Coordonatori:
Elena-Mihaela Garabet • Cătălina-Valentina Stanca • Tatiana Mărăndici

Liviu-Dănuț Rotaru • Victor Stoica • Corina Dobrescu
Laura-Angelica Onose • Simona Buiu • Ana Nițoiu
Aurelia Daniela Florian • Diana-Cristina Bejan • Ion Băraru

TESTE DE FIZICĂ PENTRU BACALAUREAT

BAREME DE CORECTARE

NICULESCU

Această variantă electronică cu rezolvările testelor de fizică însoțește lucrarea
TESTE DE FIZICĂ PENTRU BACALAUREAT (ISBN: 978-606-38-0224-9)

Bd. Regiei 6D, 060204 – București, România
Telefon: 021 312 97 82; Fax: 021 314 88 55
E-mail: editura@niculescu.ro
Internet: www.niculescu.ro

Comenzi online: www.niculescu.ro
Comenzi e-mail: vanzari@niculescu.ro
Comenzi telefonice: 0724 505 380, 021 312 97 82

Redactor: Geta Vîrtic
Tehnoredactor: Carmen Birta, Șerban-Alexandru Popină

ISBN 978-606-38-0224-9

TESTE DE NIVEL MINIMAL

TESTUL 1

A. MECANICĂ

Subiectul I		**Punctaj**
1.	**d**	**3**
2.	**b**	**3**
3.	**d**	**3**
4.	**c**	**3**
5.	**a**	**3**
TOTAL pentru Subiectul I		**15p**

Subiectul al II-lea		**Parţial**	**Punctaj**
a.	Greutatea lăzii este: $G = m \cdot g$	2p	**4p**
	Deci, masa lăzii este: $m = \dfrac{G}{g}$	1p	
	Rezultă: $m = 2$ kg.	1p	
b.	Forța de frecare la alunecare dintre ladă şi suprafața orizontală se determină din relația: $F_f = \mu \cdot N$.	2p	**4p**
	Unde: $N = G$.	1p	
	Rezultă: $F_f = 4$ N.	1p	
c.	Lada este trasă pe suprafață orizontală cu viteză constantă de către forța $\vec{F}$, deci: $F - F_f = 0$	2p	**3p**
	Rezultă: $F = 4$ N.	1p	
d.	Sub acțiunea forței $\vec{F_1} = 2\vec{F}$ lada se mişcă uniform accelerat cu accelerația $\vec{a}_1$. În acest caz avem relația: $F_1 - F_f = m \cdot a_1$	2p	**4p**
	Obținem: $a_1 = \dfrac{2F - F_f}{m} = \dfrac{F}{m}$	1p	
	Rezultă: $a_1 = 2$ m/s^2.	1p	
TOTAL pentru Subiectul al II-lea			**15p**

Subiectul al III-lea		**Parţial**	**Punctaj**
a.	Energia potențială maximă a sistemului bilă–Pământ: $E_{\text{p max}} = m \cdot g \cdot h$	2p	**3**
	Rezultă: $E_{\text{p max}} = 2$ J	1p	
b.	Energia totală a bilei în momentul în care aceasta este lăsată sa cadă liber este: $E_1 = E_{p\ \text{max}}$	1p	**4**
	Energia totală a bilei în momentul în care aceasta atinge solul este: $E_2 = E_{c\ \text{max}}$	1p	
	Aplicăm legea de conservare a energiei mecanice: $E_1 = E_2$	1p	
	Rezultă: $E_{c\ max} = 2$ J	1p	

c.	Din condițiile problemei $E_{cA} = E_{pA}$, deci energia totală a bilei este: $E_A = E_{cA} + E_{pA} = 2E_{pA} = 2m \cdot g \cdot h_A$	1p	4p
	Aplicăm legea de conservare a energiei mecanice: $E_1 = E_A$	1p	
	Obținem: $h_A = \dfrac{h}{2}$	1p	
	Rezultă: $h_A = 10\text{ m}$	1p	
d.	Aplicăm teorema de variație a energiei potențiale: $\Delta E_p^{(1\to2)} = -L_{\text{conservativ}}$.	1p	4p
	Deci: $0 - m \cdot g \cdot h = -L_G$.	1p	
	Lucrul mecanic efectuat de greutatea corpului, din momentul în care bila cade liber până când aceasta atinge solul, este: $L_G = m \cdot g \cdot h$.	1p	
	Rezultă: $L_G = 2\text{ J}$.	1p	
TOTAL pentru Subiectul al III-lea			**15p**

B. TERMODINAMICĂ

Subiectul I		**Punctaj**
1.	**b**	**3**
2.	**b**	**3**
3.	**a**	**3**
4.	**c**	**3**
5.	**d**	**3**
TOTAL pentru Subiectul I		**15p**

Subiectul al II-lea		**Parţial**	**Punctaj**
a.	Numărul de moli de azot este: $\nu_1 = \dfrac{m_1}{\mu_1}$	2p	**3p**
	Rezultă: $\nu_1 \cong 0{,}035$ moli.	1p	
b.	Numărul de moli de oxigen poate fi exprimat atât din relația: $\nu_2 = \dfrac{N_2}{N_A}$	1p	**4p**
	cât și din relația: $\nu_2 = \dfrac{m_2}{\mu_2}$.	1p	
	Din relațiile precedente obținem numărul de molecule de oxigen: $N_2 = \dfrac{m_2}{\mu_2} \cdot N_A$	1p	
	Rezultă: $N_2 = 3{,}01 \cdot 10^{22}$.	1p	
c.	Presiunea azotului este: $p_1 = \dfrac{m_1}{\mu_1} \cdot \dfrac{R \cdot T}{V_1}$.	1p	**4p**
	Rezultă: $p_1 \cong 0{,}445 \cdot 10^5\ \mathrm{N/m^2}$.	1p	
	Presiunea oxigenului este: $p_2 = \dfrac{m_2}{\mu_2} \cdot \dfrac{R \cdot T}{V_2}$.	1p	
	Rezultă: $p_2 \cong 0{,}311 \cdot 10^5\ \mathrm{N/m^2}$.	1p	
d.	Numărul de moli din cele două baloane este: $\nu = \nu_1 + \nu_2$,	1p	**4p**
	unde: $\nu = \dfrac{m_1 + m_2}{\overline{\mu}}$.	1p	
	În final, obținem: $\overline{\mu} = \dfrac{m_1 + m_2}{\dfrac{m_1}{\mu_1} + \dfrac{m_2}{\mu_2}} = \dfrac{(m_1 + m_2) \cdot \mu_1 \cdot \mu_2}{m_1 \cdot \mu_2 + m_2 \cdot \mu_1}$.	1p	
	Rezultă: $\overline{\mu} \cong 30{,}33\ \mathrm{g/mol}$.	1p	
TOTAL pentru Subiectul al II-lea			**15p**

<table>
<tr><th colspan="2">Subiectul al III-lea</th><th>Parţial</th><th>Punctaj</th></tr>
<tr><td rowspan="3">a.</td><td>Pentru starea de echilibru termodinamic 1: $T_1 = 300\ \text{K}$
$p_1 = 8{,}31 p_0 = 831 \cdot 10^3\ \text{Pa}$
$V_1 = \dfrac{\nu \cdot R \cdot T_1}{p_1} = 3\ \text{dm}^3$</td><td>1p</td><td rowspan="3">5p</td></tr>
<tr><td>Pentru starea de echilibru termodinamic 2: $T_2 = 2T_1 = 600\ \text{K}$
$p_2 = p_1 = 831 \cdot 10^3\ \text{Pa}$
$V_2 = 2V_1 = 6\ \text{dm}^3$</td><td>2p</td></tr>
<tr><td>Pentru starea de echilibru termodinamic 3: $T_3 = T_2 = 600\ \text{K}$
$p_3 = \dfrac{p_1}{2} = 415{,}5 \cdot 10^3\ \text{Pa}$
$V_3 = 2V_2 = 12\ \text{dm}^3$</td><td>2p</td></tr>
<tr><td rowspan="4">b.</td><td>Căldura primită de gaz în procesul 1→2 este:
$Q_{12} = \nu \cdot C_p \cdot (T_2 - T_1) = \nu \cdot (C_V + R) \cdot (T_2 - T_1) = \dfrac{7}{2} \nu \cdot R \cdot T_1$</td><td>1p</td><td rowspan="4">4p</td></tr>
<tr><td>Căldura primită de gaz în procesul 2→3 este:
$Q_{23} = \nu \cdot R \cdot T_2 \ln\dfrac{V_3}{V_2} = 2\nu \cdot R \cdot T_1 \ln 2$</td><td>1p</td></tr>
<tr><td>Căldura totală primită de gaz este:
$Q = Q_{12} + Q_{23} = \nu \cdot R \cdot T_1 \cdot \left(\dfrac{7}{2} + 2\ln 2\right)$</td><td>1p</td></tr>
<tr><td>Rezultă: $Q \cong 12180{,}8\ \text{J}$</td><td>1p</td></tr>
<tr><td rowspan="2">c.</td><td>Variația energiei interne în procesul 1→2 este:
$\Delta U_{12} = \nu \cdot C_V \cdot (T_2 - T_1) = \dfrac{5}{2} \nu \cdot R \cdot T_1$</td><td>1p</td><td rowspan="2">2p</td></tr>
<tr><td>Rezultă: $\Delta U_{12} = 6232{,}5\ \text{J}$.</td><td>1p</td></tr>
<tr><td rowspan="4">d.</td><td>Lucrul mecanic efectuat de gaz asupra mediului exterior în procesul 1→2 este:
$L_{12} = \nu \cdot R \cdot (T_2 - T_1) = \nu \cdot R \cdot T_1$</td><td>1p</td><td rowspan="4">4p</td></tr>
<tr><td>Lucrul mecanic efectuat de gaz asupra mediului exterior în procesul 2→3 este:
$L_{23} = \nu \cdot R \cdot T_2 \ln\dfrac{V_3}{V_2} = 2\nu \cdot R \cdot T_1 \ln 2$</td><td>1p</td></tr>
<tr><td>Lucrul mecanic total efectuat de gaz asupra mediului exterior este:
$L = L_{12} + L_{23} = \nu \cdot R \cdot T_1 \cdot (1 + 2\ln 2)$</td><td>1p</td></tr>
<tr><td>Rezultă: $L \cong 5948{,}3\ \text{J}$.</td><td>1p</td></tr>
<tr><td colspan="3">TOTAL pentru Subiectul al III-lea</td><td>15p</td></tr>
</table>

C. PRODUCEREA ȘI UTILIZAREA CURENTULUI CONTINUU

Subiectul I		Punctaj
1.	c	3
2.	a	3
3.	d	3
4.	d	3
5.	b	3
TOTAL pentru Subiectul I		15p

Subiectul al II-lea		Parţial	Punctaj
a.	Rezistența internă a grupării celor două surse o determinăm din relația: $r_S = r_1 + r_2$	2p	3p
	Rezultă: $r_S = 2\ \Omega$.	1p	
b.	Tensiunea electromotoare echivalentă a grupării celor două surse este: $E_S = E_1 + E_2$	1p	4p
	Intensitatea curentului prin rezistorul R când întrerupătorul k se află în poziția deschis este: $I = \frac{E_S}{R + r_S}$	2p	
	Rezultă: $I = 1\ \text{A}$	1p	
c.	Dacă întrerupătorul k_1 este deschis şi întrerupătorul k_2 este închis, atunci intensitatea curentului prin rezistorul R este: $I' = \frac{E_1}{R + r_1}$	2p	4p
	Căderea de tensiune pe rezistența R este: $U = I' \cdot R$	1p	
	Rezultă: $U \cong 4{,}31\ \text{V}$	1p	
d.	Dacă ambele întrerupătoare sunt închise, atunci: $I_{SC} = \frac{E_1}{r_1}$	3p	4p
	Rezultă: $I_{SC} = 9\ \text{A}$	1p	
TOTAL pentru Subiectul al II-lea			15p

Subiectul al III-lea		Parţial	Punctaj
a.	Pentru gruparea serie a rezistoarelor, rezistența echivalentă R_S o calculăm din relația: $R_S = R_1 + R_2$	1p	5p
	Pentru gruparea paralel a rezistoarelor, rezistența echivalentă R_P o calculăm din relația: $\frac{1}{R_P} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$	1p	
	Deoarece $P_S = P_P$, avem relația: $R_S \cdot \left(\frac{E}{R_S + r}\right)^2 = R_P \cdot \left(\frac{E}{R_P + r}\right)^2$	1p	
	După efectuarea calculelor obținem: $r = \sqrt{R_S \cdot R_P}$	1p	
	Rezultă: $r = 4\ \Omega$	1p	
b.	Pentru gruparea serie a rezistoarelor randamentul circuitului este: $\eta_S = \frac{R_S}{R_S + r}$	1p	4p
	Rezultă: $\eta_S \cong 71{,}42\ \%$	1p	
	Pentru gruparea paralel a rezistoarelor randamentul circuitului este: $\eta_P = \frac{R_P}{R_P + r}$	1p	
	Rezultă: $\eta_P \cong 28{,}57\ \%$	1p	
c.	În acest caz, puterea P_1 furnizată de sursă rezistorului R_1 este: $P_1 = R_1 \cdot \left(\frac{E}{R_1 + r}\right)^2$	1p	3p
	Deci: $E = (R_1 + r) \cdot \sqrt{\frac{P_1}{R_1}}$	1p	
	Rezultă: $E = 6\ \text{V}$	1p	
d.	Intensitatea curentului de scurtcircuit al sursei este: $I_{SC} = \frac{E}{r}$	2p	3p
	Rezultă: $I_{SC} = 1{,}5\ \text{A}$	1p	
TOTAL pentru Subiectul al III-lea			**15p**

D.OPTICĂ

Subiectul I		**Punctaj**
1.	**b**	**3**
2.	**a**	**3**
3.	**d**	**3**
4.	**a**	**3**
5.	**c**	**3**
TOTAL pentru Subiectul I		**15p**

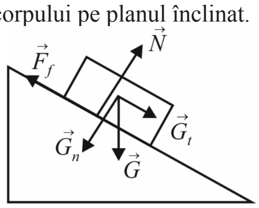
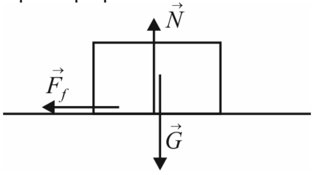
Subiectul al II-lea		**Parțial**	**Punctaj**
a.	Convergența lentilei este: $C = \frac{1}{f}$	2p	**3p**
	Rezultă: $C = 5\ \text{m}^{-1}$	1p	
b.	Din prima formulă fundamentală a lentilelor: $\frac{1}{x_2} - \frac{1}{x_1} = \frac{1}{f}$	2p	**4p**
	obținem: $x_2 = \frac{x_1 \cdot f}{x_1 + f}$	1p	
	Rezultă: $x_2 = 30\ \text{cm} = 0{,}3\ \text{m}$	1p	
c.	Mărirea liniară transversală este: $\beta = \frac{x_2}{x_1}$	1p	**5p**
	Rezultă: $\beta = -\frac{1}{2}$	1p	
	Imagine reală	1p	
	Imagine răsturnată	1p	
	Imagine de două ori mai mică decât obiectul	1p	
d.	Distanța dintre obiectul luminos și imaginea acestuia prin lentilă este: $d = -x_1 + x_2$	2p	**3p**
	Rezultă: $d = 90\ \text{cm} = 0{,}9\ \text{m}$	1p	
TOTAL pentru Subiectul al II-lea			**15p**

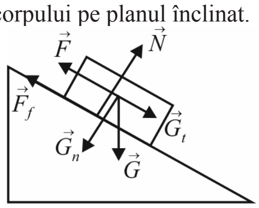
Subiectul al III-lea		Parțial	Punctaj
a.	Lungimea de undă a radiației monocromatice de frecvență ν_1 este: $\lambda_1 = \dfrac{c}{\nu_1}$	2p	**3p**
	Rezultă: $\lambda_1 = 600$ nm	1p	
b.	Pentru radiația de frecvență ν_1 avem: $h \cdot \nu_1 = L_{ex} + e \cdot U_{S1}$	1p	**4p**
	Pentru radiația de frecvență ν_2 avem: $h \cdot \nu_2 = L_{ex} + e \cdot U_{S2}$	1p	
	Din relațiile precedente obținem: $e = \dfrac{h \cdot (\nu_2 - \nu_1)}{U_{S2} - U_{S1}}$	1p	
	Rezultă: $e = 1{,}6 \cdot 10^{-19}$ C	1p	
c.	Lucrul mecanic de extracție este: $L_{ex} = h \cdot \nu_0$	1p	**4p**
	Dar: $L_{ex} = h \cdot \nu_1 - e \cdot U_{S1}$, sau $L_{ex} = h \cdot \nu_2 - e \cdot U_{S2}$	1p	
	Obținem: $\nu_0 = \nu_1 - \dfrac{e \cdot U_{S1}}{h}$, sau $\nu_0 = \nu_2 - \dfrac{e \cdot U_{S2}}{h}$	1p	
	Rezultă: $\nu_0 = 4{,}6972 \cdot 10^{14}$ Hz	1p	
d.	Pentru radiația de frecvență ν_1, energia cinetică a fotoelectronilor emiși de către catodul celulei fotoelectrice este: $E_{c1} = e \cdot U_{S1}$	1p	**4p**
	Rezultă: $E_{c1} = 0{,}1249$ eV $= 199{,}84 \cdot 10^{-22}$ J	1p	
	Pentru radiația de frecvență ν_2, energia cinetică a fotoelectronilor emiși de către catodul celulei fotoelectrice este: $E_{c2} = e \cdot U_{S2}$	1p	
	Rezultă: $E_{c2} = 0{,}5374$ eV $= 859{,}84 \cdot 10^{-22}$ J	1p	
TOTAL pentru Subiectul al III-lea			**15p**

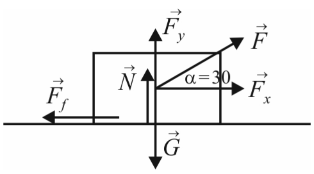
TESTUL 2

A. MECANICĂ

Subiectul I		Punctaj
1.	**a.** $[L]_{SI} = \text{J} = \text{Nm}$	3
2.	**c.** $v^2 = v_0^{\ 2} + 2ad \Rightarrow d = \dfrac{v_0^{\ 2}}{2a} = 270\ \text{m}$	3
3.	**b.** Din legea vitezei $v = v_0 + at, v = 10 + 6t$ $\Rightarrow a = 6\ \text{m/s}^2$ $\quad m = \dfrac{F}{a} = 854\ \text{kg}$	3
4.	**b.** $E_C = \dfrac{mv^2}{2}, p = mv \ \Rightarrow E_C = \dfrac{p^2}{2m}$	3
5.	**b.** $h_{\max} = \dfrac{v_0^{\ 2}}{2g} = 20\ \text{m} \Rightarrow h = 10\ \text{m}$ $E_{C0} = E_C + E_p \Rightarrow E_C = 5\ \text{J}$	3
TOTAL pentru Subiectul I		**15p**

Subiectul al II-lea		Parţial	Punctaj
a.	Reprezentăm forțele care acționează asupra corpului şi aplicăm principiul al doilea al dinamicii la mişcarea corpului pe planul înclinat.  $G_t - F_{f_1} = ma_1$ $N_1 = G_n$	2p	4p
	$a_1 = g(\sin\alpha - \mu_1 \cos\alpha)$	1p	
	$a_1 = 2{,}5\ \text{m/s}^2$	1p	
b.	Din ecuația lui Galilei $v^2 = v_0^{\ 2} + 2a_1 l,\ v_0 = 0$	1p	3p
	$v_1 = \sqrt{2a_1 l}$	1p	
	$v_1 = \sqrt{10} = 3{,}16\ \text{m/s}$	1p	
c.	Reprezentăm forțele care acționează asupra corpului şi aplicăm principiul al doilea al dinamicii la mişcarea corpului pe planul orizontal.  $-F_{f_2} = ma_2$ $G = N_2$	1p	4p
	$a_2 = -\mu_2 g$	1p	
	$v^2 = v_1^{\ 2} + 2a_2 d \Rightarrow a_2 = -1\ \text{m/s}^2$	1p	
	$\mu_2 = -\dfrac{a_2}{g} = 0{,}1$	1p	

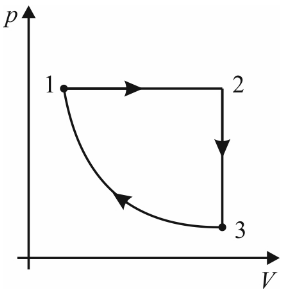
d.	Reprezentăm forțele care acționează asupra corpului şi aplicăm principiul al doilea al dinamicii la mişcarea corpului pe planul înclinat.  $G_t = F + F_{f1}$ $N = G_n$	2p	4p
	$F = mg(\sin\alpha - \mu\cos\alpha)$	1p	
	$F = 5\ \text{N}$	1p	
TOTAL pentru Subiectul al II-lea			**15p**

