8}{2}} = \frac{8{,}1}{9} = 0{,}9 = 90\%$.

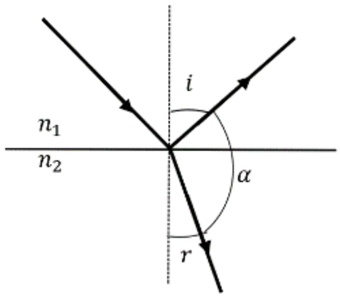
Modele/strategii de rezolvare

D. OPTICĂ

SUBIECTUL I

Nr subiect	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
Varianta corectă	a	b	c	c	d

Strategii de rezolvare:



I.1: Conform legii refracției: $n_1 \sin i = n_2 \sin r \Rightarrow \sin r = \frac{1}{2} \Rightarrow r = 30°$;

Din imagine se observă că: $i + r + \alpha = 180° \Rightarrow \alpha = 180° - 60° - 30° = 90°$.

I.2: Convergența este inversul distanței focale a lentilei subțiri:

$$C = \frac{1}{f} = \frac{1}{-4} = -0,25\,\delta.$$

I.3: Energia fotonului este: $\varepsilon_{foton} = h \cdot \nu = \frac{h \cdot c}{\lambda}$.

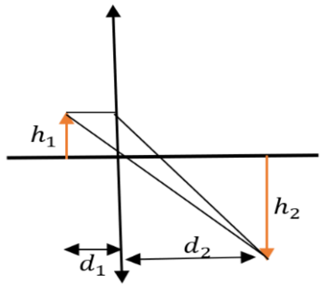
I.4: Dioptria este convergența unei lentile cu $f = 1\,\text{m}$.

I.5: Ecuația lui Einstein pentru efectul fotoelectric este: $h.\nu = L_{ext} + E_{cmax}$.

Conform graficului: $h \cdot 2\nu_0 = h \cdot \nu_0 + E_{cA} \Rightarrow E_{cA} = h \cdot 2\nu_0 - h \cdot \nu_0 = h \cdot \nu_0$

SUBIECTUL II

	Soluții/strategii de rezolvare
a.	Distanța dintre obiect și imagine este: $D = x_2 + \lvert x_1 \rvert$ Mărirea liniară transversală este: $\beta = \frac{y_2}{y_1} = \frac{x_2}{x_1}\frac{h_2}{h_1} = \frac{x_2}{d_1}$; rezultă $x_2 = \frac{h_2 d_1}{h_1} = 60$ cm Rezultat final: $D = 90$ cm
b.	Din formula fundamentală a lentilelor subțiri: $\frac{1}{f} = \frac{1}{x_2} - \frac{1}{x_1}$ se obține: $f = \frac{x_2 x_1}{x_1 - x_2}$ Rezultat final: $f = 20$ cm

c.	Realizarea corectă a desenului 
d.	Intre măririle transversale ce caracterizează cele două poziții există relația: $\beta' = \dfrac{1}{\beta}$ $\beta' = \dfrac{y_2'}{y_1}$; $\dfrac{y_2'}{y_1} = \dfrac{y_1}{y_2}$ $y_2' = \dfrac{y_1^2}{y_2}$ Rezultat final: $y_2' = 5$ mm

SUBIECTUL III

	Soluții/strategii de rezolvare
a.	Ecuația lui Einstein pentru efectul fotoelectric, $h \cdot \nu = L_{ext} + E_{cmax}$, se aplică fiecărei radiații: $h\dfrac{c}{\lambda_1} = L_{ext} + eU_{s1}$; $h\dfrac{c}{\lambda_2} = L_{ext} + eU_{s2}$ Rezolvând sistemul se obține: $h = e\left(U_{s2} - U_{s1}\right)\dfrac{\lambda_1\lambda_2}{c\left(\lambda_1 - \lambda_2\right)}$ $h = 6,6 \cdot 10^{-34}$ J·s
b.	$h\dfrac{c}{\lambda_1} = L_{ext} + eU_{s1}$; $L_{ext} = h\dfrac{c}{\lambda_1} - eU_{s1}$ Rezultat final: $L_{ext} = 6,04 \cdot 10^{-19}$ J
c.	Lucrul mecanic de extracție: $L_{ext} = h \cdot \nu_0$; de unde $\nu_0 = \dfrac{L_{ext}}{h}$ Rezultat final: $\nu_0 = 0,918 \cdot 10^{15}$ Hz
d.	Energia cinetică maximă a fotoelectronului emis: $\mathrm{E}_{cmax} = eU_{s1} = \dfrac{m_e v_{max}^2}{2}$ $v_{max} = \sqrt{2\dfrac{eU_{s1}}{m_e}}$ Rezultat final: $v_{max} \cong 4,6 \cdot 10^5$ m/s

Filiera tehnologică

BAREM DE EVALUARE ȘI DE NOTARE **VARIANTA 4**

- Se punctează oricare alte modalități de rezolvare corectă a cerințelor.
- Nu se acordă fracțiuni de punct.
- Se acordă 10 puncte din oficiu. Nota finală se calculează prin împărțirea punctajului total acordat pentru lucrare la 10

A. MECANICĂ

SUBIECTUL I **(5 x 3 puncte = 15 puncte)**

Nr subiect	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
Varianta corectă	d	c	c	b	a

SUBIECTUL II **(15 puncte)**

	Soluție, rezolvare		Punctaj
a.	Pentru reprezentare corectă a forţelor care acţionează asupra corpului $N - G_n = 0$ $N = G_n = G\cdot\cos\alpha = 2{,}5$ N	2p 1p 1p	**4p**
b.	$v = v_o + at$ $a = 5\ m/s^2$	1p 2p	**3p**
c.	$G_t - F_f = m\cdot a$ $F_f = \mu N$ $\mu = F_f / N = (mg\sin\alpha - ma) / N = \sqrt{3} - 1$	1p 1p 2p	**4p**
d.	Pentru reprezentare corectă a forţelor care acţionează asupra corpului $F - G_t - F_f = 0$ $F = mg(\sin\alpha + \mu\cos\alpha) = 5\sqrt{3}$ N	2p 1p 1p	**4p**

SUBIECTUL III **(15 puncte)**

	Soluție, rezolvare		Punctaj
a.	Transformare : $v = 30m/s$ $P = F\cdot v$ $P = 1260$ kW	1p 1p 2p	**4p**
b.	$E_c = \frac{Mv^2}{2}$ $E_c = 94{,}5$ MJ	1p 2p	**3p**
c.	Pentru reprezentare corectă a forţelor care acţionează asupra corpurilor $F - F_{ri} = 0 \Rightarrow F - k\cdot M\cdot g = 0 \Rightarrow k = \frac{F}{M\cdot g} = 0{,}02$ 1p $F - F_r = (M-m)\cdot a \Rightarrow a = \frac{F - k\cdot(M-m)\cdot g}{M-m}$ $a = \frac{F}{M-m} - k\cdot g = 0{,}01m/s^2$	1p 1p 1p	**4p**
d.	$d_{op} = \frac{v^2}{2a_v}$ a_v = acceleratie vagon desprins = $\frac{-F_{rv}}{m}$ = - 0,2m/s² $d_{op} = 2250$m	1p 2p 1p	**4p**

Filiera tehnologică

BAREM DE EVALUARE ȘI DE NOTARE **VARIANTA 4**

- Se punctează oricare alte modalități de rezolvare corectă a cerințelor.
- Nu se acordă fracțiuni de punct.
- Se acordă 10 puncte din oficiu. Nota finală se calculează prin împărțirea punctajului total acordat pentru lucrare la 10

B. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ

SUBIECTUL I **(5 x 3 puncte = 15 puncte)**

Nr subiect	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
Varianta corectă	c	d	b	b	b

SUBIECTUL II **(15 puncte)**

	Soluție, rezolvare		Punctaj
a.	$\upsilon = m/\mu$ Rezultat final: $\upsilon = 2$ moli	2p 1p	3p
b.	$p.V = \upsilon.\ R.T$, $\rho = \frac{m}{V}$ $\rho = \frac{p.\mu}{R.T}$ $\frac{\rho_1}{\rho_2} = \frac{p_1}{p_2} = \frac{1}{3}$	1p 1p 2p	4p
c.	$p_1.V_1 = \upsilon_1.\ R.T$, $p_2.V_2 = \upsilon_2.\ R.T$ $p.(V_1 + V_2) = (\upsilon_1 + \upsilon_2)\ RT$ $p = (p_1.V_1 + p_2.V_2) / (V_1 + V_2)$ Rezultat final: $p = 3.\ 10^4\ N/m^2$	1p 2p 1p 1p	4p
d.	Din ecuaţia de stare termică: $T = \frac{p.V}{\upsilon.R}$, $V = V_1 + V_2$ Rezultat final: $T = 1444K$	2p 1p	4p

SUBIECTUL III **(15 puncte)**

	Soluție, rezolvare		Punctaj
a.	Reprezentare grafică corectă	3p	3p
b.	$Q_{12} = \nu\ C_p\ (T_2 - T_1)$ $Q_{23} = \nu\ C_V\ (T_3 - T_2) = \nu\ C_V\ (T_1 - T_2)$ $C_p - C_v = R$ Rezultat final: $T_2 = 400K$	1p 1p 1p 1p	4p
c.	$V_{min} = V_1$ $V_{max} = V_2 = V_3$ $V_{max} / V_{min} = T_2 / T_1$ Rezultat final: $V_{max} / V_{min} = 4/3$	1p 1p 1p 1p	4p
d.	$L = \nu\ RT_1 \ln V_1/V_3$ Rezultat final: $L \approx -698\ J$	3p 1p	4p

Filiera tehnologică

BAREM DE EVALUARE ȘI DE NOTARE **VARIANTA 4**

• Se punctează oricare alte modalități de rezolvare corectă a cerințelor.
• Nu se acordă fracțiuni de punct.
• Se acordă 10 puncte din oficiu. Nota finală se calculează prin împărțirea punctajului total acordat pentru lucrare la 10

C. PRODUCEREA ȘI UTILIZAREA CURENTULUI CONTINUU

SUBIECTUL I **(5 x 3 puncte = 15 puncte)**

Nr. subiect	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
Varianta corectă	c	c	c	b	a

SUBIECTUL II **(15 puncte)**

	Soluție, rezolvare		Punctaj
a.	$S = \pi \cdot r^2$ $R = \frac{\rho \cdot l}{S}$ $R = 3\Omega$	1 p 2 p 1 p	**4p**
b.	$E = E_1 + E_2$ $r = r_1 + r_2$ $E = 36V$ și $r = 3\Omega$	1p 1p 2p	**4 p**
c.	$I = \frac{E}{R+r}$ $I = 6A$	2 p 1p	**3p**
d.	$E' = E_2 - E_1$ $I' = \frac{E'}{R+r}$ $I' = 2A$	2 p 1p 1p	**4p**

SUBIECTUL III **(15 puncte)**

	Soluție, rezolvare		Punctaj
a.	$R_e = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} + R_3$ $I = \frac{E}{R_e + \frac{r}{2}}$ $I = 4A$	1 p 2 p 1 p	**4p**
b.	$Q_3 = R_3 \cdot I^2 \cdot \Delta t$ $Q_3 = 28800J$	3p 1p	**4p**
c.	$P = R_e \cdot I^2$ $P = 129{,}6W$	2p 1p	**3p**
d.	$\eta = \frac{R_e}{R_e + \frac{r}{2}}$ $\eta = 90\%$	3p 1p	**4p**

Filiera tehnologică

BAREM DE EVALUARE ȘI DE NOTARE **VARIANTA 4**

- Se punctează oricare alte modalități de rezolvare corectă a cerințelor.
- Nu se acordă fracțiuni de punct.
- Se acordă 10 puncte din oficiu. Nota finală se calculează prin împărțirea punctajului total acordat pentru lucrare la 10

D. OPTICĂ

SUBIECTUL I **(5 x 3 puncte = 15 puncte)**

Nr subiect	1	2	3	4	5
Varianta corectă	a	b	c	c	d

SUBIECTUL II **(15 puncte)**

	Soluție, rezolvare		Punctaj
a.	$\beta=\frac{y_2}{y_1}=\frac{x_2}{x_1}\Rightarrow-\frac{h_2}{h_1}=\frac{x_2}{d_1}$	1p	**4p**
	$x_2=\frac{h_2 d_1}{h_1}=60\ cm$	1p	
	$D=x_2+\lvert x_1\rvert$	1p	
	Rezultat final: $D=90\ cm$	1p	
b.	$\frac{1}{f}=\frac{1}{x_2}-\frac{1}{x_1}$	1p	**4p**
	$f=\frac{x_2 x_1}{x_1-x_2}$	2p	
	Rezultat final: $f=20\ cm$	1p	
c.	Realizarea corectă a desenului	3p	**3p**
d.	$\beta'=\frac{1}{\beta}$	1p	**4p**
	$\beta'=\frac{y_2'}{y_1}$	1p	
	$\frac{y_2'}{y_1}=\frac{y_1}{y_2}\Rightarrow y_2'=\frac{y_1^2}{y_2}$	1p	
	Rezultat final: $\lvert y_2'\rvert=5mm$	1p	

SUBIECTUL III **(15 puncte)**

	Soluție, rezolvare		Punctaj
a.	$h\cdot\frac{c}{\lambda_1}=L_{ext}+e\cdot U_{s1}\ ;\ h\cdot\frac{c}{\lambda_2}=L_{ext}+e\cdot U_{s2}$	1p	**4p**
	$h=e(U_{s2}-U_{s1})\frac{\lambda_1\cdot\lambda_2}{c(\lambda_1-\lambda_2)}$	2p	
	$h=6{,}6\cdot10^{-34}J\cdot s$	1p	
b.	$h\cdot\frac{c}{\lambda_1}=L_{ext}+e\cdot U_{s1}$	1p	**4p**
	$L_{ext}=h\cdot\frac{c}{\lambda_1}-e\cdot U_{s1}$	1p	
		1p	
	Rezultat final: $L_{ext}=6{,}04\cdot10^{-19}J$	1p	
c.	$L_{ext}=h\cdot\nu_0$	1p	**3p**
	$\nu_0=\frac{L_{ext}}{h}$	1p	
	Rezultat final: $\upsilon_0=0{,}915\cdot10^{15}Hz$	1p	
d.	$E_{cmax}=e\cdot U_{s1}=\frac{m_e\cdot v_{max}^2}{2}$	1p	**4p**
	$v_{max}=\sqrt{2\frac{e\cdot U_{s1}}{m_e}}$	2p	
	Rezultat final: $v_{max}=4{,}8\cdot10^5 m/s$	1p	

A. MECANICĂ

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

SUBIECTUL I.

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

1. Mărimea fizică a cărei unitate de măsură în S.I. este $\text{N}\cdot\text{m}^{-2}$, este:

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

2. Legătura dintre constanta de elasticitate (k) a unui fir elastic de lungime l_0 și secțiune S_0 (în stare nedeformată) și modulul de elasticitate (E) al materialului din care este confecționat firul, este:

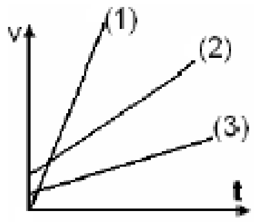
a. $k = (S_0 \cdot l_0) / E$ **b.** $k = (E \cdot l_0) / S_0$ **c.** $k = S_0 \cdot l_0 \cdot E$ **d.** $k = (S_0 \cdot E) / l_0$

3. Un copil ține în mâna o minge de cauciuc. Reacțiunea corespunzătoare greutății mingii este exercitată de:

a. mână asupra mingii **b.** minge asupra Pământului

c. Pământ asupra mâinii **d.** Pământ asupra mingii

4. În figura alăturată sunt reprezentate vitezele a trei mobile în funcție de timp. Între accelerațiile corespunzătoare celor trei mobile este valabilă relația:



a. $a_1 > a_2 > a_3$ **b.** $a_1 < a_2 > a_3$

c. $a_1 < a_2 < a_3$ **d.** $a_1 = a_2 > a_3$

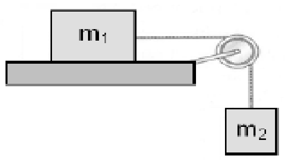
5. Un corp de masă m_1 este suspendat de tavan prin intermediul unui fir. De corpul de masă m_1 este legat un resort ideal, de constantă elastică k . La capătul celălalt al resortului se suspendă un corp de masă m_2. La echilibru, alungirea resortului este:

a. $\Delta l = \dfrac{(m_1 + m_2)g}{k}$ **b.** $\Delta l = \dfrac{(m_1 - m_2)g}{k}$ **c.** $\Delta l = \dfrac{m_1 g}{k}$ **d.** $\Delta l = \dfrac{m_2 g}{k}$

SUBIECTUL al II-lea

Rezolvați următoarea problemă:

Cele două corpuri din figura alăturată au masele $m_1 = 500\text{g}$ și $m_2 = 300\text{g}$ și sunt legate prin intermediul unui fir inextensibil și de masă neglijabilă trecut peste un scripete ideal. Coeficientul de frecare la alunecare dintre corpul de masă m_1 și suprafața de sprijin este $\mu = 0,4$. Determinați valoarea:



a. forței de frecare la alunecare care acționează asupra corpului de masă m_1 ;

b. accelerației sistemului format din cele două corpuri;

c. forței de apăsare exercitată asupra scripetelui;

d. vitezei sistemului la momentul t = 4s, dacă la momentul inițial corpurile se găsesc în repaus. Considerați că inițial corpul de masă m_1 este suficient de departe de scripete iar corpul m_2 nu ajunge pe sol.