Subiectul al III-lea		**Parțial**	**Punctaj**
a.	 $L_{f_1} = -F_{f_1} d$	1p	**4p**
	$F_{f_1} = \mu N$ $N = G - F_y$	1p	
	$F_{f_1} = \mu(mg - F\sin\alpha)$	1p	
	$L_{f_1} = -7{,}5\ \text{J}$	1p	
b.	$L = Fd\cos\alpha$	2p	**3p**
	$L = 25{,}5\ \text{J}$	1p	
c.	$\Delta E_C = L + L_{f1}$	1p	**4p**
	$E_C = \dfrac{mv^2}{2}$	1p	
	$v = \sqrt{\dfrac{2E_C}{m}}$	1p	
	$v = 2\sqrt{3} \cong 3{,}4\ \text{m/s}$	1p	
d.	$\Delta E_C = L_{f2}$ $L_{f2} = -F_{f2} D$	1p	**4p**
	$F_{f_2} = \mu N$ $G = N$	1p	
	$D = \dfrac{E_C}{F_f}$	1p	
	D = 6 m	1p	
TOTAL pentru Subiectul al III-lea			**15p**

B. TERMODINAMICĂ

Subiectul I		Punctaj
1.	**b.** $pV = \frac{m}{\mu}RT$ $p = \frac{m}{\mu V}RT = 30\text{ kPa}$	3
2.	**b.** Din teorie: $L \neq 0, Q = 0$	3
3.	**c.** $L = -\nu C_V \Delta T$	3
4.	**c.** $\rho = \frac{p\mu}{RT} = 1,27\text{ kg/m}^3$	3
5.	**b.** $U_1 = \frac{3}{2}\nu RT_1,\ U_2 = \frac{3}{2}\nu RT_2$ $U_2 = 2U_1 \Rightarrow T_2 = 2T_1$ $L = \nu R\Delta T = \nu RT_1 = \frac{2U_1}{3} = 200\text{ J}$	3
TOTAL pentru Subiectul I		**15p**

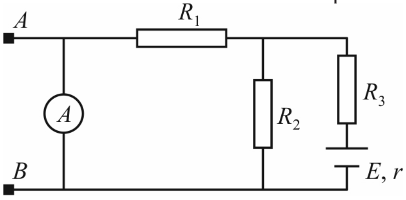
Subiectul al II-lea		Parțial	Punctaj
a.	Din ecuațiile de stare: $m_1 = \frac{p_1\mu V}{RT_1},\ m_2 = \frac{p_2\mu V}{RT_2}$	1p	4p
	$\Delta m = m_1 - m_2$	1p	
	$\Delta m = \frac{\mu V}{R}\left(\frac{p_1}{T_1} - \frac{p_2}{T_2}\right)$	1p	
	$V = \frac{\Delta m R T_1 T_2}{\mu(p_1 T_2 - p_2 T_1)}$ $V = 3,324\text{ m}^3$	1p	
b.	$\nu_1 = \frac{p_1 V}{RT_1}$	2p	3p
	$\nu_1 = 0,26\text{ kmol}$	1p	
c.	$p_2 V = \frac{m_2}{\mu}RT_2$	2p	4p
	$m_2 = \frac{p_2\mu V}{RT_2}$	1p	
	$m_2 = 5,33\text{ kg}$	1p	
d.	$\rho_1 = \frac{p_1\mu}{RT_1}$	3p	4p
	$\rho_1 = 2,5\text{ kg/m}^3$	1p	
TOTAL pentru Subiectul al II-lea			**15p**

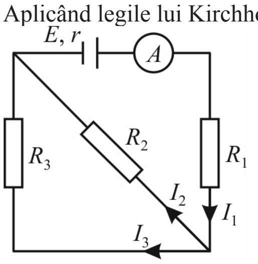
Subiectul al III-lea		**Parţial**	**Punctaj**
a.	Reprezentarea grafică a transformărilor în coordonate (p, V) 	3p	**3p**
b.	Din legea procesului izobar: $\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \Rightarrow V_2 = 3V_1$	1p	**4p**
	$L_{12} = p_1(V_2 - V_1)$	1p	
	$p_1 = \frac{L_{12}}{(V_2 - V_1)}$	1p	
	$p_1 = 2 \cdot 10^5\ \mathrm{N/m^2}$	1p	
c.	Gazul cedează căldură în procesele 2$\rightarrow$3 şi 3$\rightarrow$1 $Q_{ced} = Q_{23} + Q_{31}$	1p	**4p**
	$Q_{23} = \nu C_V (T_3 - T_2) = -3 p_1 V_1$	1p	
	$Q_{31} = \nu R T_1 \ln \frac{V_1}{V_3} = -p_1 V_1 \ln 3$	1p	
	$Q_{\mathrm{cedat}} \cong -1640\ \mathrm{J}$	1p	
d.	$Q_{abs} = \nu C_p (T_2 - T_1)$	1p	**4p**
	$C_p = C_V + R$	1p	
	$Q_{abs} = 5\nu R T_1 = 5 p_1 V_1$	1p	
	$Q_{\mathrm{absorbit}} = 2000\ \mathrm{J}$	1p	
TOTAL pentru Subiectul al III-lea			**15p**

C. PRODUCEREA ȘI UTILIZAREA CURENTULUI CONTINUU

Subiectul I		Punctaj
1.	**b.** $1\ \text{Wh} = 3600\ \text{J}$ $W = 720 \cdot 10^6\ \text{J}$	3
2.	**c.** $I = \frac{E}{R_1 + r},\ \frac{I}{2} = \frac{E}{R_1 + R_2 + r} \Rightarrow 2 = \frac{R_1 + R_2 + r}{R_1 + r} \Rightarrow R_2 = 8\Omega$	3
3.	**b.** $R_{AB} = \frac{R}{3} = 2\Omega$	3
4.	**c.** $I_{sc} = \frac{E}{r} = 1\frac{\text{V}}{\Omega}$	3
5.	**c.** $R_{\text{bec}} = \frac{U_n^{\ 2}}{P_n} = 90\ \Omega$ $R_{\text{bec}} = R_0(1 + \alpha t) \Rightarrow t = 2000\ °\text{C}$	3
TOTAL pentru Subiectul I		**15p**

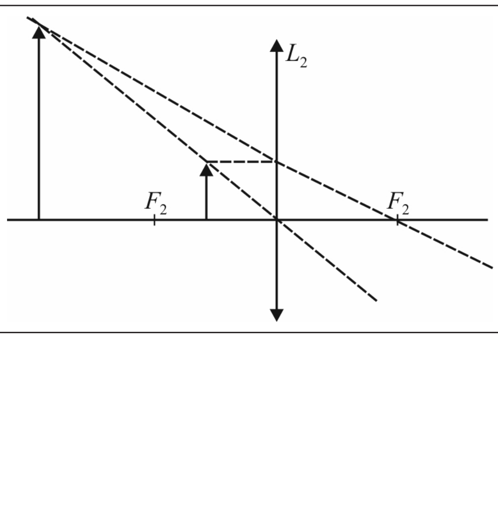
Subiectul al II-lea		Parţial	Punctaj
a.	$R_e = R_1 + R_p$	1p	3p
	$R_p = \frac{R_2 R_3}{R_2 + R_3}$	1p	
	$R_e = 4,4\Omega$	1p	
b.	$I_1 = \frac{E}{R_e + r}$	1p	4p
	$U_V = E - Ir = IR_e$	2p	
	$U_V = 8,8V$	1p	
c.	$I_1 = I_2 + I_3$	1p	4p
	$I_2 R_2 = I_3 R_3$	1p	
	$I_3 = \frac{I_1 R_2}{R_2 + R_3}$	1p	
	$I_3 = 0,8A$	1p	

d.	Prin schimbarea locurilor între ampermetrul ideal şi sursă, ampermetrul va măsura intensitatatea prin R_1.  $R_e' = R_3 + \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$	1p	**4p**
	$I' = \frac{E}{R_e' + r} \cong 1{,}25\ \text{A}$	1p	
	$I' = I_1' + I_2'$ $I_1' R_1 = I_2' R_2$	1p	
	$I_1' = \frac{2I'}{3} = 0{,}83\ \text{A}$	1p	
TOTAL pentru Subiectul al II-lea			**15p**

Subiectul al III-lea		**Parţial**	**Punctaj**
a.	Aplicând legile lui Kirchhoff, rezultă:  $E = Ir + U_1 + I_3 R_3$	2p	**4p**
	$I_3 = \frac{E - Ir - U_1}{R_3}$	1p	
	$I_3 = 1{,}5\ \text{A}$	1p	
b.	$I_2 = I - I_3 = 0{,}5\ \text{A}$ $I_2 R_2 = I_3 R_3$	1p	**4p**
	$R_2 = \frac{I_3 R_3}{I_2} = 75\Omega$	1p	
	$P_2 = R_2 I_2^2$	1p	
	$P_2 = 18{,}75\ \text{W}$	1p	
c.	$R_e = R_1 + R_p$	1p	**4p**
	$R_1 = \frac{U_1}{I} = 30\Omega$	1p	
	$R_p = \frac{R_2 R_3}{R_2 + R_3}$	1p	
	$R_e = 48{,}75\Omega$	1p	
d.	$\eta = \frac{P_1}{P_s} = \frac{U_1}{E}$	2p	**3p**
	$\eta = 0{,}5 = 50\%$	1p	
TOTAL pentru Subiectul al III-lea			**15p**

D.OPTICĂ

Subiectul I		**Punctaj**
1.	**c.**	**3**
2.	**a.** $\frac{\sin i}{\sin r} = \frac{n_2}{n_1} \Rightarrow \sin r = \frac{\sqrt{3}}{2} \Rightarrow r = 60^\circ$	**3**
3.	**b.** $C = C_1 + C_2 + C_3 \Rightarrow C_3 = 4\delta$	**3**
4.	**c.** $\frac{hc}{\lambda} = L_{ex} + E_C \Rightarrow E_C = 0{,}26 \cdot 10^{-19}$ J	**3**
5.	**b.** $\beta = \frac{y_2}{y_1} = \frac{x_2}{x_1} = -3$ $\Rightarrow x_2 = -3x_1 = 150$ cm $\quad \frac{1}{f} = \frac{1}{x_2} - \frac{1}{x_1} \Rightarrow f = 37{,}5$ cm	**3**
TOTAL pentru Subiectul I		**15p**

Subiectul al II-lea		**Parţial**	**Punctaj**
a.	$\beta_1 = \frac{y_2}{y_1} = \frac{x_2}{x_1} = -3$	1p	**4p**
	$x_2 = -3x_1$	1p	
	$x_1 = -\frac{4f_1}{3}$	1p	
	$x_1 = -40$ cm	1p	
b.	$\beta_2 = \frac{x_3}{x_1} = 3$	1p	**4p**
	$x_3 = 3x_1$	1p	
	$f_2 = \frac{x_1 x_3}{x_1 - x_3}$	1p	
	$f_2 = 60$ cm	1p	
c.		3p	**3p**

d.	$\frac{1}{F}=\frac{1}{f_1}+\frac{1}{f_2}$	1p	**4p**
	$F = 20\text{ cm}$	1p	
	$x_4 = \frac{Fx_1}{F+x_1}$	1p	
	$\beta_3 = \frac{x_4}{x_1} = -1$	1p	
TOTAL pentru Subiectul al II-lea			**15p**

Subiectul al III-lea		**Parţial**	**Punctaj**
a.	Definirea efectului fotoelectric	1p	**4p**
	Enunțarea legilor efectului fotoelectric	3p	
b.	$L = h\nu_0$	1p	**4p**
	$\nu_0 = 0{,}55\cdot 10^{15}\text{ Hz}$	1p	
	$\nu_1 = \frac{c}{\lambda_1} = 0{,}44\cdot 10^{15}\text{ Hz}$	1p	
	$\nu_1 < \nu_0$, nu se produce efect fotoelectric folosind radiația monocromatică cu λ_1	1p	
c.	$\varepsilon_2 = \frac{hc}{\lambda_2}$	2p	**3p**
	$E_C = 4{,}95\cdot 10^{-19}\text{ J}$	1p	
d.	$\varepsilon_2 = L_{ex} + E_C$	2p	**4p**
	$U_S = \frac{E_C}{e}$	1p	
	$U_S = 0{,}79\text{ V}$	1p	
TOTAL pentru Subiectul al III-lea			**15p**

TESTUL 3

A. MECANICĂ

Subiectul I		Punctaj
1.	d.	3
2.	b.	3
3.	a	3
4.	a	3
5.	d.	3
TOTAL pentru Subiectul I		15p

Subiectul al II-lea		Parţial	Punctaj
a.	Reprezentăm forțele care acționează asupra corpului și aplicăm principiul al doilea al dinamicii la mișcarea $\vec{F}_e + \vec{G} = 0$	1p	3p
	$k \cdot \Delta l_1 = m_1 \cdot g$ $\Delta l_1 = \frac{m_1 g}{k}$	1p	
	Rezultat final: $k = 40$ N/m	1p	
b.	$F = F_f$	1p	4p
	$N = G$	1p	
	$F_f = \mu N$		
	Rezultat final: $\Delta l_2 = \frac{\mu m_2 g}{k}$; $\Delta l_2 = 1{,}25$ cm	1p	
c.	$\vec{F}_e + \vec{F}_f = m\vec{a}$	1p	4p
	$F = F_e$	1p	
	$a = \frac{F - \mu m_2 g}{m_2}$	1p	
	Rezultat final: $a = 3$ m/s^2	1p	
d.	$E_p = \frac{k \Delta l_2^2}{2}$	2p	4p
	$\Delta l_2 = \frac{F}{k}$	1p	
	Rezultat final: $E_p = 5 \cdot 10^{-2} J$	1p	
TOTAL pentru Subiectul al II-lea			15p

Subiectul al III-lea		**Parţial**	**Punctaj**
a.	$\vec{F}+\vec{G}=m\vec{a}$	1p	**4p**
	$F-G=ma \Rightarrow F=m(a+g)$	2p	
	Rezultat final: $F=36$ N	1p	
b.	$a=\frac{\Delta v}{\Delta t}$	1p	**3p**
	$v=v_0+at;\ v_0=0$	1p	
	Rezultat final: $v=10$ m/s	1p	
c.	$\Delta E_c=L_{\text{total}}$	2p	**4p**
	$\Delta E_c=\frac{mv^2}{2}$	1p	
	Rezultat final: $L_{\text{total}}=150J$	1p	
d.	Conservarea energiei: $E_1=E_2$	1p	**4p**
	$E_1=\frac{mv^2}{2}+mgh;\ E_2=\frac{mv_P^2}{2}$	1p	
	$h=\frac{a(\Delta t)^2}{2}$	1p	
	$v=\sqrt{v^2+2gh}$ Rezultat final: $v_P=10\sqrt{6}$ m/s	1p	
TOTAL pentru Subiectul al III-lea			**15p**

B. TERMODINAMICĂ

Subiectul I		Punctaj
1.	a.	3
2.	d.	3
3.	b.	3
4.	a.	3
5.	c.	3
TOTAL pentru Subiectul I		15p

Subiectul al II-lea		Parţial	Punctaj
a.	$\frac{N}{N_A} = \frac{m}{\mu}$	2p	4p
	Rezultat final: $N = 11,25 \cdot 10^{23}$	2p	
b.	$\Delta\rho = \rho - \rho_0$	1p	4p
	$\rho_0 = \frac{m}{V_0}$; $\rho = \frac{m}{V}$	1p	
	$V = \frac{mV_0}{V_0 \cdot \Delta\rho + m}$	1p	
	Rezultat final: $V = 4l$	1p	
c.	$\Delta U = \nu C_V \Delta T = \nu C_V (T_2 - T_1)$ $T_1 = T_2$	2p	3p
	Rezultat final: $\Delta U = 0$	1p	
d.	$p_0 \cdot V = \nu' RT$	2p	4p
	$\nu' = \frac{p_0 V}{RT}$ Rezultat final: $\nu' = 0,16$ mol	2p	
TOTAL pentru Subiectul al II-lea			15p

Subiectul al III-lea		Parţial	Punctaj
a.	Din grafic, procesul $1 \rightarrow 2$ este reprezentată printr-o dreaptă ce trece prin originea axelor de coordonate, deci presiunea şi volumul sunt proporționale. Astfel, rapoartele volumelor şi ale presiunilor sunt egale: $\frac{p_2}{p_1} = \frac{V_2}{V_1}$.	2p	3p
	Rezultat final: $\frac{p_2}{p_1} = 2$	1p	

b.	$\Delta U_{12} = \nu C_V \Delta T_{12} = \nu C_V (T_2 - T_1)$	1p	**4p**
	$p_1 \cdot V_1 = \nu R T_1;\ p_2 \cdot V_2 = \nu R T_2$	1p	
	$T_2 = 4T_1$	1p	
	Rezultat final: $\Delta U_{12} = \frac{9}{2}\nu R T_1 \Rightarrow \Delta U_{12} = 10800J$	1p	
c.	Lucrul mecanic total reprezintă aria figurii formate de ciclul termodinamic reprezentat în coordonate (p,V) : $L = A(p,V)$.	2p	**4p**
	$L = \frac{p_1 V_1}{2} = \frac{\nu R T_1}{2}$ Rezultat final: $L = 1200\,\mathrm{J}$	2p	
d.	$Q_{ced} = Q_{2-3} + Q_{3-1};$	1p	**4p**
	$Q_{2\text{-}3} = \nu C_v (T_3 - T_2);\ Q_{3-1} = \nu C_p (T_1 - T_3)$	1p	
	$T_2 = 4T_1;\ \ T_3 = 2T_1$	1p	
	Rezultat final: $Q_{ced} = -\frac{11}{2}\nu R T_1;\ Q_{ced} = -13200J$	1p	
TOTAL pentru Subiectul al III-lea			**15p**

C. PRODUCEREA ȘI UTILIZAREA CURENTULUI CONTINUU

Subiectul I		**Punctaj**
1.	**d**	**3**
2.	**b**	**3**
3.	**a**	**3**
4.	**c**	**3**
5.	**c**	**3**
TOTAL pentru Subiectul I		**15p**

Subiectul al II-lea		**Parţial**	**Punctaj**
a.	$R_S = R_1 + R_2$	2p	**3p**
	Rezultat final: $R_S = 30\ \Omega$	1p	
b.	$U_{AB} = R_2 I$	1p	**4p**
	$I = \dfrac{E}{R_s + r}$	2p	
	Rezultat final: $U_{AB} = 25$ V	1p	
c.	$I' = \dfrac{E}{R_s + R_A + r}$	3p	**4p**
	$I' \cong 1{,}2$ A	1p	
d.	$I'' = \dfrac{E}{R_1 + r}$	3p	**4p**
	$I''' \cong 3{,}3$ A	1p	
TOTAL pentru Subiectul al II-lea			**15p**

Subiectul al III-lea		**Parţial**	**Punctaj**
a.	Din grafic: $E = 40$ V	1p	**4p**
	$I_{SC} = 10$ A	1p	
	$I_{SC} = \dfrac{E}{r}$	1p	
	Rezultat final: $E = 40$ V; $r = 4\ \Omega$	1p	
b.	$W = R \cdot I^2 \cdot \Delta t$	2p	**4p**
	$I = \dfrac{E}{R + r}$	1p	
	Rezultat final: $W = 5760$ J	1p	
c.	$\eta = \dfrac{R_{echivalent}}{R_{echivalent} + r}$	2p	**4p**
	$R_{echivalent} = 10 R_b$	1p	
	$\eta \cong 91\%$	1p	
d.	Puterile consumate de către doi rezistori diferiți conectați pe rând la bornele unei surse electrice sunt egale, dacă: $R_1 R_2 = r^2$	2p	**3p**
	Rezultat final: $R_2 = 2\ \Omega$	1p	
TOTAL pentru Subiectul al III-lea			**15p**

D.OPTICĂ

Subiectul I		Punctaj
1.	a .	3
2.	b.	3
3.	b.	3
4.	d.	3
5.	a.	3
TOTAL pentru Subiectul I		15p

Subiectul al II-lea		Parţial	Punctaj
a.	Construcția imaginii	4p	4p
b.	$\frac{1}{x_2}-\frac{1}{x_1}=\frac{1}{f}$	1p	4p
	$f=\frac{1}{C}$	1p	
	Rezultate finale: $x_1=-100\text{ cm}$	2p	
c.	$\beta=\frac{x_2}{x_1}=\frac{y_2}{y_1}$;	2p	3p
	Rezultat final: $y_2=-2\text{ cm}$	1p	
d.	$x_1'=d+x_1=-60\text{ cm}$	1p	4p
	$x_2'=\frac{x_1' f}{x_1'+f}$	1p	
	Rezultat final: $x_2'=200\text{ cm}$; $\Delta x_2=x_2'-x_2=100\text{ cm}$	2p	
TOTAL pentru Subiectul al II-lea			15p

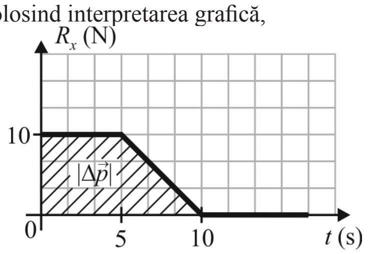
Subiectul al III-lea		Parţial	Punctaj
a.	Din grafic: $U=-1\,V$	2p	3p
	Rezultat final: $U_{\text{stopare}}=1\text{ V}$	1p	
b.	$W_f=h\nu$	2p	4p
	Rezultat final: $W_f=4,6\cdot10^{-19}\text{ J}$	2p	
c.	$W_{\max}=eU_{\text{stopare}}$	2p	4p
	Rezultat final: $W_{\max}=1,6\cdot10^{-19}\text{ J}$	2p	
d.	$L_{\text{extractie}}=W_f-W_{\max}$	2p	4p
	Rezultat final: $L_{\text{extractie}}=3\cdot10^{-19}\text{ J}$	2p	
TOTAL pentru Subiectul al III-lea			15p

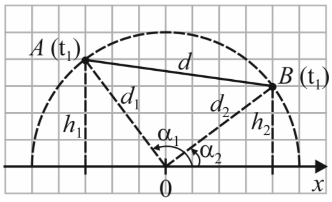
TESTUL 4

A. MECANICĂ

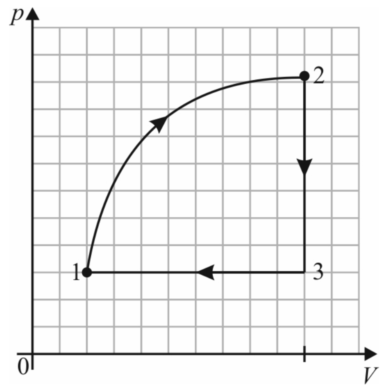
Subiectul I		Punctaj
1.	**c.** $\left.\begin{array}{l} c = 3\cdot 10^5\ \dfrac{\text{km}}{\text{s}} \\ 1\ \text{km} = \dfrac{1\text{u.a.}}{1{,}5\cdot 10^8}\end{array}\right\} \Rightarrow c = 0{,}12\dfrac{\text{u.a.}}{\text{min}}$	**3**
2.	**b.** Pentru determinarea distanței folosim metoda grafică. $\left.\begin{array}{l} v_{\text{m}} = \dfrac{d}{\Delta t} \\ d = 200\ \text{m} \\ \Delta t = 15\ \text{s}\end{array}\right\} \Rightarrow v_{\text{m}} = 48\ \dfrac{\text{km}}{\text{h}}$	**3**
3.	**c.** $\left.\begin{array}{l} E_c = \dfrac{m\cdot v^2}{2} \Rightarrow E_c = 75\cdot 10^5\ \text{J} \\ 1\ \text{J} = 1\ \text{W}\cdot\text{s} = 10^{-3}\ \text{kW}\cdot\dfrac{1}{3600}\ \text{h}\end{array}\right\} \Rightarrow E_c = 2{,}08\ \text{kW}\cdot\text{h}$	**3**
4.	**c.** Aplicând principiul fundamental al dinamicii sau teorema variației impulsului corpului asupra căruia se exercită forța și proiectând relația vectorială pe axa mișcării, obținem: $F_m = \dfrac{m\cdot(v_1 + v_2)}{\Delta t} \Rightarrow F_m = 7{,}5\ \text{N}$ $\vec{F}_m \uparrow\uparrow \Delta\vec{v} \Rightarrow \vec{F}_m$ este orientată orizontal spre stânga.	**3**
5.	**b.** Scriem legea lui Hooke: $\left.\begin{array}{l} \dfrac{F}{S_0} = E\cdot\dfrac{\Delta l}{l_0} \Rightarrow \Delta l = \dfrac{F\cdot l_0}{E\cdot S_0} \\ S_0 = \dfrac{\pi\cdot d^2}{4} \\ \Delta l = l - l_0\end{array}\right\} \Rightarrow l = l_0\left(1+\dfrac{4\cdot F}{\pi\cdot d^2\cdot E}\right) \Rightarrow l = 38{,}28\ \text{cm}$	**3**
TOTAL pentru Subiectul I		**15p**

Subiectul al II-lea		Parțial	Punctaj
a.	$t\in[0,5]$ s: $R_x = 10\ \text{N} \Rightarrow F_f = 0$	1p	**4p**
	$R_x = m\cdot a \Rightarrow a = \dfrac{R_x}{m} \Rightarrow a = 2\ \text{m}\cdot\text{s}^{-2}$	1p	
	$v = v_0 + a\cdot\Delta t \Rightarrow v = 10\ \text{m}\cdot\text{s}^{-1}$	2p	
b.	$t = 10$ s: $R_x = 0\ \text{N} \Rightarrow F = F_f \Rightarrow F_f = 10\ \text{N}$	3p	**3p**
c.	$F_f = \mu_{\max}\cdot m\cdot g \Rightarrow \mu_{\max} = 0{,}2$	3p	**3p**

d.	$t \in [10,20]$ s: $R_x = 0$ N $\Rightarrow$ $v = \text{const}$	1p	**5p**
	Aplicând teorema variației impulsului pentru $t \in [0,10]$s : $\Delta\vec{p} = \vec{R} \cdot \Delta t$	1p	
	și folosind interpretarea grafică,  obținem că din momentul $t = 10$ s , $v = 15\ \text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ și se menține constantă.	1p	
	Aplicând teorema variației energiei cinetice pentru $t \in [0,20]$s : $\Delta E_{c_{if}} = L_{\vec{R}_{if}} \Rightarrow L_{\vec{R}_{if}} = 562{,}5$ J .	2p	
TOTAL pentru Subiectul al II-lea			**15p**

Subiectul al III-lea		**Parţial**	**Punctaj**
a.	Reprezentăm printr-un desen situația din problemă, punând în evidență pozițiile avionului la momentele t_1 și t_2 . Folosind datele problemei, observăm că triunghiul care are ca vârfuri stația radar și pozițiile avionului este dreptunghic $\Rightarrow d = 1131{,}4$ m .	2p	**5p**
		2p	
	$v = \dfrac{d}{\Delta t} \Rightarrow \Delta t = 14$ s $\Delta t = t_2 - t_1 \Rightarrow t_2 = 12$ h 24 min 34 s	1p	
b.	$E_c = \dfrac{m \cdot v^2}{2} \Rightarrow$	2p	**3p**
	$\Rightarrow E_c = 9{,}6$ MJ	1p	
c.	Aplicăm teorema variației energiei cinetice între punctele A și B: $\Delta E_c = L_{\vec{R}}$ (1).	1p	**4p**
	Viteza avionului menținându-se constantă, variația energiei cinetice este egală cu zero. Motorul fiind oprit, singurele forțe care se exercită asupra avionului sunt greutatea și forțele de rezistență. Înlocuind aceste observații în ecuația (1) și exprimând lucrul mecanic al greutății avionului între A și B, obținem:	2p	
	$0 = m \cdot g \cdot (h_1 - h_2) + L_{\vec{F}_r} \Rightarrow$ $\Rightarrow L_{\vec{F}_r} = -8{,}79$ MJ	1p	
d.	$L_{\vec{F}_r} = -F_r \cdot d \Rightarrow$	2p	**3p**
	$\Rightarrow F_r = 7764{,}4$ N	1p	
TOTAL pentru Subiectul al III-lea			**15p**

B. TERMODINAMICĂ

Subiectul I		**Punctaj**
1.	**c.** Realizând corespondența celor două scări de temperatură cu scara Celsius, obținem că: 0 °X corespund temperaturii 25 °C și 0 °Y corespund temperaturii 50 °C.	**3**
2.	**a.** Scriind ecuația termică de stare pentru gazele din cele două incinte în stările inițială, respectiv finală, ținând cont de datele problemei şi prelucrând ecuațiile obținute, rezultă: $3\cdot m_1 = 2\cdot m_2$.	**3**
3.	**b.** $\left.\begin{array}{l}\Delta U_1 = \nu\cdot C_{V_1}\cdot\Delta T_1,\ \text{cu } C_{V_1} = \frac{5}{2}\cdot R,\ \Delta T_1 = 80\ \text{K}\\ \Delta U_2 = \nu\cdot C_{V_2}\cdot\Delta T_2,\ \text{cu } C_{V_2} = \frac{3}{2}\cdot R,\ \Delta T_2 = -80\ \text{K}\end{array}\right\}\Rightarrow \frac{\Delta U_1}{\Delta U_2} = -\frac{5}{3} = -1,67$	**3**
4.	**d.**  $\left.\begin{array}{l}Q_{23} = \Delta U_{23} + L_{23}\\ L_{23} = 0\end{array}\right\}\Rightarrow \Delta U_{23} = -40\ \text{J}$ $Q_{31} = \Delta U_{31} + L_{31} \Rightarrow \Delta U_{31} = Q_{31} - L_{31} \Rightarrow \Delta U_{31} = -70\ \text{J}$ $\left.\begin{array}{l}\Delta U_{1231} = 0\\ \Delta U_{1231} = \Delta U_{12} + \Delta U_{23} + \Delta U_{31}\end{array}\right\}\Rightarrow \Delta U_{12} = 110\ \text{J}$ $Q_{12} = \Delta U_{12} + L_{12} \Rightarrow L_{12} = 190\ \text{J} \Rightarrow L_{21} = -190\ \text{J}$	**3**
5.	**c.** $\left.\begin{array}{l}Q = \nu\cdot C_V\cdot\Delta T\\ \nu = \frac{N}{N_A}\end{array}\right\}\Rightarrow N = \frac{Q\cdot N_A}{C_V\cdot\Delta T} \Rightarrow N = 7,2\cdot 10^{22}$	**3**
TOTAL pentru Subiectul I		**15p**

Subiectul al II-lea		**Parţial**	**Punctaj**
a.	$m_1 = m_2 = m$	1p	**3p**
	$\frac{\nu_1}{\nu_2} = \frac{\mu_2}{\mu_1} = 1,25$	2p	
b.	$\nu = \nu_1 + \nu_2$	1p	**4p**
	$\frac{2\cdot m}{\bar{\mu}} = \frac{m}{\mu_1} + \frac{m}{\mu_2} \Rightarrow \bar{\mu} = 35,6\ \frac{\text{g}}{\text{mol}}$	3p	
c.	$\left.\begin{array}{l}p\cdot V = \frac{m}{\bar{\mu}}\cdot R\cdot T\\ \rho = \frac{m}{V}\end{array}\right\}\Rightarrow \rho = \frac{p\cdot\bar{\mu}}{R\cdot T} \Rightarrow$	3p	**4p**
	$\Rightarrow \rho = 1,57\ \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$	1p	

d.	$p \cdot V = \dfrac{m}{\bar{\mu}} \cdot R \cdot T \Rightarrow$	1p	**4p**
	$p = \dfrac{m \cdot R \cdot T}{\bar{\mu} \cdot V} \Rightarrow$	1p	
	$\Rightarrow p = 5 \cdot 10^5$ Pa	2p	
TOTAL pentru Subiectul al II-lea			**15p**

Subiectul al III-lea		**Parţial**	**Punctaj**
a.	$L = \nu \cdot R \cdot \Delta T \Rightarrow L = 1196{,}6$ J	3p	**3p**
b.	$Q = \Delta U + L \Rightarrow \Delta U = Q - L \Rightarrow \Delta U = 2003{,}4$ J	3p	**3p**
c.	$Q = \nu \cdot C_p \cdot \Delta T$	1p	**4p**
	$\Delta U = \nu \cdot C_v \cdot \Delta T$	1p	
	$\gamma = \dfrac{C_p}{C_v} = \dfrac{Q}{\Delta U} \Rightarrow \gamma = 1{,}6$	2p	
d.	$\left.\begin{array}{l} \gamma = \dfrac{C_p}{C_v} \Rightarrow C_p = \gamma \cdot C_v \\ C_p = C_v + R \end{array}\right\} \Rightarrow C_v = \dfrac{R}{\gamma - 1} = \dfrac{5 \cdot R}{3}$	1p	**5p**
	Notăm cu *f* fracțiunea din cantitatea totală de substanță care o constituie heliul și exprimăm în două moduri energia internă a amestecului de gaze: $\left.\begin{array}{l} U = U_1 + U_2 \\ \nu \cdot C_v \cdot T = \nu_1 \cdot C_{v_1} \cdot T + \nu_2 \cdot C_{v_2} \cdot T \\ \nu_1 = f \cdot \nu \Rightarrow \nu_2 = (1 - f) \cdot \nu \end{array}\right\} \Rightarrow C_v = f \cdot C_{v_1} + (1 - f) \cdot C_{v_2}$	2p	
	$f = \dfrac{C_v - C_{v_2}}{C_{v_1} - C_{v_2}} \Rightarrow$	1p	
	$\Rightarrow f = \dfrac{5}{6} = 0{,}83 = 83\%$	1p	
TOTAL pentru Subiectul al III-lea			**15p**

C. PRODUCEREA ȘI UTILIZAREA CURENTULUI CONTINUU

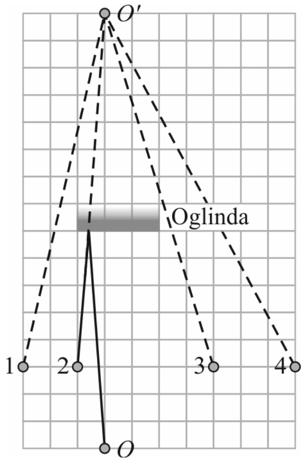
Subiectul I		Punctaj
1.	**a.** $\left.\begin{array}{l} I = \frac{U \cdot S}{\rho \cdot l} = \frac{q}{\Delta t} \\ S = \pi \cdot r^2 \end{array}\right\} \Rightarrow q = \frac{U \cdot \pi \cdot r^2 \cdot \Delta t}{\rho \cdot l}$ $q = 51{,}4\ \text{nC}$	**3**
2.	**a.** $\left.\begin{array}{l} R_1 = R_0 \cdot (1 + \alpha \cdot t_1) \\ R_2 = R_0 \cdot (1 + \alpha \cdot t_2) \end{array}\right\} \Rightarrow \alpha = \frac{R_2 - R_1}{R_1 \cdot t_2 - R_2 \cdot t_1}$ $\alpha = 4 \cdot 10^{-3}\ K^{-1}$ $R_0 = \frac{R_1}{1 + \alpha \cdot t_1} \Rightarrow R_0 = 9\ \Omega$	**3**
3.	**a.** Aplicând teorema I a lui Kirchhoff pentru nodul A, intensitatea curentului prin ramura AB va fi: $I_{AB} = -1{,}5\ \text{A}$ deci acest curent are intensitatea $I = 1{,}5\ \text{A}$ și circulă de la A la B. Aplicând teorema a II-a a lui Kirchhoff : $U_{AB} = E + I \cdot (R + r) \Rightarrow U_{AB} = 25\ \text{V}$	**3**
4.	**b.** $\left.\begin{array}{l} I = \frac{P}{U} \\ I = \frac{q}{\Delta t} \end{array}\right\} \Rightarrow q = \frac{P \cdot \Delta t}{U} \Rightarrow q = 12800\ \text{C}$	**3**
5.	**c.** Folosind seturile complete de date din tabel ((2) și (3)): $R = \frac{U}{I} \Rightarrow R = 4{,}4\ \Omega$ Pentru determinarea (4): $I = \frac{U}{R} \Rightarrow I = 2\ \text{A} = 2000\ \text{mA}$ Pentru determinarea (5): $U = R \cdot I \Rightarrow U = 13{,}2\ \text{V}$.	**3**
TOTAL pentru Subiectul I		**15p**

Subiectul al II-lea		Parţial	Punctaj
a.	La momentul inițial cursorul fiind în A, $R = 0$.	1p	**3p**
	Intensitatea curentului în circuit va avea expresia: $I = \frac{E}{R_1 + r} \Rightarrow R_1 = \frac{E}{I} - r \Rightarrow R_1 = 9\ \Omega$.	2p	
b.	Din grafic, deducem că în momentul în care cursorul ajunge în B intensitatea curentului în circuit are valoarea $I' = 0{,}71\ \text{A}$	1p	**5p**
	iar expresia ei este: $I' = \frac{E}{R + R_1 + r} \Rightarrow R = \frac{E}{I'} - (R_1 + r) \Rightarrow$ $\Rightarrow R = 18{,}17\ \Omega \cong 18\ \Omega$	1p	
	Cursorul se mișcă cu viteză constantă, parcurgând în intervalul de timp $\Delta t = 20\ \text{s}$	1p	
	determinat din grafic, întreaga lungime a reostatului. $v = \frac{l}{\Delta t} \Rightarrow l = v \cdot \Delta t \Rightarrow l = 20\ \text{cm}$	1p	
	$R = \rho \cdot \frac{l}{S} \Rightarrow S = \frac{\rho \cdot l}{R} \Rightarrow S = 0{,}5\ \text{mm}^2$	1p	

c.	$x = \frac{l}{2} \Rightarrow R' = \frac{R}{2} = 9\ \Omega$	1p	**4p**
	$I'' = \frac{E}{R' + R_1 + r}$	2p	
	$I'' = 1{,}05\ \text{A} \Rightarrow t_1 = 11\ \text{s}$	1p	
d.	$I = 0$	1p	**3p**
	$U = E$	1p	
	$U = 20\ \text{V}$	1p	
TOTAL pentru Subiectul al II-lea			**15p**

Subiectul al III-lea		**Parţial**	**Punctaj**
a.	$q = 2400\ \text{mA} \cdot \text{h} = 8640\ \text{C}$	2p	**4p**
	$W = q \cdot U \Rightarrow W = 10368\ \text{J}$	2p	
b.	$I = \frac{U}{R_1} \Rightarrow I = 0{,}6\ \text{A}$	3p	**3p**
c.	$I = \frac{q}{\Delta t} \Rightarrow \Delta t = \frac{q}{I} \Rightarrow \Delta t = 14400\ \text{s} = 4\ \text{h}$	3p	**3p**
d.	După o oră de funcționare a circuitului de la punctul **b.**, s-a consumat sarcina electrică $q_1 = I \cdot \Delta t_1 \Rightarrow q_1 = 2160\ \text{C}$ Sarcina electrică rămasă va fi $q_2 = q - q_1 \Rightarrow q_2 = 6480\ \text{C}$.	1p	**5p**
	Noua intensitate a curentului electric prin ramura principală a circuitului devine: $I' = \frac{U}{R_p} \Rightarrow I' = 1\ \text{A}$	1p	
	Iar durata funcționării acestuia va fi: $I' = \frac{q_2}{\Delta t_2} \Rightarrow \Delta t_2 = \frac{q_2}{I'} \Rightarrow \Delta t_2 = 6480\ \text{s} = 1{,}8\ \text{h}$	1p	
	$I_2 = \frac{U}{R_2} \Rightarrow I_2 = 0{,}4\ \text{A}$	1p	
	$I_2 = \frac{N \cdot e}{\Delta t_2} \Rightarrow N = \frac{I_2 \cdot \Delta t_2}{e} \Rightarrow N = 1{,}62 \cdot 10^{22}$	1p	
TOTAL pentru Subiectul al III-lea			**15p**

D.OPTICĂ

Subiectul I		Punctaj
1.	**b.**  Din desen se observă că doar punctul 2 poate fi unit prin reflexie cu *O*.	**3**
2.	**c.**	**3**
3.	**d.** Pentru a nu produce efect fotoelectric pentru orice radiație din domeniul vizibil, trebuie ca, pentru materialul respectiv, $L_{extr} \geq \varepsilon$, ε fiind energia fotonului incident. $\varepsilon = \frac{h \cdot c}{\lambda}$ Pentru domeniul vizibil $\lambda \in [380, 760]$nm : $\varepsilon \in [2{,}62\ ;\ 5{,}23] \cdot 10^{-19}$ J sau $\varepsilon \in [1{,}63\ ;\ 3{,}27]$ eV. Folosind datele din tabelul cu valorile lucrului de extracție pentru diferite materiale, se observă că doar cuprul nu produce efect fotoelectric.	**3**
4.	**c.** Prin introducerea dispozitivului în apă, fără a schimba caracteristicile geometrice ale acestuia și folosind aceeași radiație, interfranja devine: $i' = \frac{\lambda \cdot D}{2l \cdot n} = \frac{i}{n}$.	**3**
5.	**b.** Scriind ecuația lui Einstein pentru situațiile descrise în problemă, obținem: $\begin{cases} \frac{h \cdot c}{\lambda} = \frac{h \cdot c}{\lambda_0} + e \cdot U_s \\ \frac{h \cdot c}{2 \cdot \lambda} = \frac{h \cdot c}{\lambda_0} + \frac{e \cdot U_s}{4} \end{cases}$ Rezolvând sistemul de ecuații, obținem: $\lambda_0 = 3 \cdot \lambda$	**3**
TOTAL pentru Subiectul I		**15p**

Subiectul al II-lea		Parțial	Punctaj
a.	$\left.\begin{array}{l} \beta = \frac{x_2}{x_1} \\ \beta = 2 \end{array}\right\} \Rightarrow \left.\begin{array}{l} x_2 = 2 \cdot x_1 \\ x_2 = -4 \text{ cm} \end{array}\right\}$	2p	**3p**
	$\Rightarrow x_1 = -2$ cm	1p	
b.	$\left.\begin{array}{l} \frac{1}{x_2} - \frac{1}{x_1} = \frac{1}{f} \\ C = \frac{1}{f} \end{array}\right\}$	2p	**4p**
	$\Rightarrow C = 25\ \delta$	1p	
	$\Rightarrow f = 4$ cm	1p	
c.	$\left.\begin{array}{l} \frac{1}{x_2'} - \frac{1}{x_1'} = C \\ x_2' = -x_1' \end{array}\right\} \Rightarrow x_1' = -\frac{2}{C} = -2 \cdot f$	2p	**4p**
	$x_1' = -8$ cm	1p	
	Lupa trebuie îndepărtată de obiect cu 6 cm.	1p	