SUBIECTUL al III-lea

Rezolvați următoarea problemă:

Două corpuri cu masele $m_1 = 2$ kg, respectiv $m_2 = 4$ kg se află la momentul inițial $t_0 = 0$ deasupra solului la înălțimile $h_1 = 10$ m, respectiv $h_2 = 5$ m. Corpurile sunt lăsate să cadă liber, simultan, fără viteză inițială. Presupunând că frecarea cu aerul este neglijabilă, determinați:

a. lucrul mecanic efectuat de greutatea corpului 1 până la atingerea solului;

b. variația energiei potențiale a corpului 2 la căderea corpului de la înălțimea h_2 până la atingerea solului;

c. raportul v_1/v_2 al vitezelor cu care cele două corpuri ating solul;

d. raportul $\Delta t_1/\Delta t_2$ al intervalelor de timp după care cele două corpuri ating solul.

B. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ

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: $p \cdot V = \nu RT$

SUBIECTUL I.

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

1. Unitatea de măsură în S.I. pentru căldură este aceeași cu unitatea de măsură pentru

a. energia internă **b.** căldura molară **c.** masa moleculară **d.** temperatura

2. Unei temperaturi t = –73°C îi corespunde o temperatură în Kelvin de aproximativ:

a. –200 K **b**. 346 K **c.** 200 K **d.** 127 K

3. O transformare adiabatică este un proces în care cantitatea de substanță rămâne constantă și

a. temperatura este constantă **b.** volumul este constant

c. presiunea este constantă **d.** nu are loc schimb de căldură cu exteriorul

4. O cantitate constantă de gaz ideal efectuează o transformare oarecare. Lucrul mecanic este negativ dacă transformarea este:

a. răcire izocoră **b.** încălzire izobară

c. comprimare izotermă **d.** destindere adiabatică

5. Mărind presiunea uni gaz ideal de 2 ori și micșorând temperatura lui de 3 ori, densitatea gazului:

a. scade de 3ori **b.** crește de 6 ori **c.** scade 6 ori **d.** crește de 3 ori

SUBIECTUL al II-lea

Rezolvați următoarea problemă:

Într-o butelie se găsește o masă m = 48g de oxigen (μ_{O2}= 32 g/mol), considerat gaz ideal. Starea inițială a gazului este caracterizată de temperatura t_1 = 7°C și presiunea $p_1 = 4 \cdot 10^5$ Pa. Gazul este încălzit izocor până când temperatura devine t_2 = 77°C. Determinați:

a. volumul gazului în starea inițială;

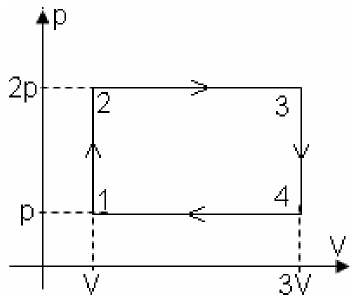
b. cu cât crește presiunea gazului;

c. densitatea gazului în starea finală;

d. masa unei molecule de oxigen și numărul de molecule din butelie.

<u>SUBIECTUL al III-lea</u>

Rezolvați următoarea problemă:



Un sistem termodinamic evoluează după ciclul reprezentat în figura alăturată. Fluidul de lucru este ν =1 mol de substanță considerată gaz ideal monoatomic ($C_V = 3R/2$), temperatura stării 1 fiind $T_1 = 300$ K. În urma încălzirii izocore 1→2 presiunea gazului se dublează. Prin destinderea izobară 2→3 volumul se triplează. Determinați:

a. temperatura gazului în starea 3;

b. căldura primită în timpul unui ciclu;

c. modulul căldurii cedate de gaz mediului exterior într-un ciclu;

d. lucrul mecanic schimbat cu mediul exterior în timpul unui ciclu.

C. PRODUCEREA ȘI UTILIZAREA CURENTULUI CONTINUU

Valoarea sarcinii electrice elementare $e = 1{,}6\cdot10^{-19}$ C

SUBIECTUL I.

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

1. Știind că simbolurile mărimilor fizice și ale unităților de măsură sunt cele utilizate în manualele de fizică, unitatea de măsură a mărimii $U\cdot I\cdot t$ este:

a. Ω **b.** J **c.** C **d.** W

2. Valoarea numerică a raportului dintre tensiunea la bornele unei surse cu rezistența interioară nenulă și tensiunea electromotoare a sursei este:

a. întotdeauna mai mică decât unu **b.** întotdeauna egală cu unu
c. întotdeauna mai mare decât unu **d.** dependentă de sensul curentului prin sursă

3. Dacă prin secțiunea transversală a unui conductor trec electroni de conducție cu sarcina electrică $Q = 600$ C în intervalul de timp $\Delta t = 10$ min, intensitatea curentului electric este:

a. 0,5 A **b.** 1,0 A **c.** 1,5 A **d.** 2,5 A

4. O baterie cu $E = 10$ V are rezistența internă $r = 1\ \Omega$. Bornele bateriei sunt scurtcircuitate. Intensitatea curentului electric de scurtcircuit al bateriei este:

a. $I_{sc} = 1$ A **b.** $I_{sc} = 10$ V **c.** $I_{sc} = 10$ A **d.** $I_{sc} = 15$ A

5. Sursa unui calculator personal are o putere nominală de 300 W; energia preluată de la rețeaua de alimentare în 30 de zile de funcționare în regim nominal, câte opt ore pe zi, este:

a. 3 kWh **b.** 72 kWh **c.** 3 MWh **d.** 72 MWh

SUBIECTUL al II-lea

Rezolvați următoarea problemă:

Un conductor confecționat dintr-un material cu rezistivitatea $\rho = 1{,}7\cdot10^{-8}\ \Omega\cdot$m are secțiunea transversală $S = 1{,}7$ mm^2 și lungimea $l = 400$ m. Acesta este conectat la bornele unei grupări paralel formate din 5 generatoare electrice identice, fiecare cu t.e.m $E = 4{,}5$ V și rezistență internă $r = 2{,}5\ \Omega$.

a. Calculați rezistența conductorului.

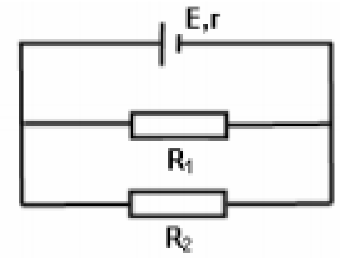
b. Determinați tensiunea electrică la bornele grupării de generatoare.

c. Se taie conductorul în patru părți egale. Din acestea se realizează o grupare paralel care se conectează la bornele grupării celor cinci generatoare electrice. Calculați rezistența totală a circuitului.

d. Determinați intensitatea curentului electric indicată de un ampermetru ideal ($R_A \cong 0$) înseriat cu unul din cei patru conductori de la punctul c.

SUBIECTUL al III-lea

Rezolvați următoarea problemă:



Se consideră circuitul electric a cărui schemă este reprezentată în figura alăturată. Se cunosc: $r = 4\ \Omega$, $R_1 = 20\ \Omega$, $R_2 = 40\Omega$. Energia consumată, împreună, de către rezistoarele R_1 și R_2, în intervalul de timp $\Delta t = 1$minut, are valoarea $W = 1800$ J. Determinați:

a. puterea electrică disipată de gruparea formată din rezistoarele R_1 și R_2;

b. intensitatea curentului electric care trece prin rezistorul R_2;

c. tensiunea electromotoare a generatorului;

d. randamentul circuitului electric.

D. OPTICĂ

Se consideră: viteza luminii în vid $c = 3\cdot10^8$ m/s, constanta Planck $h = 6{,}6\cdot10^{-34}$ J·s, sarcina electrică elementară $e = 1{,}6\cdot10^{-19}$ C, masa electronului $m_e = 9{,}1\cdot10^{-31}$ kg

SUBIECTUL I.