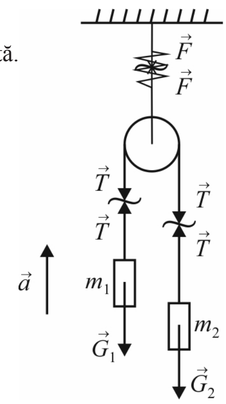
d.	Imagine dreaptă $\Rightarrow \beta > 0 \Rightarrow x_1,\ x_2 < 0 \Rightarrow$ imaginea este virtuală.	1p	4p
	$\left.\begin{array}{l} \left.\begin{array}{l}\beta = \dfrac{x_2''}{x_1''} \\ \beta = 2\end{array}\right\} \Rightarrow x_2'' = 2 \cdot x_1'' \\ x_1'' = x_1' = -8\ \text{cm} \\ \dfrac{1}{x_2''} - \dfrac{1}{x_1''} = C + C' \end{array}\right\} \Rightarrow C' = -18{,}75\ \delta$ $C' < 0 \Rightarrow$ lentila este divergentă.	3p	
TOTAL pentru Subiectul al II-lea			**15p**

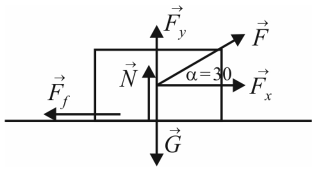
Subiectul al III-lea		**Parţial**	**Punctaj**
a.	$k = 0 \Rightarrow x = 0,\ (\forall)\ \lambda \Rightarrow$ maximul central este alb şi situat pe axa de simetrie a dispozitivului.	4p	**4p**
b.	$\left.\begin{array}{l} k = 1 \\ i = \dfrac{\lambda \cdot D}{2 \cdot l}\end{array}\right\} \Rightarrow x_1 = \dfrac{\lambda \cdot D}{2 \cdot l}$	1p	**4p**
	Lărgimea maximului de ordinul I va fi: $\Delta x = \dfrac{(\lambda_R - \lambda_V) \cdot D}{2 \cdot l}$	2p	
	$\Delta x = 0{,}76$ mm	1p	
c.	$\left.\begin{array}{l} k = 2 \Rightarrow x_2 = 2 \cdot i \\ i = \dfrac{\lambda \cdot D}{2 \cdot l}\end{array}\right\} \Rightarrow x_2 = 1{,}92$ mm	3p	**3p**
d.	$k_1 \cdot i_1 = k_2 \cdot i_2$	1p	**4p**
	$k_1 \cdot \dfrac{\lambda_1 \cdot D}{2 \cdot l} = k_2 \cdot \dfrac{\lambda_2 \cdot D}{2 \cdot l}$	1p	
	$500 \cdot k_1 = 750 \cdot k_2 \Rightarrow 2 \cdot k_1 = 3 \cdot k_2$	1p	
	Soluția: $\begin{cases} k_1 = 3 \\ k_2 = 2 \end{cases}$	1p	
TOTAL pentru Subiectul al III-lea			**15p**

TESTUL 5

A. MECANICĂ

Subiectul I		Punctaj
1.	**a.**	3
2.	**b.**	3
3.	**a.** Aplicând principiul I al dinamicii obținem $\vec{Gt} + \vec{Ff} + \vec{N} + \vec{Gn} = 0$ $Gt - Ff = 0 \Rightarrow mg\sin\alpha - \mu mg\cos\alpha = 0$ $\mu = \frac{\sin\alpha}{\cos\alpha} = tg\alpha$	3
4.	**c.** $L = F \cdot d \cdot \cos\alpha$ $a = 0 \Rightarrow L = F \cdot d = 40$ J;	3
5.	**c.** Conform principiului II al dinamicii $N = G + m \cdot a \Rightarrow N = G + \frac{G}{g}a = G\left(1 + \frac{a}{g}\right) = 1600$ N	3
TOTAL pentru Subiectul I		**15p**

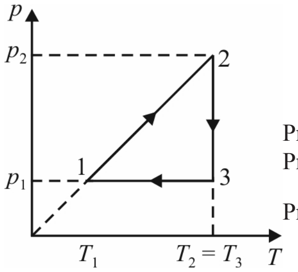
Subiectul al II-lea		Parțial	Punctaj
a.	Forțele care acționează asupra corpurilor sunt reprezentate în figura alăturată.  	4p	**4p**
b.	Accelerațiile corpurilor $\vec{a_1}$ și $\vec{a_2}$ transmise prin fir, sunt egale în modul și de sensuri opuse $\vec{a_2} = -\vec{a_1}$	1p	**4p**
	proiectăm ecuațiile pe axa verticală, O_y, ținând cont că $a_1 = a_2 = a$, $\begin{cases} T - m_1 \cdot g = m_1 \cdot a \\ T - m_2 \cdot g = -m_2 \cdot a \end{cases}$	2p	
	rezolvând sistemul obținem $a = \frac{(m_2 - m_1) \cdot g}{m_1 + m_2} = 1{,}11\ \text{m} \cdot \text{s}^{-2}$	1p	
c.	$T = m_1(a + g) = 22{,}22$ N	3p	**3p**
d.	Forța măsurată de dinamometru $\vec{F} = \vec{T} + \vec{T}$	2p	**4p**
	$F = 2T = \frac{4m_1m_2g}{m_1 + m_2} \approx 44{,}4$ N	2p	
TOTAL pentru Subiectul al II-lea			**15p**

Subiectul al III-lea		**Parţial**	**Punctaj**
a.		2p	**3p**
	$L = F \cdot d\cos\alpha$ $L = 5640$ J	1p	
b.	$L_{Ff} = -Ff \cdot d$	1p	**4p**
	$Ff = \mu N$;	1p	
	$N = G - F\sin\alpha$	1p	
	$L_{Ff} = -\mu\left(mg - F\sin\alpha\right)d = -1036$ J	1p	
c.	Aplicăm teorema variației energiei cinetice $Ec_f - Ec_i = L_F + L_{Ff}$	2p	**4p**
	$Ec_f = 4604$ J	2p	
d.	$P_{med} = \dfrac{L}{\Delta t}$	2p	**4p**
	$P_{med} = 564$ W	2p	
TOTAL pentru Subiectul al III-lea			**15p**

B. TERMODINAMICĂ

Subiectul I		Punctaj
1.	c.	3
2.	a.	3
3.	b.	3
4.	a.	3
5.	c.	3
TOTAL pentru Subiectul I		15p

Subiectul al II-lea		Parţial	Punctaj
a.	$\rho = \frac{p\mu}{RT}$	2p	3p
	$\rho = 0{,}96\ \text{kg/m}^3$	1p	
b.	$\frac{N}{N_a} = \frac{m}{\mu} \Rightarrow N = \frac{N_a \cdot m}{\mu}$	1p	4p
	Masa gazului care părăseşte butelia. $m_2 = f \cdot m$ => $N_2 = N \cdot f$	1p	
	Din ecuația de stare $p_1V = \frac{N}{N_a}RT \Rightarrow N = \frac{p_1VN_a}{RT}$	1p	
	$N_2 = f\frac{p_1VN_a}{RT} = 1{,}39 \cdot 10^{23}$molecule	1p	
c.	$p_1V = \frac{N}{N_a}RT$	1p	4p
	$p_2V = \frac{N(1-f)}{N_a}RT$	1p	
	$\frac{p_1}{p_2} = \frac{1}{1-f}$	1p	
	$p_2 = p_1(1-f) = 9{,}6 \cdot 10^5$ Pa	1p	
d.	Aplicăm conservarea numărului de moli $\nu_1 + \nu_2 = \nu_{TOT}$	1p	4p
	ν_2 = reprezintă numărul de moli din prima butelie în starea finală $\nu_1 + \nu_2 = \frac{m_{Tot}}{\overline{\mu}}$	1p	
	$\overline{\mu} = \frac{\mu_{He}\nu_1 + \mu_{O_2}\nu_2}{\nu_1 + \nu_2} = 3{,}91 \cdot 10^{-3}$kg/mol	2p	
TOTAL pentru Subiectul al II-lea			15p

<table>
<tr><th colspan="2">Subiectul al III-lea</th><th>Parţial</th><th>Punctaj</th></tr>
<tr><td>a.</td><td>
Procesul 1→2 încălzire izocoră
Procesul 2→3 destindere izotermă
Procesul 3→1 răcire izobară</td><td>3p</td><td>3p</td></tr>
<tr><td rowspan="2">b.</td><td>Aplicând legea procesului izocor pe procesul 1→2 obținem $\frac{p_1}{T_1}=\frac{p_2}{T_2}\Rightarrow$</td><td>2p</td><td rowspan="2">4p</td></tr>
<tr><td>$\frac{T_2}{T_1}=\frac{p_2}{p_1}=\frac{5}{3}$</td><td>2p</td></tr>
<tr><td rowspan="2">c.</td><td>$\eta=\frac{L}{O_p}\Rightarrow$</td><td>2p</td><td rowspan="2">4p</td></tr>
<tr><td>$O_p=\frac{L}{\eta}=9\,\mathrm{kJ}$</td><td>2p</td></tr>
<tr><td rowspan="3">d.</td><td>$\Delta U=\nu C_v(T_3-T_2)$</td><td>2p</td><td rowspan="3">4p</td></tr>
<tr><td>$T_2=T_3$</td><td>1p</td></tr>
<tr><td>$\Delta U=0$</td><td>1p</td></tr>
<tr><td colspan="3">TOTAL pentru Subiectul al III-lea</td><td>15p</td></tr>
</table>

C. PRODUCEREA ȘI UTILIZAREA CURENTULUI CONTINUU

Subiectul I		**Punctaj**
1.	**a**	**3**
2.	**c**	**3**
3.	**c**	**3**
4.	**a**	**3**
5.	**b**	**3**
TOTAL pentru Subiectul I		**15p**

Subiectul al II-lea		**Parţial**	**Punctaj**
a.	Pentru gruparea paralel a rezistoarelor, rezistența echivalentă R_P o calculăm din relația: $\frac{1}{R_P} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$	1p	**4p**
	Pentru gruparea serie a rezistoarelor, rezistența echivalentă R_S o calculăm din relația: $R_s = R_3 + R_4$	1p	
	Rezistența circuitului exterior $R = R_s + R_p$	1p	
	$R = 11\ \Omega$	1p	
b.	Curentul care circulă prin sursa I îl putem calcula aplicând legea lui Ohm pentru un circuit simplu	1p	**4p**
	Pentru a calcula I_1, I_2 aplicăm legile lui Kirchhoff $\begin{cases} I = I_1 + I_2 \\ I_1 R_1 - I_2 R_2 = 0 \end{cases}$	2p	
	Rezolvând sistemul de ecuații obținem $I_1 = 1{,}2$ A, $I_2 = 0{,}8$ A și $I_3 = I = 2$ A	1p	
c.	$E = I_{3r} + U_{AB}$	2p	**3p**
	$U_{AB} = 22$ V	1p	
d.	Aplicăm legea lui Ohm pentru o porțiune de circuit $I_1 = \frac{U_1}{R_1}$	1p	**4p**
	Rezultă: $U_1 = I_1 R_1$	1p	
	Aplicăm legea lui Ohm pentru o porțiune de circuit $I_2 = \frac{U_2}{R_2}$. Rezultă: $U_2 = I_2 R_2$	1p	
	$U_1 = U_2 = 9{,}6$ V	1p	
TOTAL pentru Subiectul al II-lea			**15p**

Subiectul al III-lea		**Parţial**	**Punctaj**
a.	Puterea la bornele becului $P = U_b \cdot I$	2p	**3p**
	$U_b = 120$ V	1p	
b.	Aplicăm legea lui Ohm pentru o porțiune de circuit (fir) $I = U_f / r$	2p	**4p**
	Rezultă: $U_f = I \cdot r$	1p	
	$U_f = 4$ V	1p	
c.	Expresia puterii $P = I^2 R$	2p	**4p**
	$R = P / I^2$	1p	
	Rezultă: $R = 12\ \Omega$	1p	
d.	Expresia energiei debitată de o sursă în întreg circuitul $W = I^2(R + r)\,\Delta t$	3p	**4p**
	$W = 446{,}4$ kJ	1p	
TOTAL pentru Subiectul al III-lea			**15p**

D. OPTICĂ

Subiectul I		Punctaj
1.	**c**	**3**
2.	**a**	**3**
3.	**d**	**3**
4.	**c**	**3**
5.	**c**	**3**
TOTAL pentru Subiectul I		**15p**

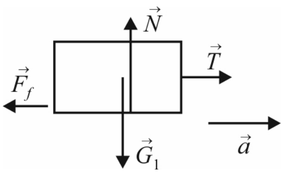
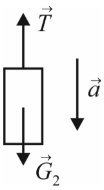
Subiectul al II-lea		Parţial	Punctaj
a.	Din definiția indicelui de refacție $n=\frac{c}{v}$, unde c este viteza de propagare a luminii în vid	2p	**3p**
	Rezultă $v=\frac{c}{n}$ $v=2{,}12\cdot 10^{8}\,\mathrm{m/s}$	1p	
b.	Reprezentarea corectă a razelor de lumină	1p	**5p**
	Aplicăm legea refracției în punctul I: $n\sin i=n_{aer}\sin r$	2p	
	$r=45^{0}$	1p	
	$\theta=90-r=45^{0}$	1p	
c.	În cazul în care lumina trece dintr-un mediu optic mai dens în unul mai puțin dens, unghiul de refracție este totdeauna mai mare decât unghiul de incidență și de aceea el poate atinge valoarea $\frac{\pi}{2}$. Valoarea l a unghiului de incidență pentru care $r=\frac{\pi}{2}$, poartă numele de unghi limită	1p	**4p**
	$n\sin l=n_1\sin\frac{\pi}{2}$	1p	
	$\sin l=\frac{n_1}{n_2}$	1p	
	$l=45^{0}$	1p	
d.	Pentru orice valoare a unghiului de incidență mai mare decât unghiul limită lumina nu mai trece în mediul al doilea, ci se reflectă în punctul de incidență, întorcându-se în primul mediu, conform legilor reflexiei, suprafața de separare comportându-se ca o oglindă.	3p	**3p**
TOTAL pentru Subiectul al II-lea			**15p**

Subiectul al III-lea		Parţial	Punctaj
a.	Convergența unei lentile $C=\frac{1}{f}$	2p	**3p**
	$C=5\ \mathrm{m^{-1}}$	1p	
b.	Realizarea corectă a desenului	4p	**4p**
c.	$\frac{1}{x_2}-\frac{1}{x_1}=\frac{1}{f}$	2p	**5p**
	$x_2=40$ cm $x_2>0$ imagine reală	1p	
	Expresia măririi liniare $\beta=\frac{x_2}{x_1}=\frac{y_2}{y_1}$	1p	
	$y_2=y_1=10$ cm	1p	
d.	Pentru un sistem optic centrat cu cele două lentile alipite, convergența sistemului $C_s=C_1+C_2$	2p	**3p**
	Rezultă: $C_s=15\mathrm{m^{-1}}$	1p	
TOTAL pentru Subiectul al III-lea			**15p**

TESTUL 6

A. MECANICĂ

Subiectul I		Punctaj
1.	**c**	**3**
2.	**a**	**3**
3.	**c**	**3**
4.	**c**	**3**
5.	**b**	**3**
TOTAL pentru Subiectul I		**15p**

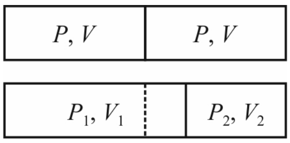
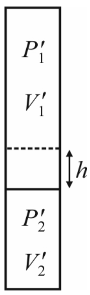
Subiectul al II-lea		Parţial	Punctaj
a.		2p	**4p**
		2p	
b.	$M \cdot a = T - F_f$ $m \cdot a = G_2 - T$	2p	**4p**
	Prin adunare rezultă $a(M+m) = mg - \mu N$ $a = \dfrac{mg - \mu Mg}{M+m} = \dfrac{g(m - \mu M)}{M+m}$	1p	
	$a = 1\text{m/s}^2$	1p	
c.	$T = G_2 - ma = mg - ma = m(g-a)$	2p	**3p**
	$T = 0{,}9\,\text{N}$	1p	
d.	Precizarea noului sens de acțiune a forței de frecare sau desenarea ei.	1p	**5p**
	$F = mg + \mu Mg = g(m + \mu M)$	2p	
	$F = 1{,}7\ \text{N}$	1p	
TOTAL pentru Subiectul al II-lea			**15p**

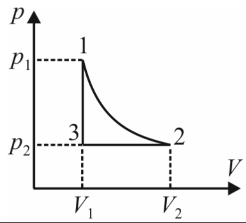
Subiectul al III-lea		Parţial	Punctaj
a.	Lucrul mecanic consumat este lucrul mecanic minim necesar ridicării corpului pe planul înclinat.	1p	**4p**
	$L_c = L_u + \left\lvert L_{F_f} \right\rvert$	2p	
	$L_c = 2500\,\text{J}$	1p	

b.	$\eta = \dfrac{L_u}{L_c}$	2p	**3p**
	$\eta = \dfrac{2000}{2500} = 0,8 = 80\%$	1p	
c.	$L_{F_f} = -F_f \cdot l = -\mu \cdot N \cdot \dfrac{h}{\sin\alpha} = -\mu mg\cos\alpha \cdot \dfrac{h}{\sin\alpha}$	1p	**4p**
	$L_u = \lvert L_G \rvert = mgh$	1p	
	$L_{F_f} = -\mu ctg\alpha \cdot L_u \Rightarrow \mu = \dfrac{-L_{F_f}}{L_u ctg\alpha}$	1p	
	$\mu = \dfrac{1}{4} = 0,25$	1p	
d.	$\Delta t = \dfrac{2}{3} \cdot 60 = 40\ \text{s}$	1p	**4p**
	$P_u = \dfrac{L_u}{\Delta t}, P_c = \dfrac{L_c}{\Delta t}$	1p	
	$P_u = \dfrac{2000}{40} = 50\ \text{W}$ $P_c = \dfrac{2500}{40} = 62,5\ \text{W}$	2p	
TOTAL pentru Subiectul al III-lea			**15p**

B. TERMODINAMICĂ

Subiectul I		**Punctaj**
1.	**d**	**3**
2.	**d**	**3**
3.	**b**	**3**
4.	**c**	**3**
5.	**c**	**3**
TOTAL pentru Subiectul I		**15p**

Subiectul al II-lea		**Parţial**	**Punctaj**
a.	 $pV = p_1V_1 \Leftrightarrow p\cdot\frac{l}{2}\cdot S = p_1(\frac{l}{2}+d)S \Leftrightarrow p\cdot l = p_1(l+2d) \Rightarrow p_1 = \frac{p\cdot l}{l+2d}$ $pV = p_2V_2 \Leftrightarrow p\cdot\frac{l}{2}\cdot S = p_2(\frac{l}{2}-d)S \Leftrightarrow p\cdot l = p_2(l-2d) \Rightarrow p_2 = \frac{p\cdot l}{l-2d}$	2p	**4p**
	$p_1 = \frac{10^5\cdot 1}{1,8} = \frac{5}{9}\cdot 10^5$ Pa $p_2 = \frac{10^5\cdot 1}{0,2} = 5\cdot 10^5$ Pa	2p	
b	$\vec{F}$ trebuie să acţioneze spre compartimentul cu presiunea mai mare.	1p	**3p**
	$p_1S + F = p_2S \Leftrightarrow F = S(p_2 - p_1)$ $p_1S + F = p_2S \Leftrightarrow F = S(p_2 - p_1)$	1p	
	$F = 133,(3)$ N	1p	
c.	$pV = p_1'V_1' \Leftrightarrow p\cdot l = p_1'(l+2h)$ $pV = p_2'V_2' \Leftrightarrow p\cdot l = p_2'(l-2h)$ $p_1'S + mg = p_2'S \Leftrightarrow p_2' = p_1' + \frac{mg}{S}$ 	2p	**4p**
	$p_1' = \frac{5}{6}10^5$ Pa $p_2' = \frac{6,25}{6}10^5$ Pa	2p	
d.	$l + 2h = \frac{p\cdot l}{p_1^{'}}$	1p	**4p**
	$h = \frac{1}{2}\left(\frac{p\cdot l}{p_1'} - 1\right)$	1p	
	$h = 0,1\text{m} = 10$ cm	1p	
	Pistonul se va stabili la 40cm de capătul inferior al cilindrului.	1p	
TOTAL pentru Subiectul al II-lea			**15p**

Subiectul al III-lea		**Parţial**	**Punctaj**
a.	 Reprezentarea corectă a graficului	3p	**4p**
	Notarea corectă a stărilor	1p	
b.	$\Delta U = 0$, pentru că procesul este ciclic	3p	**3p**
c.	$Q_{12} = \nu RT_1 \ln\frac{V_2}{V_1} = p_1V_1 \ln e = 600 \cdot 2{,}7 = 1620$ J $Q_{23} = \nu C_p(T_3 - T_2) = \frac{5}{2}(\nu RT_3 - \nu RT_2) = \frac{5}{2}(\nu RT_3 - \nu RT_1) = \frac{5}{2}V_1(p_2 - p_1)$	1p	**5p**
	$p_1V_1 = p_2V_2 \Rightarrow p_2 = p_1\frac{V_1}{V_2} = 3e\cdot 10^5\frac{V_1}{eV_1} = 3\cdot 10^5\,\text{Pa}$ $Q_{23} = \frac{5}{2}2\cdot 10^{-3}\cdot 3\cdot 10^5(1-2{,}7) = -1500\cdot 1{,}7 = -2550\,\text{J}$	2p	
	$Q_{31} = \nu C_V(T_1 - T_3) = \frac{3}{2}(\nu RT_1 - \nu RT_3) = \frac{3}{2}(p_1V_1 - p_2V_1) = \frac{3}{2}V_1(p_1 - p_2)$ $Q_{31} = 1530$ J	1p	
	$Q = 1620 - 2550 + 1530 = 600$ J	1p	
d.	$\Delta U = Q - L$	1p	**3p**
	$L = Q$	1p	
	$L = 600\,\text{J}$	1p	
TOTAL pentru Subiectul al III-lea			**15p**

C. PRODUCEREA ȘI UTILIZAREA CURENTULUI CONTINUU

Subiectul I		Punctaj
1.	**a**	**3**
2.	**a**	**3**
3.	**d**	**3**
4.	**b**	**3**
5.	**d**	**3**
TOTAL pentru Subiectul I		**15p**

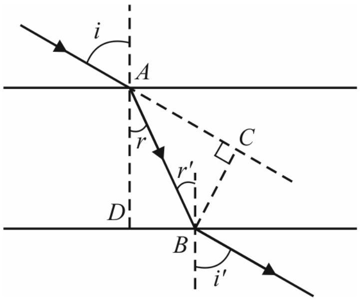
Subiectul al II-lea		Parţial	Punctaj
a.	$U_1 = I_1R_1 \Rightarrow I_1 = 1\text{A}$ $U_2 = I_2R_2 \Rightarrow I_2 = 0{,}75\text{A}$	2p	**4p**
	$\begin{cases} E = I_1(R_1 + r) \\ E = I_2(R_2 + r) \end{cases} \Rightarrow E = \frac{(R_2 - R_1)I_1I_2}{I_1 - I_2} = 6\text{V}$	2p	
b.	$\begin{cases} E = I_1(R_1 + r) \\ E = I_2(R_2 + r) \end{cases} \Rightarrow I_1(R_1 + r) = I_2(R_2 + r)$	2p	**4p**
	$r = \frac{I_2R_2 - I_1R_1}{I_1 - I_2} = \frac{U_2 - U_1}{I_1 - I_2}$	1p	
	$r = 2\ \Omega$	1p	
c.	$R_{fir} = \rho \cdot \frac{l}{S} = 0{,}12 \cdot 10^{-6} \frac{15}{0{,}3 \cdot 10^{-6}} = 6\ \Omega$	2p	**4p**
	$I = \frac{E}{R_{fir} + r} = \frac{6}{8} = 0{,}75\text{A},\ q = I \cdot \Delta t = 0{,}75 \cdot 60 = 45\text{C}$	2p	
d.	$R_{fir} = R_0(1 + \alpha t) \Rightarrow 1 + \alpha t = \frac{R_{fir}}{R_0}, \alpha t = \frac{R_{fir}}{R_0} - 1 \Rightarrow t = \frac{\frac{R_{fir}}{R_0} - 1}{\alpha}$	2p	**3p**
	$t = 40\ ^\circ\text{C}$	1p	
TOTAL pentru Subiectul al II-lea			**15p**

Subiectul al III-lea		Parţial	Punctaj
a.	$I_s = \frac{E_s}{R + r_s}$	1p	**4p**
	$E_s = 10E$	1p	
	$r_s = 10r$	1p	
	$I_s = \frac{4}{3} = 1{,}33\ \text{A}$	1p	

b.	$I_p = \dfrac{E_p}{R + r_p}$	1p	**4p**
	$r_p = \dfrac{r}{10}$	1p	
	$E_p = \dfrac{10\dfrac{E}{r}}{10\dfrac{1}{r}} = E$	1p	
	$I_p = 0{,}5\,\mathrm{A}$	1p	
c.	$U_1 = E - I_s r$	1p	**4p**
	$U_2 = I_p R$	1p	
	$U_1 \cong 1\,\mathrm{V}$	1p	
	$U_2 = 3{,}5\,\mathrm{V}$	1p	
d.	$\eta_1 = \dfrac{R}{R + r_s}$, $\eta_2 = \dfrac{R}{R + r_p}$	1p	**3p**
	$\eta_1 = \dfrac{7}{27} \cong 25{,}92\%$, $\eta_2 = \dfrac{35}{36} \cong 97{,}22\%$	2p	
TOTAL pentru Subiectul al III-lea			**15p**

D.OPTICĂ

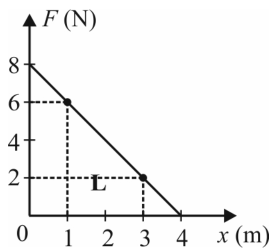
Subiectul I		Punctaj
1.	**d**	**3**
2.	**c**	**3**
3.	**c**	**3**
4.	**c**	**3**
5.	**a**	**3**
TOTAL pentru Subiectul I		**15p**

Subiectul al II-lea		Parţial	Punctaj
a.		4p	**4p**
b.	$\sin i = n \sin r$	1p	**4p**
	$n \sin r' = \sin i'$	1p	
	$r = r'$, alterne interne	1p	
	Din relațiile anterioare rezultă $i = i' = 60°$.	1p	
c.	Deviația $\delta = BC$	1p	**4p**
	$\sin i = n \sin r$ $\sin r = \frac{\sin i}{n} = \frac{\frac{\sqrt{3}}{2}}{\sqrt{3}} = \frac{1}{2}$	1p	
	$r = 30°$	1p	
	$BC = AB \cdot \sin(i-r) = \frac{AD}{\cos r} \cdot \sin(i-r) \cong 0{,}58$ cm	1p	
d.	$AB = \frac{AD}{\cos r}$	2p	**3p**
	$AB \cong 1{,}15\,\text{cm}$	1p	
TOTAL pentru Subiectul al II-lea			**15p**

Subiectul al III-lea		Parţial	Punctaj
a.	$h\nu = L + E_{c\max} \Leftrightarrow h\dfrac{c}{\lambda} = L + eU_{stopare}$ $h\dfrac{c}{\lambda_1} = L + eU_{s_1}$ $h\dfrac{c}{\lambda_2} = L + eU_{s_2}$	2p	5p
	Prin scăderea celor două ecuații rezultă $hc(\dfrac{1}{\lambda_2} - \dfrac{1}{\lambda_1}) = e(U_{s_2} - U_{s_1})$ $h = \dfrac{e(U_{s_2} - U_{s1})\lambda_1\lambda_2}{c(\lambda_1 - \lambda_2)}$	2p	
	$h = 6{,}6\cdot 10^{-34}\,\mathrm{J\cdot s}$	1p	
b.	$L = h\dfrac{c}{\lambda_1} - eU_{s_1}$	2p	3p
	$L = 6{,}1\cdot 10^{-19}\ \mathrm{J} = 3{,}8\ \mathrm{eV}$	1p	
c.	$h\nu_0 = L \Leftrightarrow \nu_0 = \dfrac{L}{h}$	2p	3p
	$\nu_0 = 0{,}924\cdot 10^{15}\,\mathrm{Hz}$	1p	
d.	$eU_s = \dfrac{mv_{\max}^2}{2}$	1p	4p
	$v_{\max} = \sqrt{\dfrac{2eU_s}{m}}$	1p	
	$v_{1\max} = 0{,}48\cdot 10^6\,\mathrm{m/s}$	1p	
	$v_{2\max} = 0{,}66\cdot 10^6\,\mathrm{m/s}$	1p	
TOTAL pentru Subiectul al III-lea			**15p**

TESTUL 7

A. MECANICĂ

Subiectul I		Punctaj
1.	**b.**	
2.	**b.** Reprezentăm grafic forța $F = f(x)$: $x = 0\text{ m} \Rightarrow F = 8\text{ N}$ $x = 4\text{ m} \Rightarrow F = 0\text{ N}$ Lucrul mecanic este egal cu aria trapezului format de graficul forței între x_1 și x_2: $L = \frac{(6+2)\cdot 2}{2} = 8\text{ J}$  	**3**
3.	**c.** Aplicăm legea conservării energiei mecanice: $E_i = E_f \Rightarrow \frac{kx^2}{2} = \frac{mv^2}{2} \Rightarrow v = \sqrt{\frac{kx^2}{m}} = \sqrt{2}$	**3**
4.	**a.** Viteza medie: $v_m = \frac{d}{t}$ (1) Notăm cu: $v_2 = v$ și $v_1 = nv$ Avem: $\frac{d}{2} = v_1 \cdot t_1 \Rightarrow \frac{d}{2} = nv \cdot t_1$ și $\frac{d}{2} = v_2 \cdot t_2 \Rightarrow \frac{d}{2} = v \cdot t_2$ Rezultă timpii de mișcare: $t_1 = \frac{d}{2nv}$ și $t_2 = \frac{d}{2v}$ Iar timpul total: $t = t_1 + t_2$ Înlocuind în (1) rezultă: $v_m = \frac{d}{\frac{d}{2nv} + \frac{d}{2v}} \Rightarrow v_m = \frac{2nv}{n+1} \Rightarrow v = \frac{(n+1)v_m}{2n} = 36\text{ km/ h}$ Rezultă: $v_1 = 2v = 72\text{ km/ h}$ și $v_2 = v = 36\text{ km/ h}$	**3**
5.	**d**	**3**
TOTAL pentru Subiectul I		**15p**

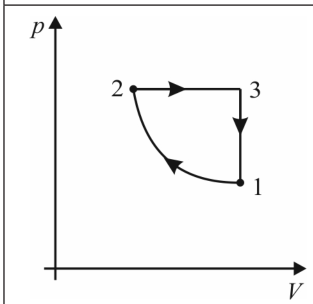
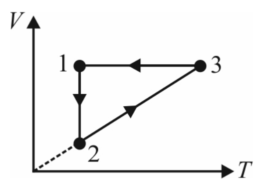
Subiectul al II-lea		Parțial	Punctaj
a.	Distanța parcursă este egală cu aria de sub graficul vitezei: $d = d_1 + d_2$ $v_1 = 20\frac{\text{km}}{\text{h}}$ $v_2 = 40\frac{\text{km}}{\text{h}}$ $t_1 = 30\text{min} = \frac{1}{2}\text{h}$ $t_2 = 15\text{min} = \frac{1}{4}\text{h}$	2p	**4p**
	$d_1 =$ 10 km, $d_2 =$ 10 km	1p	
	Rezultă: d = 20 km	1p	
b.	Viteza medie: $v_m = \frac{d}{t}$	2p	**4p**
	Unde: $d =$ 20 km, $t = 45\text{min} = \frac{3}{4}\text{h}$	1p	
	Rezultă: $v_m =$ 26,6 km/h	1p	
c.	t_1 = 30 min, d_1 = 10 km; t_2 = 15 min, d_2 = 10 km	2p	**4p**
	Reprezentarea graficului mișcării	2p	
d.	Energiile cinetice corespunzătoare celor două viteze sunt: $E_{c_1} = \frac{mv_1^2}{2}$ $E_{c_2} = \frac{mv_2^2}{2}$ Rezultă: $\frac{E_{c_2}}{E_{c_1}} = \frac{v_2^2}{v_1^2}$	2p	**3p**
	$\frac{E_{c_2}}{E_{c_1}} = 4$	1p	
TOTAL pentru Subiectul al II-lea			**15p**

Subiectul al III-lea		Parţial	Punctaj
a.	Reprezentarea corectă a forțelor.	1p	4p
	Teorema variației energiei cinetice pe planul înclinat: $\Delta E_c = L \Rightarrow E_{CB} - E_{co} = L_G + L_{F_{f_1}} + L_{N_1}$ Lungimea planului înclinat $l = \dfrac{h}{\sin\alpha}$ iar $L_{N_1} = 0$ Rezultă: $E_{CB} = mgh - \mu mgl\cos\alpha = mgh\,(1 - \text{ctg}\,\alpha)$	2p	
	$E_{CB} = 32$ J	1p	
b.	$L_{F_f} = L_{F_{f_1}} + L_{F_{f_2}} = \mu mg(h\,\text{ctg}\,\alpha + d)$	2p	3p
	Rezultă: $L_{F_f} = -20$ J.	1p	
c.	Teorema variației energiei cinetice pe planul orizontal: $E_{CC} - E_{CB} = L_G + L_{F_{f_2}} + L_{N_2}$	1p	4p
	$L_{N_2} = 0$ şi $L_G = 0$, rezultă: $E_{CC} = E_{CB} - \mu mgd = 20$ J	1p	
	Din legea conservării energiei mecanice rezultă: $E_{CC} = mgh_{\max}$	1p	
	Rezultă: $h_{\max} = \dfrac{E_{CC}}{mg} = 1$ m	1p	
d.	Aplicăm legea conservării energiei cinetice între punctele C şi D: $E_{CC} + E_{PC} = E_{CD} + E_{PD}$	1p	4p
	dar $E_{PC} = 0$ iar $E_{CD} = \dfrac{E_{PD}}{4}$ $E_{CC} = \dfrac{mgh_1}{4} + mgh_1 = \dfrac{5mgh_1}{4}$	2p	
	Rezultă: $h_1 = 0{,}8$ m.	1p	
TOTAL pentru Subiectul al III-lea			**15p**

B. TERMODINAMICĂ

Subiectul I		Punctaj
1.	**b**	**3**
2.	**c**	**3**
3.	**b**	**3**
4.	**b.** Scriem formula variației energiei interne: $\Delta U = \nu C_V (T_2 - T_1) = \nu \frac{3}{2} R(T_2 - T_1) = \frac{3}{2}(\nu RT_2 - \nu RT_1)$ Din ecuațiile de stare: $p_1 V_1 = \nu RT_1$ și $p_2 V_2 = \nu RT_2$, rezultă: $\Delta U = \frac{3}{2}(p_2 V_2 - p_1 V_1) = 600\ \text{J}$	**3**
5.	**c**	**3**
TOTAL pentru Subiectul I		**15p**

Subiectul al II-lea		Parţial	Punctaj
a.	Relația dintre temperaturi este: $T_2 = T_1 + fT_1 \quad \Rightarrow T_2 = T_1(1+f) = 1{,}2T_1 = 360\,\text{K}$	2p	**4p**
	Din legea procesului izocor: $\frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2} \Rightarrow p_2 = 1{,}2p_1$	1p	
	$p_2 = 12 \cdot 10^5 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$	1p	
b.	Legea procesului izocor: $\frac{p_1}{T_1} = \frac{p_{max}}{T_{max}} \Rightarrow T_{max} = \frac{p_{max} T_1}{p_1}$	2p	**4p**
	$T_{max} = 2T_1 = 600\,\text{K}$	2p	
c.	Relația dintre densitatea gazului în starea (1) şi densitatea gazului în condiții normale: $\rho_1 = \frac{\rho_0 p_1 T_0}{p_0 T_1} = 9{,}1\rho_0$	2p	**3p**
	$\rho_1 = 0{,}819\,\text{kg/m}^3$	1p	
d.	Din ecuațiile de stare: $p_1 V = \frac{m_1}{\mu} RT_1$ și $p_1 V = \frac{m_2}{\mu} RT_2 \Rightarrow m_1 RT_1 = m_2 RT_2$	1p	**4p**
	$m_2 = m_1 - \Delta m$ rezultă: $m_1 T_1 = (m_1 - \Delta m) T_2$	1p	
	$T_2 = 1{,}2T_1 \Rightarrow \Delta m = \frac{m_1}{6}$	1p	
	$m_1 = \rho_1 V = 8{,}19 \cdot 10^{-3}\,\text{kg} \Rightarrow \Delta m = 1{,}365 \cdot 10^{-3}\,\text{kg}$	1p	
TOTAL pentru Subiectul al II-lea			**15p**

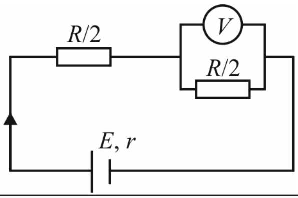
Subiectul al III-lea		Parţial	Punctaj
a.	1→2 proces izoterm, 2→3 proces izobar 3→1 proces izocor	1p	**3p**
	 	2p	

b.	Legea procesului izoterm: $p_1V_1 = p_2V_2$, dar $p_2 = 2p_1 \Rightarrow V_2 = \frac{V_1}{2}$	1p	**4p**
	Legea procesului izobar: $\frac{V_2}{T_2} = \frac{V_3}{T_3}$, cum $T_2 = T_1$ şi $V_3 = V_1 \Rightarrow T_3 = 2T_1$	1p	
	Ecuația de stare pentru starea inițială: $p_1V_1 = \upsilon RT_1 \Rightarrow T_1 = 144,4\text{K}$	1p	
	$T_2 = 2T_1 = 288,8\text{K}$	1p	
c.	$\Delta U_{1\to3} = \upsilon C_v(T_3 - T_1)$ $\gamma = \frac{C_p}{C_v} \Rightarrow C_v = \frac{R}{\gamma - 1} = \frac{3}{2}R$	2p	**4p**
	$\Delta U_{1\to3} = \frac{3}{2}\upsilon R(2T_1 - T_1) = \frac{3}{2}\upsilon RT_1 = \frac{3}{2}p_1V_1 = 1800\text{ J}$	2p	
d.	$\eta = 1 - \frac{\lvert Q_2\rvert}{Q_1}$	1p	**4p**
	$Q_1 = Q_{2\to3} = \upsilon Cp(T_3 - T_2)$ $C_p = \frac{\gamma R}{\gamma - 1} = \frac{5}{2}R$ Rezultă: $Q_1 = \frac{5}{2}\upsilon RT_1 = 2,5p_1V_1$	1p	
	$\lvert Q_2\rvert = \lvert Q_{1\to2} + Q_{3\to1}\rvert = \upsilon RT_1 \ln\frac{V_1}{V_2} + \upsilon C_v(T_3 - T_1) = \upsilon RT_1 \ln 2 + \frac{3}{2}\upsilon RT_1 = p_1V_1(\ln 2 + 1,5) = 2,193p_1V_1$	1p	
	$\eta = 12,2\%$	1p	
TOTAL pentru Subiectul al III-lea			**15p**

C. PRODUCEREA ȘI UTILIZAREA CURENTULUI CONTINUU

Subiectul I		**Punctaj**
1.	**c**	**3**
2.	**c**	**3**
3.	**d**	**3**
4.	**d**	**3**
5.	**c.** Avem relația dintre tensiuni: $E = U + Ir$ Din grafic: $I = 0$ A, rezultă $E = U = 6$ V; $U = 0$ V, $I = 4$ A; rezultă $r = 0{,}75\ \Omega$	**3**
TOTAL pentru Subiectul I		**15p**

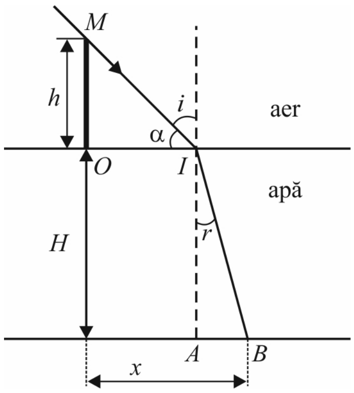
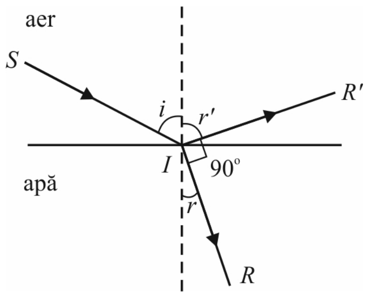
Subiectul al II-lea		**Parţial**	**Punctaj**
a.	Din grafic: $P_1 = 80$ W, $I_1 = 4$A	1p	**4p**
	Utilizând formula $P_1 = I_1^2 R_1$ rezultă $R_1 = \frac{P_1}{I_1^2}$	2p	
	$R_1 = 5\ \Omega$	1p	
b.	Prin legarea celor două rezistențe în serie, rezultă rezistența echivalentă a circuitului exterior: $R_e = R_1 + R_2 = 8\ \Omega$	2p	**4p**
	Aplicând legea lui Ohm pe întregul circuit, determinăm intensitatea electrică: $I = \frac{E}{R_e + r} = 2\,\text{A}$	1p	
	Puterea electrică pe R_2 este: $P_2 = I^2 R_2 = 12$ W	1p	
c.	Randamentul circuitului este: $\eta = \frac{R_e}{R_e + r}$	2p	**3p**
	$\eta = 80\%$	1p	
d.	Condiția ca sursa să debiteze o putere maximă este: $R_e = r' \Rightarrow r' = 8\ \Omega$	2p	**4p**
	Puterea maximă: $P_{\max} = \frac{E^2}{4r'} = 12{,}5$ W	2p	
TOTAL pentru Subiectul al II-lea			**15p**