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

1. Relația dintre frecvență, lungimea de undă și viteza de propagare a unei radiații luminoase este:

a. $\nu = \frac{c}{\lambda}$ **b.** $\nu = c\lambda$ **c.** $\nu = \frac{\lambda}{c}$ **d.** $\lambda = c\nu$

2. Simbolurile mărimilor fizice fiind cele utilizate în manuale, formulele lentilelor subțiri sunt:

a. $\frac{1}{x_2} - \frac{1}{x_1} = \frac{1}{f}$; $\beta = -\frac{x_2}{x_1}$ **b.** $\frac{1}{x_2} - \frac{1}{x_1} = \frac{1}{f}$; $\beta = \frac{x_2}{x_1}$ **c.** $\frac{1}{x_2} + \frac{1}{x_1} = \frac{1}{f}$; $\beta = -\frac{x_2}{x_1}$ **d.** $\frac{1}{x_2} + \frac{1}{x_1} = \frac{1}{f}$; $\beta = \frac{x_2}{x_1}$

3. O lentilă convergentă formează pentru un obiect real situat între centrul optic și focar o imagine:

a. reală, răsturnată și egală cu obiectul **b.** reală, dreaptă și mai mică decât obiectul
c. virtuală, dreaptă și mai mare decât obiectul **d.** reală, răsturnată și mai mare decât obiectul

4. Notațiile fiind cele utilizate în manualele de fizică, viteza maximă a electronilor emiși prin efect fotoelectric extern se poate calcula cu expresia:

a. $\frac{h\nu_0}{U_S}$ **b.** $\sqrt{\frac{2eU_s}{m}}$ **c.** $\frac{L}{U_s}$ **d.** $\sqrt{\frac{2h\nu_0}{L}}$

5. O lentilă biconvexă are o rază de curbură egală cu distanța ei focală și cealaltă cu dublul distanței focale. Indicele de refracție al materialului din care este confecționată lentila este:

a. $\frac{4}{3}$ **b.** $\frac{3}{2}$ **c.** $\frac{5}{3}$ **d.** $\frac{5}{2}$

SUBIECTUL al II-lea

Rezolvați următoarea problemă:

Un obiect se află la o distanță de 10 cm în fața unei lentile subțiri cu distanța focală de 8 cm.

a. Calculați convergența lentilei.

b. Calculați distanța dintre lentilă și imaginea obiectului.

c. Dacă lentila este biconvexă cu razele de curbură egale, R = 8 cm, calculați indicele de refracție relativ al materialului din care este confecționată lentila.

d. Dacă se păstrează constantă distanța dintre obiect și ecranul pe care se formează imaginea, d = 50 cm și se deplasează lentila între obiect și ecran, se observă că există două poziții pentru care se formează imagini clare pe ecran. Determinați distanța dintre obiect și lentilă în cele două cazuri.

SUBIECTUL al III-lea

Rezolvați următoarea problemă:

Catodul unei celule fotoelectrice este caracterizat de lucrul mecanic de extracție $L = 4 \cdot 10^{-19}$ J.

a. Determinați valoarea frecvenței de prag a celulei considerate.

b. Verificați dacă o radiație monocromatică cu frecvența $\nu_1 = 5,5 \cdot 10^{14}$ Hz, incidentă pe fotocelulă, produce efect fotoelectric.

c. Determinați valoarea energiei cinetice maxime a electronilor emiși dacă asupra celulei se trimite o altă radiație monocromatică, cu frecvența $\nu_2 = 1,5 \cdot 10^{15}$ Hz.

d. Aflați tensiunea de stopare pentru electronii emiși de catod sub acțiunea radiației cu frecvența ν_2.

Modele/strategii de rezolvare

A. MECANICĂ

SUBIECTUL I

Nr subiect	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
Varianta corectă	d	d	a	a	d

Strategii de rezolvare:

I.1: Se pleacă de la unitatea de măsură: $N\cdot m^{-2}$. Știm că N este unitatea de măsură pentru forță și m^2 pentru suprafață. Astfel $N\cdot m^{-2}$, este unitatea raportului F/S, care ne duce cu gândul la legea lui Hooke: $\frac{F}{S_0} = E\frac{\Delta l}{l_0}$. Deoarece raportul $\frac{\Delta l}{l_0}$ este adimensional, atunci modulul de elasticitate E are aceeași unitate de măsură $N\cdot m^{-2}$, cu a raportului F/S_0.

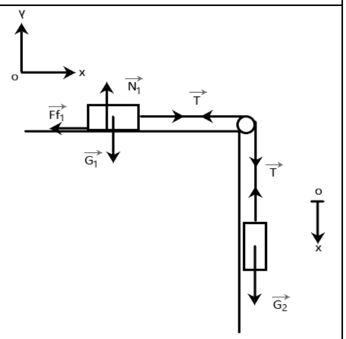
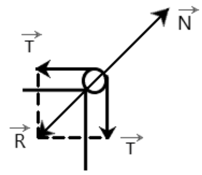
I.2: Din legea lui Hooke de mai sus calculăm forța: $F = S_0 E\frac{\Delta l}{l_0} = \frac{ES_0}{l_0}\Delta l$ și fiindcă ea este o forță deformatoare, o comparăm cu cea din expresia de definiție a forței deformatoare: $F = k\cdot\Delta l$. Se obține pentru constanta elastică k rezultatul de la punctul d).

I.3: Conform principiului acțiunii și reacțiunii, cele două forțe sunt egale în modul, au sensuri opuse și se aplică la corpuri diferite, care interacționează între ele. În cazul nostru cele două corpuri sunt mâna copilului și mingea. Acțiunea este greutatea mingii și reacțiunea vine din partea celuilalt corp, mâna, asupra primului, mingea.

I.4: Din desen se observă că cele 3 grafice sunt drepte cu pantă pozitivă. Ele descriu fiecare o mișcare rectilinie uniform variată accelerată. Accelerația se calculează cu formula: $a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v_f - v_i}{t_f - t_i}$, care este egală cu tangenta unghiului format de grafic cu axa timpului. Pentru unghiuri mici: $tg\,\alpha \cong \alpha$. Astfel se obține rezultatul de la punctul a).

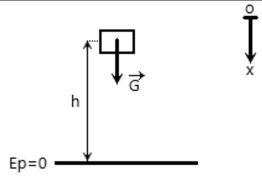
I.5: La capătul inferior al resortului este agățat un corp m_2, a cărui greutate $G_2 = m_2\cdot g$ deformează resortul, având rol de forță deformatoare: $F_d = G_2$. Înlocuim fiecare forță cu formula sa, $k\cdot\Delta l = m_2\cdot g$, de unde se determină alungirea Δl.

SUBIECTUL II

	Soluții/strategii de rezolvare
a.	Se transformă masele corpurilor din g în kg. Se reprezintă forțele care acționează asupra corpurilor. Din rezultanta R_y a corpului m_1 de pe orizontală se calculează normala N_1 care ne ajută la determinarea forței de frecare F_{f1}. $R_y = N_1 - G_1 = 0 \Rightarrow N_1 = G_1$ $F_{f\,1} = \mu \cdot N_1 = \mu \cdot m_1 \cdot g = 2$ N 
b.	Scriem rezultantele pe direcțiile de mişcare pentru fiecare corp şi realizăm un sistem pe care îl rezolvăm prin metoda reducerii ca să eliminăm tensiunea T. $m_2 \cdot g - T = m_2 \cdot a$; $T - F_{f1} = m_1 \cdot a$; Rezultă: $m_2 \cdot g - F_{f1} = (m_1 + m_2) \cdot a$ De aici calculăm accelerația $a = \dfrac{m_2 g - F_{f1}}{m_1 + m_2} = 1,25\,\dfrac{m}{s^2}$
c.	Se reprezintă forțele care acționează asupra scripetului . Reacțiunea din scripete, N, se opune rezultantei R a celor două tensiuni. Scripetele este în repaus şi, conform principiului acțiunii şi reacțiunii, N = R. Se aplică regula poligonului, de adunare a celor două tensiuni care acționează de o parte şi alta a scripetului: $N^2 = R^2 = T^2 + T^2 + 2 \cdot T \cdot T \cdot \cos 90°$; $\cos 90° = 0$; $N^2 = 2 \cdot T^2$ şi de aici $N = T\sqrt{2}$ 
d.	Daca inițial corpurile sunt în repaus înseamnă că nu au viteză inițială $v_0 = 0$. Acestea se mişcă cu accelerația calculată la punctul b), uniform accelerat, având legea vitezei: $v = v_0 + a \cdot t$, care, în condițiile problemei devine: $v = a \cdot t$ Se obține prin calcul: $v = 5$ m/s

SUBIECTUL III

	Soluții/strategii de rezolvare
a.	La coborâre pe verticală, greutatea are aceeaşi direcție cu cea de mişcare. Înseamnă că între direcția lui G şi direcția de mişcare avem un unghi de 0°. Lucrul mecanic al greutății în acest caz este: $L_{G1} = G_1 \cdot h \cdot \cos 0°$ $L_{G1} = m_1 g h_1 = 200$ J
b.	Variația energiei potențiale pentru corpul 2 este: $\Delta E_{p2} = E_{pf} - E_{pi}$ Dacă inițial corpul se află la înălțimea h_2 şi în final la sol, atunci: $E_{pf} = 0$ şi $E_{pi} = m_2 \cdot g h_2$ $\Delta E_{p2} = -200$ J
c.	Deoarece ambele corpuri nu întâmpină frecare din partea aerului, înseamnă că energia mecanică a lor se conservă: $E_i = E_f$ La momentul inițial energia lor mecanică este formată doar din energie potențială, fiindcă viteza lor este nulă, iar în punctul final, la sol, au doar energie cinetică deoarece sunt la nivelul de referință:

	$E_p = 0$. Astfel, $\frac{m_1 v_1^2}{2} = m_1 g h_1$ și $\frac{m_2 v_2^2}{2} = m_2 g h_2$. Din prima relație se scoate viteza la sol a primului corp și din a doua, viteza la sol a celui de al doilea, $v_1 = \sqrt{2gh_1}$ și $v_2 = \sqrt{2gh_2}$, după care se face raportul lor: $\frac{v_1}{v_2} = \sqrt{\frac{h_1}{h_2}} = \sqrt{2}$
d.	Mișcarea de cădere liberă se face cu accelerația $a = g$, deoarece $R_x = G = ma$. Din legea vitezei pentru mișcarea rectilinie uniform variată accelerată, în care viteza inițială este nulă, aplicată pentru cele două corpuri, se determină timpii după care acestea ating solul.  $v_1 = v_0 + a \cdot \Delta t_1$; rezultă $\Delta t_1 = v_1 / g$. $v_2 = v_0 + a \cdot \Delta t_2$; rezultă $\Delta t_2 = v_2 / g$. Se face raportul lor: $\frac{\Delta t_1}{\Delta t_2} = \frac{v_1}{v_2} = \sqrt{2}$

Modele/strategii de rezolvare

B. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ

SUBIECTUL I

Nr subiect	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
Varianta corectă	a	c	d	c	b

Strategii de rezolvare:

I.1: $[Q]_{S.I.} = 1\text{J}, [\Delta U]_{S.I.} = 1\text{J}$

I.2: $T(K) = t(°\text{C}) + 273, T(\text{K}) = -73 + 273 \Rightarrow T = 200\,\text{K}$

I.3: Într-o transformare adiabatică sistemul nu face schimb de căldură cu exteriorul. $Q = 0$

I.4: Lucrul mecanic este negativ dacă transformarea este **c.** comprimare izotermă

$$L = \nu \cdot R \cdot T \ln\frac{V_{final}}{V_{initial}}, V_{final} < V_{initial} \Rightarrow \ln\frac{V_{final}}{V_{initial}} < 0 \Rightarrow L < 0$$

I.5: $p \cdot V = \dfrac{m}{\mu} R \cdot T, \rho = \dfrac{m}{V} \Rightarrow \rho = \dfrac{p \cdot \mu}{R \cdot T}$

$$\frac{\rho_2}{\rho_1} = \frac{p_2 \cdot \mu}{R \cdot T_2} \cdot \frac{R \cdot T_1}{p_1 \cdot \mu} = \frac{p_2 \cdot T_1}{p_1 \cdot T_2}$$

$$p_2 = 2.p_1, T_2 = \frac{T_1}{3} \Rightarrow \frac{\rho_2}{\rho_1} = 6$$

SUBIECTUL II

	Soluții/strategii de rezolvare
a.	$p_1 \cdot V_1 = \nu \cdot R \cdot T_1, \nu = \dfrac{m}{\mu} \Rightarrow V_1 = \dfrac{m \cdot R \cdot T_1}{\mu \cdot p_1}$ $T_1 = 280\,\text{K}$ Rezultat final: $V_1 \approx 8,7 \cdot 10^{-3}\,\text{m}^3$
b.	Variația presiunii gazului: $\Delta p = p_2 - p_1$ Din legea transformării izocore $\dfrac{p_1}{T_1} = \dfrac{p_2}{T_2} \Rightarrow p_2 = \dfrac{p_1 \cdot T_2}{T_1}$ $T_2 = 350\,\text{K}$ Se obține $p_2 = 0,25 \cdot p_1$ Rezultat final: $\Delta p = 10^5\,\text{Pa}$
c.	$\rho_2 = \dfrac{m}{V_2}$ $p_2 \cdot V_2 = \nu \cdot R \cdot T_2, \nu = \dfrac{m}{\mu} \Rightarrow p_2 \cdot V_2 = \dfrac{m}{\mu} \cdot R \cdot T_2 \Rightarrow m = \dfrac{p_2 \cdot V_2 \cdot \mu}{R \cdot T_2}$

	Se obține $\rho_2 = \frac{p_2 \cdot \mu}{R \cdot T_2}$ Rezultat final: $\rho_2 = 5,5\,\text{kg/m}^3$
d.	Masa unei molecule se calculează $m_0 = \frac{\mu}{N_A} = 5,31 \cdot 10^{-26}$ kg. Numărul de molecule este $N = \nu N_A = \frac{m}{\mu} N_A = 9,03 \cdot 10^{23}$ molecule

SUBIECTUL III

	Soluții/strategii de rezolvare
a.	Transformarea 1-2 este izocoră, deci legea acesteia se scrie $\frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2}$. De aici se obține $T_2 = T_1 \frac{p_2}{p_1} = 2T_1 = 600\,\text{K}$. Transformarea 2-3 este izobară, deci legea acesteia se scrie $\frac{V_2}{T_2} = \frac{V_3}{T_3}$. De aici se obține $T_3 = T_2 \frac{V_3}{V_2} = 3T_2 = 6T_1 = 1800\,\text{K}$.
b.	Căldura primită este căldura pozitivă, adică $Q_p = Q_{12} + Q_{23}$. În transformarea izocoră 1-2 căldura este $Q_{12} = \nu C_V (T_2 - T_1) = 1,5\nu RT_1$, iar în transformarea izobară 2-3 căldura este $Q_{23} = \nu C_P (T_3 - T_2) = 10\nu RT_1$. Căldura primită va fi $Q_p = 11,5\nu RT_1 = 28669,5\,\text{J}$
c.	Căldura cedată este căldura negativă, adică $Q_c = Q_{34} + Q_{41}$. În transformarea izocoră 3-4 căldura este $Q_{34} = \nu C_V (T_4 - T_3) = -4,5\nu RT_1$, iar în transformarea izobară 4-1 căldura este $Q_{43} = \nu C_P (T_1 - T_4) = -5\nu RT_1$. Temperatura T_4 se determină din legea transformării 4-1, care este izobară: $\frac{V_4}{T_4} = \frac{V_1}{T_1}$, iar $T_4 = T_1 \frac{V_4}{V_1} = 3T_1 = 900\,\text{K}$. Modulul căldurii cedate este deci $\lvert Q_c \rvert = 9,5\nu RT_1 = 23683,5\,\text{J}$
d.	Lucrul mecanic total este $L = L_{12} + L_{23} + L_{34} + L_{41}$. Dar $L_{12} = 0$ și $L_{34} = 0$, transformările fiind izocore. $L_{23} = p_2 (V_3 - V_2) = 2p \cdot 2V = 4pV = 4\nu RT_1$ iar $L_{41} = p_4 (V_1 - V_4) = -2pV = -2\nu RT_1$. Se obține astfel pentru lucrul mecanic total $L = 2\nu RT_1 = 4986\,\text{J}$

Modele/strategii de rezolvare

C. PRODUCEREA ȘI UTILIZAREA CURENTULUI CONTINUU

SUBIECTUL I

Nr subiect	1	2	3	4	5
Varianta corectă	b	a	b	c	b

Strategii de rezolvare:

I.1: Unitatea de măsură a mărimii $W = U \cdot I \cdot t$ este unitatea de măsură pentru energie: J (joule).