Subiectul al III-lea		**Parţial**	**Punctaj**
a.	Reprezentarea circuitul electric echivalent 	1p	**5p**
	Rezistența echivalentă a circuitului exterior este: $R_p = \frac{R_V \frac{R}{2}}{R_V + \frac{R}{2}} = 1\ \Omega$ $R_e = \frac{R}{2} + R_p = 3\ \Omega$	2p	
	Intensitatea curentului electric prin ramura principală a circuitului este: $I = \frac{E}{R_e + r} = 5\,\text{A}$	1p	
	Tensiunea indicată de voltmetru: $U_V = IR_p$ $U_V = 5$ V	1p	
b.	Puterea electrică pe circuitul exterior: $P = I^2 R_e$	2p	**3p**
	$P = 75$ W	1p	
c.	Puterea totală a sursei: $P_E = EI$	2p	**3p**
	$P_E = 100$ W	1p	
d.	Randamentul circuitului: $\eta = \frac{R_e}{R_e + r}$	2p	**4p**
	$\eta = 75\%$	2p	
TOTAL pentru Subiectul al III-lea			**15p**

D.OPTICĂ

Subiectul I		Punctaj
1.	**c.** Relația dintre energia cinetică maximă a electronilor emiși și tensiunea de stopare este: $E_{C\max} = eU_S \Rightarrow \frac{mV_{\max}^2}{2} = eU_S \Rightarrow V_{\max} = \sqrt{\frac{2eU_S}{m}}$	3
2.	**b**	3
3.	**a**	3
4.	**c**	3
5.	**a.** Determinăm convergența lentilei subțiri biconcave ținând cont de semnele razelor de curbură: $R_1 = -R$, $R_2 = +R$ $\Rightarrow C = (n-1)(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2}) = (n-1)(-\frac{1}{R} - \frac{1}{R}) = -\frac{2(n-1)}{R} = -5\text{m}^{-1}$	3
TOTAL pentru Subiectul I		**15p**

Subiectul al II-lea		Parțial	Punctaj
a.	Deoarece avem o imagine reală, rezultă că avem o lentilă convergentă.	1p	3p
	Realizarea corectă a mersului razelor pentru construcția imaginii prin lentilă	2p	
b.	Mărirea liniară transversală este $\beta = -4$	1p	3p
	Din $\beta = \frac{y_2}{y_1} \Rightarrow y_2 = -4y_1 \Rightarrow y_2 = -20\text{cm}$	2p	
c.	Din reprezentarea grafică observăm: $d = -x_1 + x_2$	1p	4p
	Cum $\beta = \frac{x_2}{x_1} = -4 \Rightarrow x_2 = -4x_1 \Rightarrow d = -5x_1$	2p	
	$x_1 = -\frac{d}{5} = -16\text{cm}$ $x_2 = -4x_1 = 64\text{cm}$	1p	
d.	Utilizăm formula lentilelor subțiri: $\frac{1}{x_2} - \frac{1}{x_1} = \frac{1}{f} \Rightarrow f = \frac{x_1 x_2}{x_1 - x_2} = \frac{(-16)\cdot 64}{-16-64} = 12{,}8$ cm	2p	5p
	Distanța focală pentru lentila biconvexă este: $f = \frac{1}{(n-1)\left[\frac{1}{R} - (-\frac{1}{R})\right]} = \frac{R}{2(n-1)}$	2p	
	$R = 2(n-1)f = 12{,}8$ cm	1p	
TOTAL pentru Subiectul al II-lea			**15p**

<table>
<tr><th colspan="2">Subiectul al III-lea</th><th>Parţial</th><th>Punctaj</th></tr>
<tr><td>a.</td><td>Reprezentarea mersului razei de lumină

</td><td>3p</td><td>3p</td></tr>
<tr><td rowspan="3">b.</td><td>$i = \frac{\pi}{2} - \alpha = 30°$</td><td>1p</td><td rowspan="3">3p</td></tr>
<tr><td>Legea refracţiei în punctul de incidenţă $(n_{aer} = 1)$: $\sin i = n \sin r$</td><td>1p</td></tr>
<tr><td>$\Rightarrow \sin r = \frac{\sin i}{n}$ $\sin r = \frac{3}{8}$</td><td>1p</td></tr>
<tr><td rowspan="4">c.</td><td>Mărimea umbrei este: $x = OI + AB$</td><td>1p</td><td rowspan="4">5p</td></tr>
<tr><td>$\text{tg}\,\alpha = \frac{h}{OI} \Rightarrow OI = \frac{h}{\text{tg}\,\alpha} = \frac{h}{\sqrt{3}} = 1{,}038\,\text{m}$</td><td>1p</td></tr>
<tr><td>În triunghiul IAB: $\text{tg}\, r = \frac{AB}{H} \Rightarrow AB = H \cdot \text{tg}\, r = H\frac{\sin r}{\sqrt{1 - \sin^2 r}} = 0{,}809\,\text{m}$</td><td>2p</td></tr>
<tr><td>Rezultă: $x = 1{,}847\,\text{m}$</td><td>1p</td></tr>
<tr><td rowspan="3">d.</td><td>Reprezentarea razelor:
SI = raza incidentă
IR = raza refractată
IR' = raza reflectată

</td><td>1p</td><td rowspan="3">4p</td></tr>
<tr><td>Deoarece raza IR' este perpendiculară pe $IR \Rightarrow r' + r = 90°$, dar $i = r' \Rightarrow r = 90° - i$</td><td>1p</td></tr>
<tr><td>Aplicând legea refracţiei $(n_{aer} = 1)$: $\sin i = n \sin r \Rightarrow \sin i = n \sin\,(90° - i)$
$\sin\,(90° - i) = \cos i \Rightarrow \text{tg}\, i = n = \frac{4}{3} = 1{,}33$
$\Rightarrow i = 53°$</td><td>2p</td></tr>
<tr><td colspan="3">TOTAL pentru Subiectul al III-lea</td><td>15p</td></tr>
</table>

TESTUL 8

A. MECANICĂ

Subiectul I		**Punctaj**
1.	**a .**	**3**
2.	**d.**	**3**
3.	**a.**	**3**
4.	**b.**	**3**
5.	**a.**	**3**
TOTAL pentru Subiectul I		**15p**

Subiectul al II-lea		**Parţial**	**Punctaj**
a.	$G_1 = m_1 g$	1p	**3p**
	$G_2 = m_2 g$	1p	
	rezultat final: $G_1 = 2$ N; $G_2 = 3$ N	1p	
b.	Aplicând principiile mecanicii clasice pentru cele două corpuri se obțin relațiile: $m_2 g - T = m_2 a$	1p	**4p**
	$T - m_1 g = m_1 a$	1p	
	Adunând relațiile anterioare se obține: $a = \dfrac{g(m_2 - m_1)}{m_1 + m_2}$.	1p	
	rezultat final: $a = 2$ m/s^2	1p	
c.	Din relațiile de la punctul anterior se poate scrie: $T = m_1(a + g)$	1p	**4p**
	$T = \dfrac{2m_1 m_2 g}{m_1 + m_2}$	2p	
	rezultat final: $T = 2{,}4$ N	1p	
d.	$F_e = k \cdot \Delta l$	2p	**4p**
	$\Delta l = \dfrac{2T}{k}$	1p	
	rezultat final: $\Delta l = 4{,}8$ cm	1p	
TOTAL pentru Subiectul al II-lea			**15p**

Subiectul al III-lea		**Parţial**	**Punctaj**
a.	$L_{Ff} = -F_f \cdot l$	1p	**3p**
	$F_f = \mu N = \mu mg \cos\alpha$ $\quad \cos\alpha = \dfrac{x}{l}$; $x = \sqrt{l^2 - h^2}$	1p	
	rezultat final: $L_{F_f} = -\mu mg\sqrt{l^2 - h^2}$; $L_{F_f} = -2700\,\text{J}$	1p	
b.	$\Delta E_c = L_{\text{total}}$	1p	**4p**
	$\Delta E_c = \dfrac{mv^2}{2}$; $L_{\text{total}} = L_G + L_{F_f}$; $L_G = mgh$	1p	
	$v = \sqrt{2g(h - \mu l \cos\alpha)}$	1p	
	rezultat final: $v = 6\sqrt{5}\,m/s \cong 13{,}4$ m/s	1p	

c.	$\eta = \dfrac{L_{\text{util}}}{L_{\text{consumat}}}$ $\quad L_{\text{util}} = mgh \quad L_{\text{consumat}} = F \cdot l$	1p	**4p**
	$F = F_f + G_t = \mu mg\cos\alpha + mg\sin\alpha$	1p	
	$\eta = \dfrac{1}{1+\mu\,\mathrm{ctg}\,\alpha} \quad \mathrm{ctg}\,\alpha = \dfrac{x}{h}$	1p	
	rezultat final: $\eta = 71,4\%$	1p	
d.	$\Delta E_c^{'} = L_{total}^{'}$	1p	**4p**
	$\Delta E_c = -\dfrac{mv^2}{2} \quad L_{\text{total}} = L_{F_f}^{'}$	1p	
	$\dfrac{mv^2}{2} = \mu mgd \quad d = \dfrac{v^2}{2\mu g}$	1p	
	rezultat final: $d = 30\,\text{m}$	1p	
TOTAL pentru Subiectul al III-lea			**15p**

B. TERMODINAMICĂ

Subiectul I		**Punctaj**
1.	**d**	**3**
2.	**d**	**3**
3.	**d**	**3**
4.	**a**	**3**
5.	**c**	**3**
TOTAL pentru Subiectul I		**15p**

Subiectul al II-lea		**Parţial**	**Punctaj**
a.	$p_1V_1 = \nu RT_1$	1p	**3p**
	$V_1 = \dfrac{\nu RT_1}{p_1}$	1p	
	$V_1 \cong 8{,}31 \cdot 10^{-3}\,\text{m}^3$	1p	
b.	Legea procesului izobar: $\dfrac{V_1}{T_1} = \dfrac{V_2}{T_2}$	2p	**4p**
	$T_2 = \dfrac{T_1V_2}{V_1}$	1p	
	rezultat final: $T_2 = 360\,\text{K}$	1p	
c.	$\Delta\rho = \rho_2 - \rho_1$	1p	**4p**
	$\rho_1 = \dfrac{m}{V_1}$ $\qquad \rho_2 = \dfrac{m}{V_2}$	2p	
	rezultat final: $\Delta\rho = -0{,}64\ \text{kg/m}^3$	1p	
d.	$L_{12} = p_1\Delta V = \upsilon R\left(T_2 - T_1\right)$	1p	**4p**
	$L_{23} = -\Delta U_{12} = -\upsilon C_V\left(T_1 - T_2\right) \qquad C_V = \dfrac{5}{2}R$	1p	
	$L_{total} = L_{12} + L_{23} = \dfrac{7}{2}\upsilon R\left(T_2 - T_1\right)$	1p	
	rezultat final: $L_{\text{total}} = 1750\ \text{J}$	1p	
TOTAL pentru Subiectul al II-lea			**15p**

Subiectul al III-lea		**Parţial**	**Punctaj**
a.	$n_1 = \dfrac{N}{V_1}$	1p	**3p**
	$p_1V_1 = \nu RT_1 \qquad \upsilon = \dfrac{N}{N_A}$	1p	
	rezultat final: $n_1 = \dfrac{p_1N_A}{RT_1} \qquad n_1 \cong 24\cdot10^{24}m^{-3}$	1p	
b.	$\Delta U_{123} = U_3 - U_1$	1p	**4p**
	$U_1 = \nu C_V T_1 \qquad U_3 = \nu C_V T_3$	1p	
	$\Delta U_{123} = \nu C_V\left(T_3 - T_1\right)$	1p	
	rezultat final: $\Delta U_{123} \cong 1{,}25\cdot10^7$ J	1p	
c.	$L_{3\text{-}4} = \nu RT_3 \ln\dfrac{V_4}{V_3}$	1p	**4p**
	Legea procesului izoterm: $p_3V_3 = p_4V_4$	1p	
	$L_{3\text{-}4} = \nu RT_3 \ln\dfrac{p_3}{p_4} \qquad L_{34} = \nu RT_3 \ln 2$	1p	
	rezultat final: $L_{34} \cong 0{,}46\cdot10^7$ J	1p	
d.	$Q_{cedat} = Q_{4\text{-}1}$	1p	**4p**
	$Q_{4\text{-}1} = \nu C_p(T_1 - T_4)$	1p	
	$C_p = C_V + R = 4R$	1p	
	rezultat final: $Q_{cedat} = 4\nu R(T_1 - T_4) \qquad Q_{cedat} \cong -1{,}7\cdot10^7$ J	1p	
TOTAL pentru Subiectul al III-lea			**15p**

C. PRODUCEREA ȘI UTILIZAREA CURENTULUI CONTINUU

Subiectul I		Punctaj
1.	d	3
2.	a	3
3.	d	3
4.	a	3
5.	d	3
TOTAL pentru Subiectul I		15p

Subiectul al II-lea		Parţial	Punctaj
a.	$R_p = \frac{R_0 R}{R_0 + R}$	2p	4p
	$R_e = R + R_p$	1p	
	rezultat final: $R_e = 9\ \Omega$	1p	
b.	Intensitatea curentului electric prin acumulator este: $I = \frac{E}{R_e + r}$	1p	4p
	Aplicând teorema a doua a lui Kirchhoff pe un ochi de rețea se obține: $E = I(r+R) + I_A R_0$	1p	
	$I_A = \frac{E - I(r+R)}{R_0}$	1p	
	rezultat final: $I_A = 0{,}4\ \mathrm{A}$	1p	
c.	$U_V = R_e I$	1p	4p
	$u = r \cdot I$	1p	
	rezultat final: $U_V = 18\ \mathrm{V}$; $u = 2\mathrm{V}$	2p	
d.	$I'_A = \frac{E}{r}$	1p	3p
	$U'_V = 0$	1p	
	rezultat final: $I'_A = 20\ \mathrm{A}$	1p	
TOTAL pentru Subiectul al II-lea			15p

Subiectul al III-lea		Parţial	Punctaj
a.	$P_1 = R_1 \cdot I_1^2$ $\quad P_2 = R_2 \cdot I_2^2$	1p	4p
	$I_1 = \frac{E}{R_1 + r}$ $\quad I_2 = \frac{E}{R_2 + r}$	1p	
	Egalând cele două puteri se obține: $R_1 \cdot R_2 = r^2$	1p	
	rezultat final: $r = 6\ \Omega$	1p	

b.	$I_{sc} = \dfrac{E}{r}$	2p	**3p**
	rezultat final: $E = 120$ V	1p	
c.	$\eta = \dfrac{P_{ext}}{P_{totala}} = \dfrac{R_s}{R_s + r}$	2p	**4p**
	$R_s = R_1 + R_2$	1p	
	rezultat final: $\eta = \dfrac{13}{19} = 68{,}4\%$	1p	
d.	$P_{\max} = \dfrac{E^2}{4r}$	2p	**4p**
	$R = r$	1p	
	rezultat final: $P_{\max} = 600$ W; $R = 6\ \Omega$	1p	
TOTAL pentru Subiectul al III-lea			**15p**

D.OPTICĂ

Subiectul I		Punctaj
1.	**a.**	**3**
2.	**d.**	**3**
3.	**c.**	**3**
4.	**b.**	**3**
5.	**b.**	**3**
TOTAL pentru Subiectul I		**15p**

Subiectul al II-lea		Parţial	Punctaj
a.	$C_1 = \frac{1}{f_1} \qquad f_1 = \frac{1}{C_1}$	2p	**3p**
	rezultat final: $f_1 = 25$ cm	1p	
b.	reprezentarea grafică a imaginii	2p	**4p**
	rezultat final: imaginea este reală, răsturnată şi mai mare decât obiectul	2p	
c.	$\frac{1}{x_2} - \frac{1}{x_1} = \frac{1}{f_1}$	1p	**4p**
	$\beta = \frac{y_2}{y_1} = \frac{x_2}{x_1}$	1p	
	rezultat final: $x_2 = 150$ cm; $y_2 = -10$ cm	2p	
d.	$\frac{1}{f_s} = \frac{1}{f_1} + \frac{1}{f_2}$	1p	**4p**
	$\frac{1}{x'_2} - \frac{1}{x_1} = \frac{1}{f_s}$	1p	
	rezultat final: $x_2' = -75$ cm	2p	
TOTAL pentru Subiectul al II-lea			**15p**

Subiectul al III-lea		Parţial	Punctaj
a.	reprezentarea graficului	3p	**3p**
b.	$h\nu = E_c + L_{ext}$	2p	**4p**
	rezultat final: $L_{ext} = 3{,}32 \cdot 10^{-19}$ J	2p	
c.	$L_{ext} = h\nu_0$	2p	**4p**
	rezultat final: $\nu_0 = 5 \cdot 10^{14}$ Hz .	2p	
d.	$E_c = e \cdot U_s$	2p	**4p**
	rezultat final: $U_s = 0{,}4$ V	2p	
TOTAL pentru Subiectul al III-lea			**15p**

TESTUL 9

A. MECANICĂ

Subiectul I		Punctaj
1.	**a.** $\Delta l = \frac{Fl_0}{E \cdot s_0}$	3
2.	**c.** $a = \frac{\Delta v}{\Delta t} \Rightarrow a = \frac{4}{2}\frac{\frac{\text{m}}{\text{s}}}{\text{s}} = 2\,\frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ $F = m \cdot a \Rightarrow F = 2\text{ N}$	3
3.	**b.** $L = \vec{F} \cdot \vec{d}$ $[L] = 1\text{ N} \cdot \text{m} = 1\text{ J}$	3
4.	**d.** $P = F \cdot v \Rightarrow F = \frac{P}{v}$ $F = \frac{55 \cdot 10^3}{20} = 2750\text{ N}$	3
5.	**b.** Condiția de deplasare cu viteză constantă impune: $F\cos\alpha = \mu(mg - F\sin\alpha) \Rightarrow F = \frac{\mu mg}{\cos\alpha + \mu\sin\alpha}$	3
TOTAL pentru Subiectul I		**15p**

Subiectul al II-lea		Parţial	Punctaj
a.	$x_{2,4}$ = Aria subgraficului [2,4]	1p	3p
	$x_{2,4} = 3 \cdot (4-2)$	1p	
	$x_{2,4} = 6\text{ m}$	1p	
b.	$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} \Rightarrow a = \frac{(3-1)}{(2-1)}\frac{\frac{\text{m}}{\text{s}}}{\text{s}} \Rightarrow$	2p	4p
	$a = 2\,\frac{\text{m}}{\text{s}^2}$	2p	
c.	$x_{\text{total}} = x_{01} + x_{12} + x_{24}$	1p	5p
	$x_{01} = v \cdot \Delta t \Rightarrow x_{01} = 1\,\frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot 1\text{ s} = 1\text{ m}$	1p	
	x_{12} = Aria trapez $\Rightarrow x_{12} = \frac{(3+1)1}{2} = 2\text{ m}$	1p	
	$x_{24} = v \cdot \Delta t \Rightarrow x_{24} = 3 \cdot 2 = 6\text{ m}$ $x_{\text{total}} = 9\text{ m}$	2p	
d.	$v_m = \frac{x_{\text{total}}}{A_{\text{total}}}$	2p	3p
	$v_m = \frac{9}{4} = 2,25\,\frac{\text{m}}{\text{s}}$	1p	
TOTAL pentru Subiectul al II-lea			**15p**

Subiectul al III-lea		Parţial	Punctaj
a.	Considerând nivelul 0 de energie potențială gravitațională la baza planului înclinat: $E_{pA} = 0$	1p	**3p**
	$\Rightarrow E_A = E_{pA} + E_{cA} = 0 + \dfrac{m_0 v_0^2}{2}$	1p	
	$E_A = 0{,}8\ \mathrm{J}$	1p	
b.	Aplicând teorema de variație a energiei mecanice rezultă: $E_B - E_A = L_{F_{f\,AB}}$	1p	**4p**
	$mgh - \dfrac{mv_0^2}{2} = -\mu mg \dfrac{h}{\sin\alpha} \cdot \cos\alpha$	1p	
	$\Rightarrow h = \dfrac{v_0^2}{2g\left(1 + \dfrac{\mu\cos\alpha}{\sin\alpha}\right)}$	1p	
	$h = 0{,}56\ \mathrm{m}$	1p	
c.	$E_{p_B} = mgh$	2p	**4p**
	$E_{p_B} = 0{,}56 J$	2p	
d.	Potrivit teoremei de variație a energiei mecanice, $L = \Delta Ec$, rezultă:	1p	**4p**
	$L_{pF_{f\,AB}} = E_B - E_A$	2p	
	$L_{pF_{f\,AB}} = -0{,}24\ \mathrm{J}$	1p	
TOTAL pentru Subiectul al III-lea			**15p**

B. TERMODINAMICĂ

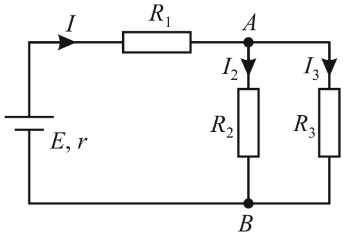
Subiectul I		Punctaj
1.	**c.** În procese izoterme, U = const.	3
2.	**d.** $[C]_{SI} = 1\dfrac{\text{J}}{\text{mol}\cdot\text{K}}$	3
3.	**c.** $L = \nu RT \ln\dfrac{V_2}{V_1}$ $L = -192{,}9\ \text{J}$	3
4.	**b.** Ordonata p Abscisa V	3
5.	**a.** $\nu = \dfrac{N}{N_A}$	3
TOTAL pentru Subiectul I		**15p**