I.2: Tensiunea la bornele unei surse cu rezistența interioară nenulă, U este întotdeauna mai mică decât tensiunea electromotoare a sursei, E. Valoarea numerică a raportului dintre acestea va fi întotdeauna mai mică decât unu.

I.3: Prin definiție, intensitatea curentului electric este dată de relația: $I = \frac{Q}{\Delta t} = \frac{600}{10 \cdot 60} = 1\ \text{A}$.

I.4: Intensitatea curentului electric de scurtcircuit al bateriei este: $I_{SC} = \frac{E}{r} = \frac{10}{1} = 10\ \text{A}$.

I.5: Energia preluată de la rețeaua de alimentare în 30 de zile de funcționare în regim nominal, câte opt ore pe zi, adică $\Delta t = 30 \cdot 8 = 240\ \text{h}$, este: $W = P \cdot \Delta t = 300 \cdot 240 = 72000\ \text{Wh} = 72\ \text{kWh}$.

SUBIECTUL II

	Soluții/strategii de rezolvare
a.	Rezistența electrică a unui conductor liniar este de forma: $R = \frac{\rho \cdot l}{S} = \frac{1,7 \cdot 10^{-8} \cdot 400}{1,7 \cdot 10^{-6}} = 4\ \Omega$. Observație: $S = 1,7\ \text{mm}^2 = 1,7 \cdot 10^{-6}\ \text{m}^2$.
b.	Tensiunea electromotoare și rezistența internă ale generatorului echivalent (cu care poate fi înlocuită gruparea paralel a celor 5 generatoare) sunt: $E_e = E = 4,5V$ și $r_e = \frac{r}{5} = \frac{2,5}{5} = 0,5\ \Omega$. Intensitatea ce străbate circuitul principal este: $I = \frac{E_e}{R + r_e} = \frac{4,5}{4 + 0,5} = 1\ \text{A}$. De aici obținem tensiunea electrică la bornele grupării de generatoare: $U = I \cdot R = 1 \cdot 4 = 4\ \text{V}$.
c.	Atunci când conductorul se taie în patru părți egale, rezistența pe fiecare porțiune devine $R_0 = \frac{R}{4} = \frac{4}{4} = 1\ \Omega$. Rezistența echivalentă a grupării paralel nou formate va fi: $R_e = \frac{R_0}{4} = \frac{1}{4} = 0,25\ \Omega$.

d.	Intensitatea curentului electric din circuitul nou format va fi dată de: $I_t = \frac{E_e}{R_e + r_e} = \frac{4,5}{0,25+0,5} = \frac{4,5}{0,75} = 6\text{ A}$. Intensitatea curentului electric indicată de un ampermetru ideal ($R_A \cong 0$) înseriat cu unul din cei patru conductori identici va fi: $I' = \frac{I_t}{4} = \frac{6}{4} = 1,5\text{ A}$.

SUBIECTUL III

	Soluții/strategii de rezolvare
a.	Puterea electrică disipată de gruparea formată din rezistoarele R_1 și R_2 este: $P = \frac{W}{\Delta t} = \frac{1800}{60} = 30\text{ W}$. Observație: $\Delta t = 1\text{min} = 60\text{ s}$.
b.	Cunoscând puterea electrică disipată de gruparea formată din rezistoarele R_1 și R_2 putem scrie: $P = R_e \cdot I^2$. Rezistența echivalentă este dată de $R_e = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} = \frac{20 \cdot 40}{20+40} = \frac{800}{60} = \frac{40}{3}\,\Omega$. De aici obținem intensitatea curentului electric prin ramura principală $I = \sqrt{\frac{P}{R_e}} = \sqrt{\frac{30}{\frac{40}{3}}} = \sqrt{\frac{30 \cdot 3}{40}} = \sqrt{\frac{9}{4}} = \frac{3}{2} = 1,5\text{ A}$. Astfel, egalând tensiunile la bornele fiecărui rezistor, putem scrie: $I_1 \cdot R_1 = I_2 \cdot R_2$, de unde obținem: $I_1 = \frac{I_2 \cdot R_2}{R_1}$, unde I_1 este intensitatea ce străbate rezistorul R_1 și I_2 intensitatea ce străbate rezistorul R_2. Înlocuind în teorema I a lui Kirchhoff $I = I_1 + I_2$, deci $I_1 = I - I_2$. Atunci $(I - I_2) \cdot R_1 = I_2 \cdot R_2$ și intensitatea curentului electric care trece prin rezistorul R_2 va fi: $I_2 = \frac{I \cdot R_1}{R_1 + R_2} = \frac{1,5 \cdot 20}{20+40} = \frac{30}{60} = 0,5\text{ A}$.
c.	Din legea lui Ohm pe întregul circuit, tensiunea electromotoare a generatorului va fi: $E = I(R_e + r) = 1,5 \cdot \left(\frac{40}{3} + 4\right) = 1,5 \cdot \frac{52}{3} = 26\text{ V}$.
d.	Randamentul circuitului electric este dat de relația: $\eta = \frac{R_e}{R_e + r} = \frac{\frac{40}{3}}{\frac{40}{3}+4} = \frac{\frac{40}{3}}{\frac{52}{3}} = \frac{40}{52} = 0,7692 = 76,92\%$.

Modele/strategii de rezolvare

D. OPTICĂ

SUBIECTUL I.

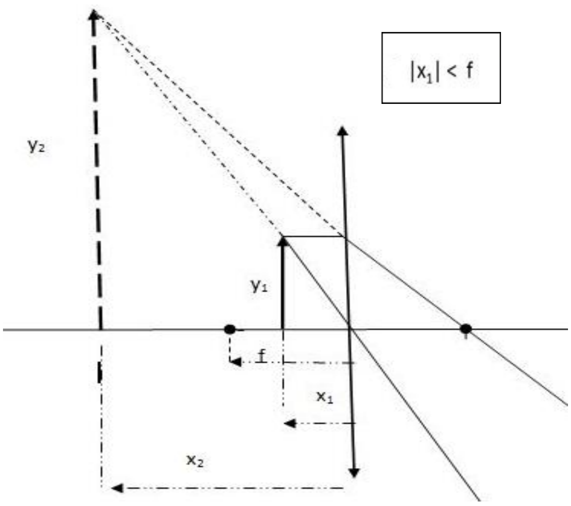
Nr subiect	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
Varianta corectă	**a**	**b**	**c**	**b**	**c**

Strategii de rezolvare:

I.1: Relația dintre lungimea de undă, perioadă și viteza de propagare a unei radiații luminoase este: $\lambda = cT \Rightarrow T = \lambda/c$. Știm că $T = 1/\nu$, deci relația dintre frecvența, lungimea de undă și viteza de propagare a unei radiații luminoase este: $\nu = c/\lambda$.

I.2: Formulele lentilelor subțiri: $\frac{1}{x_2} - \frac{1}{x_1} = \frac{1}{f}$; $\beta = \frac{x_2}{x_1}$

I.3: O lentilă convergentă formează pentru un obiect real, situat între centrul optic și focar, o imagine virtuală, dreaptă și mai mare decât obiectul.



I.4: Energia cinetică maximă a electronilor emiși de catod, prin efect fotoelectric extern, poate fi exprimată în funcție de tensiunea de stopare U_s: $E_{cmax} = eU_s$. Relația dintre energia cinetică și viteză este: $E_c = \frac{mv^2}{2}$.

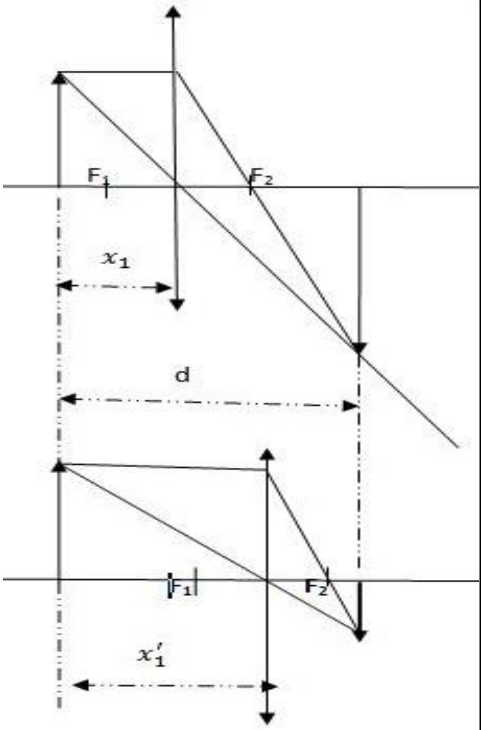
Egalând cele două relații pentru cazul v_{max}: $eU_s = \frac{mv^2}{2}$, obținem: $v_{max} = \sqrt{\frac{2eU_s}{m}}$

I.5: Pentru lentila biconvexă putem scrie: $R_1 > 0; R_2 < 0$. Convergența lentilei: $C = \frac{1}{f} = (n-1)\left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2}\right)$.

Din ipoteză: $|R_1| = f$ respectiv $|R_2| = 2f$, deci $\frac{1}{f} = (n-1)\left[\frac{1}{f} - \frac{1}{(-2f)}\right] = (n-1)\frac{3}{2f} = \frac{3n}{2f} - \frac{3}{2f}$; $\frac{5}{2f} = \frac{3n}{2f}$,

De unde rezultă că indicele de refracție al materialului din care este confecționată lentila este: $n = 5/3$.

SUBIECTUL II

	Soluții/strategii de rezolvare
a.	Expresia pentru convergența lentilei este: $C = 1/f$; $1\,\delta = 1\,m^{-1}$. Dacă $f = 8\cdot10^{-2}$ m, atunci: $C = \dfrac{1}{8\cdot10^{-2}\,m} = 12,5\,\delta$
b.	Pentru $x_1 = -10$ cm (poziția obiectului față de lentilă) și $f = 8$ cm $\dfrac{1}{f} = \dfrac{1}{x_2} - \dfrac{1}{x_1} \Rightarrow x_2 = \dfrac{x_1 f}{f + x_1} \Rightarrow x_2 = \dfrac{(-10)8}{8-10} \Rightarrow x_2 = 40$ cm (distanța dintre lentilă și imaginea obiectului) Sau, direct, $\dfrac{1}{8} = \dfrac{1}{x_2} - \dfrac{1}{(-10)} \Rightarrow \dfrac{1}{8} + \dfrac{1}{(-10)} = \dfrac{1}{x_2} \Rightarrow \dfrac{2}{80} = \dfrac{1}{x_2} \Rightarrow x_2 = 40$ cm
c.	Pentru lentila biconvexă putem scrie: $R_1 > 0; R_2 < 0.$ Din ipoteză: $\lvert R_1\rvert = \lvert R_2\rvert = R.$ Convergența lentilei: $C = \dfrac{1}{f} = (n-1)\left(\dfrac{1}{R_1} - \dfrac{1}{R_2}\right)$; $\dfrac{1}{f} = (n-1)\left[\dfrac{1}{R} - \dfrac{1}{(-R)}\right]$, de unde $\dfrac{1}{R} = (n-1)\dfrac{2}{R}$ și $n = \dfrac{R}{2R} + 1 = \dfrac{3}{2}$, deci indicele de refracție al materialului din care este confecționată lentila este: $n = 1,5$
d.	Știm că: $\lvert x_1\rvert + \lvert x_2\rvert = d$; $x_1 < 0$; $\dfrac{1}{f} = \dfrac{1}{x_2} - \dfrac{1}{x_1} \Rightarrow \dfrac{1}{f} = \dfrac{1}{d + x_1} - \dfrac{1}{x_1}$. Dacă aducem la același numitor, obținem: $x_1^2 + dx_1 + fd = 0$ cu soluțiile $x_1; x_1' = \dfrac{-d \pm \sqrt{d^2 - 4fd}}{2}$. Știm că $x_1 \neq x_1'$ dacă $d^2 - 4fd > 0$ $(\Delta = 30)$ Distanța dintre obiect și lentilă în cele două cazuri va fi: $x_1 = -10$ cm respectiv $x_1' = -40$ cm 

SUBIECTUL III

	Soluții/strategii de rezolvare
a.	ν_0 este valoarea frecvenței de prag a celulei considerate, L = lucrul mecanic de extracție: $$L = h\nu_0 \Rightarrow \nu_0 = \frac{L}{h} = \frac{4\cdot 10^{-19}\ \text{J}}{6,6\cdot 10^{-34}\ \text{J}\cdot\text{s}} = 0,606\cdot 10^{15}\ \text{s}^{-1} \cong 6\cdot 10^{14}\ \text{Hz}$$
b.	*Efectul fotoelectric extern se produce numai atunci când frecvența radiației incidente este mai mare decât frecvența de prag specifică metalului din care este confecționat catodul.* Verificare: $\nu_1 < \nu_0\ \left(5,5\cdot 10^{14}\ \text{Hz} < 6,06\cdot 10^{14}\ \text{Hz}\right) \Rightarrow$ Nu se produce efect fotoelectric! Sau: *Dacă energia cedată de fotonul incident electronului este cel puțin egală cu lucrul mecanic de extracție, se produce efect fotoelectric extern.* $\varepsilon_1 = h\nu_1 = 6,6\cdot 10^{-34}\cdot 5,5\cdot 10^{14}\ \text{J} = 36,3\cdot 10^{-20}\ \text{J} = 3,63\cdot 10^{-19}\ \text{J};$ dar $L = 4\cdot 10^{-19}\ \text{J};$ $\varepsilon_1 < L \Rightarrow$ Nu se produce efect fotoelectric!
c.	$E_{c\max} = h\nu_2 - L;\ E_{c\max} = 6,6\cdot 10^{-34}\cdot 1,5\cdot 10^{15} - 4\cdot 10^{-19} = 5,9\cdot 10^{-19}\ \text{J}$
d.	$E_{c\max} = eU_s;\quad U_s = \frac{E_{c\max}}{e} = \frac{5,9\cdot 10^{-19}\ \text{J}}{1,6\cdot 10^{-19}\ \text{C}} = 3,68\ \text{V} \cong 3,7\ \text{V}$

Filiera tehnologică

BAREM DE EVALUARE ȘI DE NOTARE **VARIANTA 5**

- Se punctează oricare alte modalități de rezolvare corectă a cerințelor.
- Nu se acordă fracțiuni de punct.
- Se acordă 10 puncte din oficiu. Nota finală se calculează prin împărțirea punctajului total acordat pentru lucrare la 10

A. MECANICĂ

SUBIECTUL I **(5 x 3 puncte = 15 puncte)**

Nr subiect	1	2	3	4	5
Varianta corectă	d	d	a	a	d

SUBIECTUL II **(15 puncte)**

	Soluție, rezolvare		Punctaj
a.	Pentru reprezentare corectă a forţelor care acţionează asupra corpurilor	2p	**4p**
	$N_1 - G_1 = 0 \Rightarrow N_1 = G_1$	1p	
	$F_{f1} = \mu \cdot N_1 = \mu \cdot m_1 \cdot g = 2N$	1p	
b.	$m_2 \cdot g - T = m_2 \cdot a$	1p	**4p**
	$T - F_{f1} = m_1 \cdot a$	1p	
	$a = \dfrac{m_2 g - F_{f_1}}{m_1 + m_2} = 1{,}25\ m/s^2$	2p	
c.	Pentru reprezentarea corectă a forţelor care acţionează asupra scripetului	2p	**4p**
	$N^2 = T^2 + T^2 + 2 \cdot T \cdot T \cdot \cos 90^\circ$ 1p		
	$N = T \cdot \sqrt{2}$	1p	
d.	$v = v_0 + a \cdot t = a \cdot t$	2p	**3p**
	$v = 5m/s$	1p	

SUBIECTUL III **(15 puncte)**

	Soluție, rezolvare		Punctaj
a.	$L_{G1} = G_1 \cdot h_1 \cdot \cos 0^0$	2p	**3p**
	$L_{G1} = m_1 g h_1 = 200J$	1p	
b.	$E_{pf} = 0$	1p	**4p**
	$E_{pi} = m_2 \cdot g h_2$	1p	
	$\Delta E_{p2} = E_{pf} - E_{pi} = -200J$	2p	
c.	$m_1 \cdot \frac{v_1^2}{2} = m_1 g h_1 \Rightarrow v_1 = \sqrt{2gh1}$	1p	**4p**
	$m_2 \cdot \frac{v_2^2}{2} = m_2 g h_2 \Rightarrow v_2 = \sqrt{2gh2}$	1p	
	$\frac{v_1}{v_2} = \sqrt{\frac{h_1}{h_2}} = \sqrt{2}$	2p	
d.	$a = g$	1p	**4p**
	$v_1 = v_0 + a \cdot \Delta t_1 \Rightarrow \Delta t_1 = \frac{v_1}{g}$	1p	
	$v_2 = v_0 + a \cdot \Delta t_2 \Rightarrow \Delta t_2 = \frac{v_2}{g}$	1p	
	$\frac{\Delta t_1}{\Delta t_2} = \frac{v_1}{v_2} = \sqrt{2}$	1p	