Subiectul al II-lea		Parțial	Punctaj
a.	$\dfrac{m}{\mu} = \dfrac{N}{N_A}$	2p	4p
	$\Rightarrow N = N_A\dfrac{m}{\mu}$	1p	
	$N = N_A = 6{,}023\cdot10^{23}\ \text{mol}^{-1}$	1p	
b.	$m_0 = \dfrac{\mu}{N_A}$	2p	3p
	$\Rightarrow m_0 = 5{,}31\cdot10^{-23}\ \text{g}$	1p	
c.	$\dfrac{p_1}{T_1} = \dfrac{p_2}{T_2} \Rightarrow T_2 = T_1\cdot\dfrac{p_2}{p_1}$	2p	4p
	$T_1 = 300\ \text{K}$	1p	
	$\Rightarrow T_2 = 600\ \text{K}$	1p	
d.	$pV = \nu RT$	1p	4p
	$\nu = \dfrac{N}{N_A} = \dfrac{m}{\mu} \Rightarrow \nu = 1\ \text{mol}$	1p	
	$\Rightarrow V = \dfrac{\nu RT}{p}$	1p	
	$V = 0{,}16\ \text{m}^3$	1p	
TOTAL pentru Subiectul al II-lea			**15p**

Subiectul al III-lea		**Parţial**	**Punctaj**
a.	$p_1V_1 = \nu RT_1$	1p	**4p**
	$V_1 = \frac{\nu RT_1}{p_1}$	1p	
	$T_1 = 27 + 273 = 300\text{ K}$	1p	
	$V_1 = 24{,}93\text{ m}^3$	1p	
b.	$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$	2p	**4p**
	$\Rightarrow T_2 = T_1 \cdot \frac{V_2}{V_1}$	1p	
	$\Rightarrow T_2 = 600\text{ K}$	1p	
c.	$L_{12341} = \text{Aria}_{12341}$	1p	**4p**
	$L_{12341} = \left(p_1 - \frac{p_1}{2}\right)(2V_1 - V_1)$	1p	
	$L_{12341} = \frac{p_1}{2} \cdot V_1$	1p	
	$L_{12341} = 12{,}45 \cdot 10^5\text{ J}$	1p	
d.	$\Delta U_{1-2} = \nu C_V(T_2 - T_1)$	2p	**3p**
	$\Delta U_{1-2} = 62{,}325 \cdot 10^5\text{ J}$	1p	
TOTAL pentru Subiectul al III-lea			**15p**

C. PRODUCEREA ȘI UTILIZAREA CURENTULUI CONTINUU

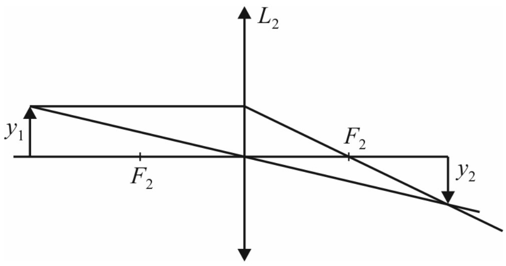
Subiectul I		Punctaj
1.	**c.** Rezistența electrică a unui conductor este direct proporțională cu lungimea sa.	**3**
2.	**a.** $[\rho]_{S.I.} = 1\ \Omega \cdot \mathrm{m}$	**3**
3.	**c.** $q = I\,\Delta t$	**3**
4.	**b.** $R_e = R_0 + \frac{R_0}{2} + \frac{R_0}{3} = \frac{11R_0}{6}$	**3**
5.	**d.** $R = \frac{U}{I} \Rightarrow R = \frac{6}{0{,}3} = 20\ \Omega$	**3**
TOTAL pentru Subiectul I		**15p**

Subiectul al II-lea		Parţial	Punctaj
a.	$R_e = R_1 + \frac{R_2 R_3}{R_2 + R_3}$	2p	**3p**
	$R_e = 11\ \Omega$	1p	
b.	 Potrivit legilor Kirchhoff: $I = I_2 + I_3$	1p	**4p**
	$I_2 R_2 = I_3 R_3 \Rightarrow I_3 = I_2 \frac{R_2}{R_3}$	1p	
	$\Rightarrow I = I_2\left(1 + \frac{R_2}{R_3}\right)$	1p	
	$\Rightarrow I_2 = \frac{IR_3}{R_2 + R_3} \Rightarrow I = 0{,}4$ A.	1p	
c.	$I = \frac{E}{r + R_e} \Rightarrow$	2p	**4p**
	$r = \frac{E}{I} - R_e$	1p	
	$\Rightarrow r = 15 - 11 = 4\ \Omega$	1p	
d.	$U_{AB} = I_2 R_2$	2p	**4p**
	$I_2 = \frac{IR_3}{R_2 + R_3} \Rightarrow I_2 = 0{,}4$ A	1p	
	$U_{AB} = 0{,}4 \cdot 6 \Rightarrow U_{AB} = 2{,}4$ V	1p	
TOTAL pentru Subiectul al II-lea			**15p**

Subiectul al III-lea		**Parţial**	**Punctaj**
a.	Din legea Joule: $W = U \cdot I \cdot t$	1p	**3p**
	$\Rightarrow I = \dfrac{W}{U \cdot t}$	1p	
	$\Rightarrow I = 4\ \text{A}$	1p	
b.	$\dfrac{W}{4} = U \cdot I_1 \cdot t \quad \Rightarrow I_1 = \dfrac{W}{4U \cdot t}$	1p	**4p**
	$\Rightarrow I_1 = 1\ \text{A}$	1p	
	Din: $I = I_1 + I_2 \Rightarrow I_2 = I - I_1 \Rightarrow$	1p	
	$\Rightarrow I_2 = 3\ \text{A}$	1p	
c.	$W = R_e I^2 t$	2p	**4p**
	$\Rightarrow R_e = I \dfrac{W}{I^2 \cdot T}$	1p	
	$R_e = 27{,}5\ \Omega$	1p	
d.	$W_1 = P_1 \cdot t \quad \Rightarrow P_1 = \dfrac{W_1}{t} \Rightarrow P_1 = 110\ \text{W}$	2p	**4p**
	$W_2 = P_2 \cdot t \quad \Rightarrow P_2 = \dfrac{W_2}{t} \Rightarrow P_2 = 330\ \text{W}$	2p	
TOTAL pentru Subiectul al III-lea			**15p**

D.OPTICĂ

Subiectul I		Punctaj
1.	**c.** $\left[\frac{c}{\nu}\right]_{SI} = \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}\cdot\mathrm{s}^{-1}} = \mathrm{m}$	**3**
2.	**d.** Nr. fotoelectronilor leneşi ~ frecvenţa	**3**
3.	**c.** Negativă	**3**
4.	**d.** Obiectul trebuie aşezat înaintea focarului obiect pentru a obține imaginea reală pe ecran d_{min} = 4 m	**3**
5.	**a.** $n = \frac{\sin i}{\sin r} \Rightarrow n = \sqrt{2} = 1,41$	**3**
TOTAL pentru Subiectul I		**15p**

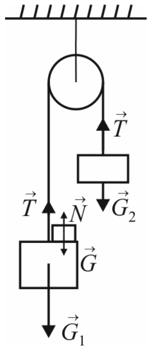
Subiectul al II-lea		Parţial	Punctaj
a.		3p	**3p**
b.	$\frac{1}{x_2} - \frac{1}{x_1} = \frac{1}{f}$	2p	**4p**
	$\Rightarrow x_2 = \frac{fx_1}{f + x_1}$	1p	
	$\Rightarrow x_2 = \frac{20\cdot(-50)}{20-50} = \frac{100}{3}\mathrm{cm}$	1p	
c.	Din $\frac{x_2}{x_1} = \frac{y_2}{y_1}$	2p	**4p**
	$\Rightarrow y_2 = y_1\frac{x_2}{x_1}$	1p	
	$\Rightarrow y_2 = 5\cdot\frac{100}{3\cdot(-50)} = \frac{10}{3}\mathrm{cm}$	1p	
d.	$\frac{1}{f_{\text{sistem}}} = \frac{1}{f_1} + \frac{1}{f2}$	1p	**4p**
	$\frac{1}{f_{\text{sistem}}} = \frac{2}{f}$	1p	
	$f_{\text{sistem}} = \frac{f}{2}$	1p	
	$\Rightarrow f_{\text{sistem}} = 10\ \mathrm{cm}$	1p	
TOTAL pentru Subiectul al II-lea			**15p**

Subiectul al III-lea		Parţial	Punctaj
a.	$\nu_0 = \dfrac{c}{\lambda_0} \Rightarrow$	2p	**3p**
	$\nu_0 = \dfrac{3\cdot 10^8}{522\cdot 10^{-9}} = 5,74\cdot 10^{14}\,\text{Hz}$	1p	
b.	$\lambda = \dfrac{c}{\nu}$	2p	**3p**
	$\lambda = \dfrac{3\cdot 10^8}{6\cdot 10^{14}} = 500\ \text{nm}$	1p	
c.	$L_{extr} = h\nu_0$	1p	**4p**
	$\Rightarrow L_{extr} = h\dfrac{c}{\lambda_0}$	1p	
	$\Rightarrow L_{extr} = \dfrac{6,6\cdot 10^{-34}\cdot 3\cdot 10^8}{522\cdot 10^{-9}}$	1p	
	$L_{extr} = 0,0379\cdot 10^{-17}\ \text{J} = 3,79\cdot 10^{-19}\ \text{J}$	1p	
d.	Din ecuația Einstein: $h\nu = L_{extr} + eU_s$	2p	**5p**
	$\Rightarrow U_s = \dfrac{h\nu - L_{extr}}{e}$	1p	
	$U_s = \dfrac{6,6\cdot 10^{-34}\cdot 6\cdot 10^{14} - 3,79\cdot 10^{-19}}{1,6\cdot 10^{-19}}$	1p	
	$\Rightarrow U_s = 0,1\,\text{V}$	1p	
TOTAL pentru Subiectul al III-lea			**15p**

TESTUL 10

A. MECANICĂ

Subiectul I		Punctaj
1.	**a**	**3**
2.	**a**	**3**
3.	**b.** Răspunsul corect este 0,082 mm.	**3**
4.	**c**	**3**
5.	**d**	**3**
TOTAL pentru Subiectul I		**15p**

Subiectul al II-lea		**Parțial**	**Punctaj**
a.	 Pentru reprezentarea corectă a forțelor ce acționează asupra lui m_1	2p	**4p**
	Pentru reprezentarea corectă a forțelor ce acționează asupra lui m_2	2p	
b.	Aplicând principiul al doilea al dinamicii: (1) $\vec{G_2}+\vec{T}=m_2\vec{a}\Rightarrow -G_2+T=m_2a$ (2) $\vec{G}+\vec{G_1}+\vec{T}=(m_1+m)\vec{a}\Rightarrow G+G_1-T=(m_1+m)a$	1p	**4p**
	Corpul de masă $(m_1+\ m)$ coboară accelerat, iar corpul de masă m_2 urcă. Din ecuațiile (1) și (2) se obține accelerația: $(m_1+m_2+m)a=(m_2-m_1+m)g \Rightarrow \quad a=\frac{(m_2-m_1+m)g}{m_1+m_2+m}=\frac{mg}{2m_1+m}$	1p	
	respectiv tensiunea în fir $T=\frac{1}{2}\frac{(m_2-m_1+m)g}{m_1+m_2+m}(m_2-m_1-m)+(m_1+m_2+m)g\Rightarrow T=\frac{2m_1(m_1+m)g}{2m_1+m}$	1p	
	rezultat final: $a=0,2\frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ $\quad T=2,5\text{N}$	1p	
c.	Forța de apăsare asupra axului scripetelui se observă din reprezentarea grafică: $F=2T=\frac{4m_1(m_1+m)g}{2m_1+m}$	2p	**3p**
	rezultat final: $F=5\text{N}$	1p	
d.	Scriind principiul al doilea al dinamicii pentru corpul de masă m: $\vec{G}+\vec{N}=m\vec{a}\Rightarrow G-N=ma\Rightarrow mg-N=ma$ $N=m(g-a)$	2p	**4p**
	$N=\frac{2m_1mg}{2m_1+m}$	1p	
	rezultat final: $N=9,8\cdot10^{-2}\text{N}$	1p	

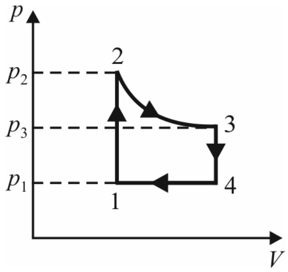
TOTAL pentru Subiectul al II-lea	15p

Subiectul al III-lea		Parţial	Punctaj
a.	Se aplică principiul al doilea al dinamicii, pentru a se determina accelerația corpului, după care din ecuația de mișcare se determină înălțimea la care ajunge corpul după 6 s. $\vec{G}+\vec{F}=m\vec{a} \Rightarrow -G+F=ma \Rightarrow -mg+F=ma \Rightarrow a=\frac{F}{m}-g$	2p	4p
	$h=\frac{at^2}{2}=\left(\frac{F}{m}-g\right)\frac{t^2}{2}=90\text{ m}$	1p	
	$E_p=mgh$ rezultat final: $E_p=4500\text{ J}$	1p	
b.	Se calculează spațiul parcurs după încetarea forței, apoi înălțimea maximă atinsă de corp aplicând ecuațiile de mișcare: $\left.\begin{array}{l} v=\left(\frac{F}{m}-g\right)t \\ v^2=2gh' \end{array}\right\} \Rightarrow h'=\frac{\left(\frac{F}{m}-g\right)^2 t^2}{2g} \Rightarrow h'=45\text{ m}$	2p	4p
	$h_{\max}=h+h'=135\text{ m}$ $E_{p\max}=mgh_{\max}$	1p	
	rezultat final: $E_{p\max}=6750\text{ J}$	1p	
c.	Aplicând conservarea energiei, se obține $E_{p\max}=E_c \Rightarrow mgh_{\max}=\frac{mv^2}{2}$	1p	3p
	$v=\sqrt{2gh_{\max}}$	1p	
	rezultat final: $v=52\text{ m/s}$	1p	
d.	Din momentul încetării acțiunii forței și până se atinge înălțimea maximă greutatea face lucru mecanic rezistent, apoi, până la sol, face lucrul mecanic motor:	1p	4p
	$L_2=mgh_{\max}$	1p	
	$L=-mgh'+mgh_{\max}$	1p	
	rezultat final: $L=4500\text{ J}$	1p	
TOTAL pentru Subiectul al III-lea			15p

B. TERMODINAMICĂ

Subiectul I		Punctaj
1.	c	3
2.	a	3
3.	d	3
4.	c	3
5.	b	3
TOTAL pentru Subiectul I		15p

Subiectul al II-lea		Parţial	Punctaj
a.	Din ecuația de stare se obține: $\left.\begin{array}{l} pV = \nu RT \\ \nu = \frac{m}{\mu} = \frac{N_1}{N_A} \end{array}\right\} \Rightarrow pV = \frac{N_1}{N_A}RT$ $V = \frac{N_1 RT}{pN_A}$	3p	4p
	rezultat final: $V = 74{,}79 \cdot 10^{-3}\,\text{m}^3$	1p	
b.	Din ecuația de stare se obține: $\nu_1 = \frac{m}{\mu_1} = \frac{N}{N_A} \Rightarrow m = \frac{\mu_1 N_1}{N_A}$	1p	2p
	rezultat final: $m = 84$ g	1p	
c.	Pentru fiecare gaz se scrie numărul de moli ca fiind $\nu_1 = \frac{N_1}{N_A}$, $\nu_2 = \frac{N_2}{N_A} = \frac{2N_1}{N_A} = 2\nu_1$ respectiv $\nu_3 = \frac{N_3}{N_A} = \frac{3N_1}{N_A} = 3\nu_1$.	3p	5p
	Masa molară a amestecului se calculează cu relația $\mu_{amestec} = \frac{m_{amestec}}{\nu_{total}} = \frac{\mu_1\nu_1 + \mu_2\nu_2 + \mu_3\nu_3}{\nu_1 + \nu_2 + \nu_3} = \frac{\mu_1 + 2\mu_2 + 3\mu_3}{6}$.	1p	
	rezultat final: $\mu_{amestec} = 35{,}33$ g/mol	1p	
d.	Numărul de moli este $\nu_{total} = \nu_1 + \nu_2 + \nu_3 = 6\nu_1$	1p	4p
	iar volumul recipientului este $V = \frac{\nu_1 RT}{p}$.	1p	
	Din ecuația de stare $p_1 V = \nu_{total} R(T + \Delta T)$ se obține prin înlocuire $p_1 = \frac{\nu_{total} R(T + \Delta T)}{V} = \frac{6p(T + \Delta T)}{T}$	1p	
	rezultat final: $p_1 = 2 \cdot 10^5\,\text{N/m}^2$	1p	
TOTAL pentru Subiectul al II-lea			15p

Subiectul al III-lea		**Parţial**	**Punctaj**
a.	 Pentru reprezentare corectă	3p	**3p**
b.	Căldura primită pe procesul izocor $Q_{1-2} = \nu C_V \Delta T = \nu C_V (T_2 - T_1)$.	1p	**4p**
	Se determină din ecuația de stare numărul de moli $p_1V_1 = \nu RT_1 \Rightarrow \nu = \frac{p_1V_1}{RT_1}$.	1p	
	Din ecuația procesului izocor, unde se cunoaște $p_2 = 3p_1$, se determină temperatura T_2: $\frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2} \Rightarrow T_2 = 3T_1$.	1p	
	rezultat final: $Q_{1-2} = 3p_1V_1 = 12000\,\text{J}$	1p	
c.	Pentru a determina lucrul mecanic pe întreg ciclul se aplică primul principiu al termodinamicii $\Delta U = Q - L$ și se ține cont de faptul că într-un proces ciclic $\Delta U = 0$. Așadar $L = Q_{1-2} + Q_{2-3} + Q_{3-4} + Q_{4-1}$.	1p	**5p**
	Pentru procesul izoterm din ecuația procesului se determină V_3: $p_2V_2 = p_3V_3 \Rightarrow V_3 = \frac{p_2V_2}{p_3} = \frac{3}{2}V_2$,	1p	
	după care se calculează căldura schimbată de gaz cu mediul ca fiind $Q_{2-3} = \nu RT_2 \ln\frac{V_3}{V_2} = 3p_1V_1 \ln\frac{3}{2} = 4800\ \text{J}$	1p	
	Temperatura în starea 4 este $T_4 = \frac{p_4T_3}{p_3} = \frac{3}{2}T_1$, iar căldura schimbată de gaz cu mediul în procesul izo-cor este $Q_{3-4} = \nu C_V (T_4 - T_3) = -9000\ \text{J}$.	1p	
	În procesul 4→1 $Q_{4-1} = \nu C_p (T_1 - T_4) = -5000\ \text{J}$ rezultat final: $L = 2800\ \text{J}$	1p	
d.	Din relația de definiție a randamentului $\eta = \frac{L}{Q_{primit}} = \frac{L}{Q_{1-2} + Q_{2-3}}$	1p	**3p**
	rezultat final: $\eta = 0{,}16$	2p	
TOTAL pentru Subiectul al III-lea			**15p**

C. PRODUCEREA ȘI UTILIZAREA CURENTULUI CONTINUU

Subiectul I		Punctaj
1.	**a**	**3**
2.	**b**	**3**
3.	**b**	**3**
4.	**c**	**3**
5.	**d**	**3**
TOTAL pentru Subiectul I		**15p**

Subiectul al II-lea		Parţial	Punctaj
a.	Din formula de definiție a dacă intensității curentului de scurtcircuit $I_{sc} = \frac{E}{r} \Rightarrow r = \frac{E}{I_{sc}}$	2p	**3p**
	rezultat final: $r = 1,2\ \Omega$	1p	
b.	Rezistoarele R_3 și R_4 sunt legate în serie, $R_{34} = R_3 + R_4$.	1p	**4p**
	Gruparea este în paralel cu R_2, având rezistența echivalentă $R_{234} = \frac{R_2(R_3 + R_4)}{R_2 + R_3 + R_4}$.	1p	
	Cele trei rezistoare sunt înseriate cu R_1 și R_5. Rezistența echivalentă a grupării de rezistoare este $R_e = R_1 + \frac{R_2(R_3 + R_4)}{R_2 + R_3 + R_4} + R_5$	1p	
	rezultat final: $R_e = 8,4\ \Omega$	1p	
c.	Din legea lui Ohm se obține curentul prin circuit $I = \frac{E}{R_e + r}$ şi tensiunea la bornele grupării de rezistoare $U = IR_e$.	1p	**4p**
	Rezistoarele R_1 şi R_5 sunt străbătute de același curent I, dar au tensiuni diferite la borne U_1 respectiv U_5. Tensiunea la bornele rezistorului R_2 este egală cu tensiunea la bornele grupării de rezistoare R_3 şi R_4, curenții pe ramuri fiind însă diferiți, suma lor fiind $I' + I'' = I$	1p	
	$U_2 = I'R_2 = I''(R_3 + R_4)$ $U = U_1 + U_2 + U_5 = I(R_1 + R_5) + I'R_2$	1p	
	$I' = \frac{I(R_e - R_1 - R_5)}{R_2}$ rezultat final: $I' = 0,75$ A	1p	
d.	Curentul pe ramura ce conţine rezistorul R_3 este $I'' = I - I'$	1p	**4p**
	iar tensiunea la bornele lui va fi $U_3 = I''R_3$	2p	
	rezultat final: $U_3 = 1$ V	1p	
TOTAL pentru Subiectul al II-lea			**15p**