Filiera tehnologică

BAREM DE EVALUARE ȘI DE NOTARE **VARIANTA 5**

- Se punctează oricare alte modalități de rezolvare corectă a cerințelor.
- Nu se acordă fracțiuni de punct.
- Se acordă 10 puncte din oficiu. Nota finală se calculează prin împărțirea punctajului total acordat pentru lucrare la 10

B. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ

SUBIECTUL I **(5 x 3 puncte = 15 puncte)**

Nr subiect	1	2	3	4	5
Varianta corectă	a	c	d	c	b

SUBIECTUL II **(15 puncte)**

	Soluție, rezolvare		Punctaj
a.	$p_1 . V_1 = \nu \cdot R \cdot T_1$; $\nu = m/\mu$ $V_1 = \nu \cdot R \cdot T_1 / p_1$ Rezultat final: $V_1 \approx 8{,}7 \cdot 10^{-3}\ m^3$	1p 1p 1p	**3p**
b.	$\Delta p = p_2 - p_1$ $p_1 / T_1 = p_2 / T_2$; $p_2 = T_2 \cdot p_1 / T_1$ $\Delta p = 0{,}25 \cdot p_1$ Rezultat final: $\Delta p = 10^5$ Pa	1p 1p 1p 1p	**4p**
c.	$\rho_2 = m / V_2$ $\rho_2 = p_2 \cdot \mu / R \cdot T_2$ Rezultat final: $\rho_2 = 5{,}5\ kg/m^3$	1p 2p 1p	**4p**
d.	$m_0 = \mu / N_A$ Rezultat final: $m_0 = 5{,}31 \cdot 10^{-26}$ kg $N = \nu \cdot N_A$ Rezultat final: $N = 9{,}03 \cdot 10^{23}$ molecule	1p 1p 1p 1p	**4p**

SUBIECTUL III **(15 puncte)**

	Soluție, rezolvare		Punctaj
a.	$p_1 / T_1 = p_2 / T_2$; $T_2 = 2 \cdot T_1$ $V_2 / T_2 = V_3 / T_3$; $T_3 = 6T_1$ Rezultat final: $T_3 = 1800K$	1p 1p 1p	**3p**
b.	$Q_p = Q_{12} + Q_{23}$ $Q_{12} = \nu C_V(T_2 - T_1) = 1{,}5 \cdot \nu \cdot R \cdot T_1$ $Q_{23} = \nu C_p(T_3 - T_2) = 10 \cdot \nu \cdot R \cdot T_1$ Rezultat final: $Q_p = 11{,}5 \cdot \nu \cdot R \cdot T_1 = 28669{,}5$ J	1p 1p 1p 1p	**4p**
c.	$\lvert Q_c \rvert = \lvert Q_{34} \rvert + \lvert Q_{41} \rvert$ $Q_{34} = \nu C_V(T_4 - T_3) = -4{,}5 \cdot \nu \cdot R \cdot T_1$ $Q_{41} = \nu C_p(T_1 - T_4) = -5 \cdot \nu \cdot R \cdot T_1$ Rezultat final: $\lvert Q_c \rvert = 9{,}5 \cdot \nu \cdot R \cdot T_1 = 23683{,}5$ J	1p 1p 1p 1p	**4p**
d.	$L_{total} = L_{12} + L_{23} + L_{34} + L_{41}$; $L_{12} = L_{34} = 0$ $L_{23} = p_2 (V_3 - V_2) = 4 \cdot \nu \cdot R \cdot T_1$ $L_{41} = p_1 (V_1 - V_4) = -2 \cdot \nu \cdot R \cdot T_1$ Rezultat final: $L_{total} = 2 \cdot \nu \cdot R \cdot T_1 = 4986$ J	1p 1p 1p 1p	**4p**

Filiera tehnologică

BAREM DE EVALUARE ȘI DE NOTARE **VARIANTA 5**

- Se punctează oricare alte modalități de rezolvare corectă a cerințelor.
- Nu se acordă fracțiuni de punct.
- Se acordă 10 puncte din oficiu. Nota finală se calculează prin împărțirea punctajului total acordat pentru lucrare la 10

C. PRODUCEREA ȘI UTILIZAREA CURENTULUI CONTINUU

SUBIECTUL I **(5 x 3 puncte = 15 puncte)**

Nr subiect	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
Varianta corectă	b	a	b	c	b

SUBIECTUL II **(15 puncte)**

	Soluție, rezolvare		Punctaj
a.	$R=\frac{\rho\cdot l}{S}$	2 p	**3 p**
	R = 4Ω	1 p	
b.	$E_e = E$, $r_e = r / 5$	1 p	**4 p**
	$I=\frac{E_e}{R+r_e}$	1 p	
	U = I·R	1 p	
	U = 4V	1 p	
c.	$R_0=\frac{R}{4}$	2p	**4 p**
	$R_e=\frac{R_0}{4}$	1 p	
	$R_e = 0,25Ω$	1 p	
d.	$I_t=\frac{E_e}{R_e+r_e}$	2 p	**4 p**
	I’ = I_t / 4	1 p	
	I’ = 1,5A	1 p	

SUBIECTUL III **(15 puncte)**

	Soluție, rezolvare		Punctaj
a.	$P=\frac{W}{\Delta t}$	2 p	**3 p**
	P = 30 W	1 p	
b.	$P = R_e \cdot I^2$	1 p	**4 p**
	$R_e=\frac{R_1\cdot R_2}{R_1+R_2}$	1 p	
	$I = I_1 + I_2$; $I_1R_1 = I_2R_2$	1 p	
	I_2 =0,5 A	1 p	
c.	$E=I(R_e+r)$	3 p	**4 p**
	E = 26 V	1 p	
d.	$\eta=\frac{R_e}{R_e+r}$	3 p	**4 p**
	η =76,92 %	1 p	

Filiera tehnologică

BAREM DE EVALUARE ȘI DE NOTARE **VARIANTA 5**

- Se punctează oricare alte modalități de rezolvare corectă a cerințelor.
- Nu se acordă fracțiuni de punct.
- Se acordă 10 puncte din oficiu. Nota finală se calculează prin împărțirea punctajului total acordat pentru lucrare la 10

D. OPTICĂ

SUBIECTUL I **(5 x 3 puncte = 15 puncte)**

Nr subiect	1	2	3	4	5
Varianta corectă	a	b	c	b	c

SUBIECTUL II **(15 puncte)**

	Soluție, rezolvare		Punctaj
a.	$C=\frac{1}{f}$	2p	3p
	$C=12.5\delta$	1p	
b.	$\frac{1}{f}=\frac{1}{x_2}-\frac{1}{x_1}$	1p	4p
	$x_2=\frac{x_1 f}{f+x_1}$	2p	
	$x_2=40\ cm$	1p	
c.	$\frac{1}{f}=(n-1)\left(\frac{1}{R_1}-\frac{1}{R_2}\right)$; $\lvert R_1\rvert=\lvert R_2\rvert=R$;	1p	4p
	$\frac{1}{f}=(n-1)\frac{2}{R}$	1p	
	$n=\frac{R}{2f}+1$	1p	
	$n=1,5$	1p	
d.	$\lvert x_1\rvert+x_2=d$	1p	4p
	$\frac{1}{f}=\frac{1}{x_2}-\frac{1}{x_1}$	1p	
	$x_1^2+dx_1+fd=0$		
	$x_1=-10\ cm$	1p	
	$x_1'=-40\ cm$	1p	

SUBIECTUL III **(15 puncte)**

	Soluție, rezolvare		Punctaj
a.	$\nu_0=\frac{L}{h}$	3p	4p
	$\nu_0\cong 6.10^{14}\ HZ$	1p	
b.	Nu se produce efect fotoelectric.	2p	4p
	Verificare: $\varepsilon_1=h\nu_{01}=h\frac{c}{\lambda_1}$		
	$\varepsilon_1=3{,}6J$	2p	
	$\varepsilon_1<L$		
	Sau $\nu_1<\nu_0$		
c.	$E_{cmax}=h\nu_2-L$	2p	4p
	$E_{cmax}=5{,}9.10^{-19}J$	2p	
d.	$E_{cmax}=eU_s$	2p	3p
	$U_s\cong 3{,}7V$	1p	

Inspectoratul Școlar Județean
Iași

Fizică

Succes!

BACALAUREAT 2020