Subiectul al III-lea		**Parţial**	**Punctaj**
a.	Căldurile disipate pe cei doi rezistori sunt $W_1 = UI_1t$ respectiv $W_2 = UI_2t$. Cum energia totală reprezintă suma dintre energiile disipate pe cele două rezistoare şi se cunoaşte raportul acestor energii se poate scrie $W = W_1 + W_2 = 3W_1 \Rightarrow W_1 = \frac{W}{3}$.	2p	**4p**
	Prin înlocuire se obține $I_1 = \frac{W_1}{Ut} = \frac{W}{3Ut}$ şi $I_2 = \frac{W_2}{Ut} = \frac{2W}{3Ut}$ rezultat final: $I_1 = 0{,}67\,\mathrm{A}$ şi $I_2 = 1{,}33\ \mathrm{A}$	2p	
b.	Din legea lui Ohm $U = R_1I_1 = R_2I_2$ se determină valorile rezistențelor şi $R_1 = \frac{U}{I_1} \cong 18\Omega$, $R_2 = \frac{U}{I_2} \cong 9\Omega$.	2p	**4p**
	Cele două rezistoare fiind legate în paralel, rezistența echivalentă se calculează cu relația $R_p = \frac{R_1R_2}{R_1 + R_2}$	1p	
	rezultat final: $R_p = 6\ \Omega$	1p	
c.	Puterile consumate în circuitul exterior vor fi $P_1 = R_1I_1^2 = \frac{W_1}{t}$ $P_1 = R_2I_2^2 = \frac{W_2}{t}$	2p	**4p**
	rezultat final: $P_1 = 8\ \mathrm{W}$ şi $P_1 = 16\ \mathrm{W}$	2p	
d.	Randamentul circuitului se poate calcula fie cu relația $\eta = \frac{R_p}{R_p + r}$, fie cu $\eta = \frac{P_{util}}{P_{consumat}} = \frac{R_pE}{EI}$	2p	**3p**
	rezultat final: $\eta = 0{,}85$	1p	
TOTAL pentru Subiectul al III-lea			**15p**

D.OPTICĂ

Subiectul I		**Punctaj**
1.	**d**	**3**
2.	**c**	**3**
3.	**a**	**3**
4.	**d**	**3**
5.	**a**	**3**
TOTAL pentru Subiectul I		**15p**

Subiectul al II-lea		**Parţial**	**Punctaj**
a.	Imaginea fiind micşorată şi reală $\beta = \frac{y_2}{y_1} = \frac{x_2}{x_1} < 0 \Rightarrow \frac{x_2}{x_1} = -4 \Rightarrow x_2 = -4x_1$ Distanța obiect –ecran este $d = -x_1 + x_2$.	2p	**4p**
	rezultat final: $x_1 = -25$ cm şi $x_2 = 100$ cm	2p	
b.	Convergența sistemului se determină ca suma convergențelor celor două lentile. Pentru determinarea convergenței lentilei L_1 se scrie legea lentilelor, $C_1 = \frac{1}{f_1} = \frac{1}{x_2} - \frac{1}{x_1} = 5\delta$	1p	**3p**
	Convergența sistemului format de cele două lentile este $C = C_1 + C_2$.	1p	
	rezultat final: $C = 2\delta$	1p	
c.	Dacă lentilele sunt alipite lentila echivalentă are distanța focală $F = \frac{1}{C} = 50$ cm .	1p	**4p**
	Utilizând formula lentilelor $\frac{1}{F} = \frac{1}{x''_2} - \frac{1}{x_1}$	1p	
	se obține poziția imaginii finale date de sistem $x''_2 = \frac{Fx_1}{F + x_1}$.	1p	
	rezultat final: Imaginea finală este reală. $x''_2 = 16{,}6$ cm	1p	
d.	Dacă a doua lentilă va avea convergența $C'_2 = 3\delta$, atunci distanța focală a sistemului devine $F' = \frac{1}{C'} = 12{,}5$ cm	1p	**4p**
	iar imaginea se va forma la distanța $X_2 = \frac{F'x_1}{F' + x_1} = 25$ cm .	1p	
	Deci imaginea finală se depărtează de sistemul de lentile cu $D = X_2 - x''_2$.	1p	
	rezultat final: $D = 8{,}4$ cm.	1p	
TOTAL pentru Subiectul al II-lea			**15p**

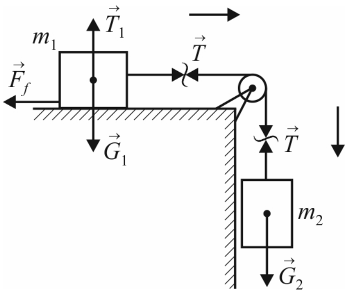
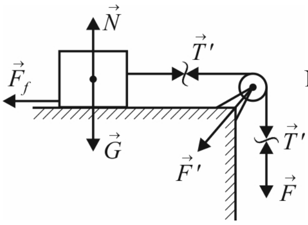
Subiectul al III-lea		**Parţial**	**Punctaj**
a.	Pentru: $\varepsilon = h\nu = \frac{hc}{\lambda}$	1p	**3p**
	rezultat final: $\nu = \frac{\varepsilon}{h} = 8{,}3 \cdot 10^{14}$ Hz	1p	
	$\lambda = \frac{hc}{\varepsilon} = 360 \cdot 10^{-9}$ m	1p	

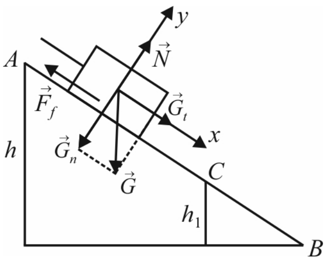
b.	Legea conservării energiei $h\nu = L_{ext} + E_c$	1p	**4p**
	se scrie în condițiile date sub forma $\varepsilon = L_{ext} + \frac{mv^2}{2}$,	1p	
	de unde se determină viteza fotoelectronilor emiși $v = \sqrt{\frac{2(\varepsilon - L_{ext})}{m}}$. Rezultat final: $v = 7{,}1 \cdot 10^5\ \text{m/s}$	2p	
c.	Legea conservării energiei $\varepsilon = L_{ext} + eU_s$	1p	**3p**
	de unde se obține $U_s = \frac{\varepsilon - L_{ext}}{e}$	1p	
	rezultat final: $U_s = 1{,}44\ \text{V}$	1p	
d.	Din legea conservării energiei $\varepsilon = L_{ext} + E_c$ se obține energie cinetică a fotoelectronilor emiși în condițiile date inițial $E_c = \varepsilon - L_{ext}$.	1p	**5p**
	Dacă lungimea de undă a radiației incidente devine un sfert din lungimea de undă de prag se poate scrie $\lambda_1 = \frac{\lambda_0}{4}$ (1).	1p	
	Din lucru mecanic de extracție $L_{ext} = h\nu_0 = \frac{hc}{\lambda_0}$ se determină lungimea de undă de prag ca fiind $\lambda_0 = \frac{hc}{L_{ext}}$ (2). Din (1) și (2) se obține $\lambda_1 = \frac{hc}{4L_{ext}}$.	1p	
	$\frac{hc}{\lambda_1} = L_{ext} + E_{c1} \Rightarrow 4L_{ext} = L_{ext} + E_{c1} \Rightarrow E_{c1} = 3L_{ext}$ Variația de energie cinetică a fotoelectronilor emiși va fi $\Delta E_c = E_{c1} - E_c = 4L_{ext} - \varepsilon$	1p	
	rezultat final: $\Delta E_c = 7{,}29 \cdot 10^{-19}\ \text{J}$	1p	
TOTAL pentru Subiectul al III-lea			**15p**

TESTUL 11

A. MECANICĂ

Subiectul I		Punctaj
1.	**b.** $\left\langle \frac{m \cdot v^2}{2} \right\rangle_{SI} = 1\,\text{kg} \cdot \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2} = \text{kg} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-2}$	3
2.	**b.**	3
3.	**c.** $L_t = L_1 + L_2$ $A_{drept} = L \cdot l = 120\ \text{J}$ $A_{trapez} = \frac{(B+b)\cdot h}{2} = -60\ \text{J}$; $L_t = 60\ \text{J}$	3
4.	**b.** $E_c - E_{c_0} = G_t \cdot l$; $v = \sqrt{2 \cdot g \cdot \sin\alpha \cdot h} = 10\frac{\text{m}}{\text{s}}$	3
5.	**b.** $a = 0$ $F_t = G$ $P = \frac{L}{\Delta t} = \frac{m \cdot g \cdot h}{\Delta t} = 10\ \text{KW}$	3
TOTAL pentru Subiectul I		**15p**

Subiectul al II-lea		Parţial	Punctaj
a.	Pentru reprezentarea corectă şi completă a forţelor 	1p	4p
	Pentru fiecare corp în parte putem scrie: m_1: $T - \mu m_1 g = m_1 a$ m_2: $m_2 g - T = m_2 a$ Adunând relaţiile obţinem : $a = \frac{m_2 \cdot g - \mu \cdot m_1 \cdot g}{m_1 + m_2} = \frac{g \cdot (m_2 - \mu \cdot m_1)}{m_1 + m_2}$	2p	
	Rezultă: a = 6 m/s^2.	1p	
b.	Din expresia scrisă pentru m_2 $T = m_2 \cdot (g - a)$	2p	3p
	Rezultă: $T = 1{,}6$ N	1p	
c.	Sistemul se deplaseaza cu viteză constantă, deci: $v = ct$ $a = 0$ $T_1 - F_{f_1} = 0$ $-T_1 + G_2 = 0$ $G_2 = F_{f_1}$	2p	4p
	Se obţine expresia masei suplimentare: $m_2 \cdot g = \mu(m + m_1) \cdot g$ $m = \frac{m_2 - \mu \cdot m_1}{\mu}$	1p	
	Rezultă: $m = 1{,}8$ kg	1p	
d.	 Noua tensiune în fir va fi: $T' - F = 0$ $T' = m_2 \cdot g = 4$ N	1p	4p
	Forţa din scripete se calculează cu relaţia: $F' = \sqrt{T'^2 + T'^2 + 2 \cdot T'^2 \cdot \cos 90°} = T'\sqrt{2}$	2p	
	Rezultă: $F' = 5{,}64$ N	1p	
TOTAL pentru Subiectul al II-lea			**15p**

Subiectul al III-lea		**Parţial**	**Punctaj**
a.	Energia totală a schiorului: $E_{t_A} = E_{c_A} + E_{p_A} = m \cdot g \cdot h$	2p	**3p**
	Rezultă: $E_{t_A} = 42500$ J	1p	
b.	Aplicând teorema de variație a energiei cinetice, $\Delta E_c = L_t$	1p	**4p**
	 $\frac{m \cdot v_B^2}{2} - \frac{m \cdot v_A^2}{2} = L_G + L_{F_f}$	1p	
	Obținem: $L_{F_f} = \frac{m \cdot v_B^2}{2} - m \cdot g \cdot h$	1p	
	Rezultă: $L_{F_f} = -15937{,}5$ J	1p	
c.	Din expresia lucrului mecanic al forței de frecare: $L_{F_f} = -F_f \cdot d = -\mu \cdot m \cdot g \cdot \cos\alpha \cdot d$	1p	**4p**
	Conform desenului, distanța parcursă se exprimă: $d = \frac{h}{\sin\alpha}$	1p	
	Obținem: $\mu = \frac{L_{F_f}}{-m \cdot g \cdot h \cdot ctg\alpha}$	1p	
	Rezultă: $\mu = 0{,}216$	1p	
d.	Aplicăm teorema de conservare a energiei totale: $E_{t_A} = E_{t_C} = E_{t_B}$ $\quad E_{t_A} = E_{P_C} + E_{C_C}$ $\quad E_{P_C} = E_{C_C}$ $\quad E_{t_A} = 2 \cdot E_{P_C}$	2p	**4p**
	Obținem: $h_1 = \frac{E_{t_A}}{2 \cdot m \cdot g} s$	1p	
	Rezultă: $h_1 = 25$ m	1p	
TOTAL pentru Subiectul al III-lea			**15p**

B. TERMODINAMICĂ

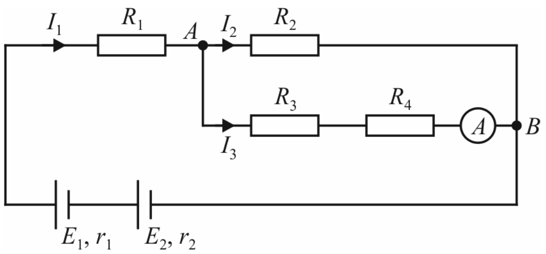
Subiectul I		Punctaj
1.	**d** $c = \dfrac{Q}{m \cdot \Delta T} \Rightarrow \langle c \rangle_{SI} = \dfrac{J}{kg \cdot K} = \mathrm{J \cdot kg^{-1} \cdot K^{-1}}$	**3**
2.	**c** $p \cdot V = \dfrac{m}{\mu} \cdot R \cdot Ts \quad p = \dfrac{\rho \cdot R \cdot T}{\mu} \qquad \rho = \dfrac{p \cdot \mu}{R \cdot T} = 8\dfrac{\mathrm{kg}}{\mathrm{m^3}}$	**3**
3.	**b** $V \square T$ pentru $p = ct$	**3**
4.	**c** $Q_v = \nu \cdot C_v \cdot \Delta T = \dfrac{3}{2} \cdot \nu \cdot R \cdot (T_2 - T_1) = \dfrac{3}{2} \cdot (p_2 \cdot v_2 - p_1 \cdot v_1) = 1{,}5 p_1 \cdot v_1$	**3**
5.	**b**	**3**
TOTAL pentru Subiectul I		**15p**

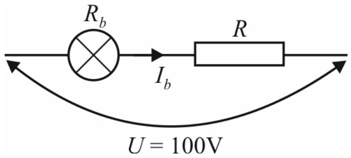
Subiectul al II-lea		Parţial	Punctaj
a.	Pentru o moleculă de oxigen: $N = 1 \quad \dfrac{m_0}{\mu} = \dfrac{N}{N_A}$	2p	**4p**
	Rezultă: $m_0 = \dfrac{\mu}{N_A}$	1p	
	Obținem: $m_0 = 5{,}33 \cdot 10^{-26}\,\mathrm{kg}$	1p	
b.	Pentru starea inițială putem scrie: $p_1 \cdot V_1 = \nu \cdot R \cdot T_1$ rezultă: $T_1 = \dfrac{p_1 \cdot V_1}{\nu \cdot R}$	2p	3p
	Obținem: $T_1 = 200\ \mathrm{K}$	1p	
c.	Temperatura în starea 2 va fi: $p_2 \cdot V_2 = \nu \cdot R \cdot T_2 \qquad p_2 = 2 \cdot p_1 \Rightarrow T_2 = 2 \cdot T_1$	1p	**4p**
	Densitățile corespunzătoare stărilor 2 şi 3 sunt: $\rho_2 = \dfrac{p_2 \cdot \mu}{R \cdot T_2} \quad \rho_3 = \dfrac{p_3 \cdot \mu}{R \cdot T_3}$	1p	
	Raportul densităților va fi : $\dfrac{\rho_2}{\rho_3} = \dfrac{T_2}{T_1} = \dfrac{2 \cdot T_1}{T_1}$	1p	
	Rezultă: $\dfrac{\rho_2}{\rho_3} = 2$	1p	
d.	Pentru starea finală putem scrie: $p_3 \cdot V_3 = \dfrac{N}{N_A} \cdot R \cdot T_3$	1p	**4p**
	Obținem: $2 \cdot p_1 V = \dfrac{N}{N_A} \cdot R \cdot 4 \cdot T_1$	1p	
	În final, obținem: $n = \dfrac{2 \cdot p_1 \cdot N_A}{4 \cdot R \cdot T_1}$	1p	
	Rezultă: $n = 0{,}36 \cdot 10^{26}\,\dfrac{\mathrm{mol}}{\mathrm{m^3}}$	1p	
TOTAL pentru Subiectul al II-lea			**15p**

Subiectul al III-lea		Parţial	Punctaj
a.	Pentru procesul izoterm 2→3: $p_3 \cdot V_3 = p_2 \cdot V_2$	1p	4p
	Rezultă: $V_3 = 2 \cdot V_1 = \dfrac{2 \cdot \nu \cdot R \cdot T}{p_1}$	2p	
	Obținem: $V_3 \approx 50 \cdot 10^{-3}\,\text{m}^3$	1p	
b.	Lucrul mecanic total efectuat de sistem asupra mediului exterior este: $L_t = L_{12} + L_{23}$ $L_{12} = 0$ $L_{23} = \nu \cdot R \cdot T_2 \cdot \ln\dfrac{V_3}{V_2}$	2p	4p
	Obținem: $L_{23} = 2 \cdot \nu \cdot R \cdot T_1 \cdot \ln 2$	1p	
	Rezultă: $L_t = 6980{,}4$ J	1p	
c.	Căldura schimbată de sistem în procesul 1→2 $Q_{12} = \nu \cdot C_v \cdot (T_2 - T_1) = 3 \cdot \nu \cdot R \cdot T_1$	2p	3p
	Rezultă: $Q_{12} = 14958$ J	1p	
d.	Pentru starea 2, energia internă corespunzătoare este: $U_2 = \dfrac{3}{2} \cdot \nu \cdot R \cdot T_2$	1p	4p
	Din procesul izocor 1→2 obținem : $T_2 = 2T_1$ $U_2 = 3 \cdot \nu \cdot R \cdot T_1$	2p	
	Rezultă: $U_2 = 14958$ J	1p	
TOTAL pentru Subiectul al III-lea			**15p**

C. PRODUCEREA ȘI UTILIZAREA CURENTULUI CONTINUU

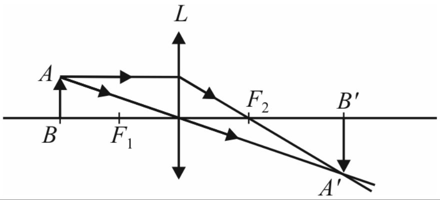
Subiectul I		Punctaj
1.	**d** $W = R \cdot I^2 \cdot \Delta t \quad \langle R \rangle_{SI} = \mathrm{J} \cdot \mathrm{A}^{-2} \cdot \mathrm{s}^{-1}$	**3**
2.	**c.** $R = \dfrac{U}{I} = \dfrac{U}{\frac{Q}{\Delta t}} = \dfrac{U \cdot \Delta t}{Q} = 100\ \Omega$	**3**
3.	**b** $R_e = \dfrac{2 \cdot R \cdot R}{3 \cdot R} = \dfrac{2 \cdot R}{3} \quad I = \dfrac{E}{R_e + r} = \dfrac{3 \cdot E}{2 \cdot R + 3 \cdot r}$	**3**
4.	**d**	**3**
5.	**c.** $W = R \cdot I^2 \cdot \Delta t \quad I = \sqrt{\dfrac{W}{R \cdot \Delta t}} = \dfrac{1}{20} \quad I = 50\ \mathrm{mA}$	**3**
TOTAL pentru Subiectul I		**15p**

Subiectul al II-lea		Parțial	Punctaj
a.	Rezistența internă a grupării celor două surse o determinăm din relația: $r_S = r_1 + r_2 \quad r_S = 3\ \Omega$ Tensiunea electromotoare echivalentă a grupării celor două surse este: $E_e = 2 \cdot E = 40V$	1p	**4p**
	Pentru întreg circuitul $R_e = R + \dfrac{2R}{3} = 5R/3$	1p	
	Rezultă: $U_1 = I_1 \cdot R_1$ unde $I_1 = \dfrac{E_e}{R_e + r_e} = 5\mathrm{A}$	1p	
	Obținem: $U_1 = 15$ V	1p	
b.	 Scriem legile lui Kirchhoff $RI_2 = 2R \cdot I_3 \quad I_1 = I_2 + I_3$	2p	**4p**
	Obținem: $I_1 = 3 \cdot I_3$	1p	
	Rezultă: $I_3 = 1{,}66$ A	1p	
c.	Din expresia rezistenței obținem: $R_1 = \dfrac{\rho \cdot l_1}{S} \quad S = \dfrac{\pi \cdot d^2}{4} \quad l_1 = \dfrac{R_1 \cdot S}{\rho} = \dfrac{R_1 \cdot \pi \cdot d^2}{4 \cdot \rho}$	2p	**3p**
	Rezultă: $l_1 = 15$ m	1p	
d.	Dacă între punctele *A* şi *B* se leagă un fir de rezistență neglijabilă $R_e = R_1 \Rightarrow R_e\ scade \Rightarrow I\ creste$	2p	**4p**
	Justificare: $I = \dfrac{2 \cdot E}{R_1 + r_{te}} = 6{,}66\mathrm{A} \Rightarrow I\ creste$	2p	
TOTAL pentru Subiectul al II-lea			**15p**

Subiectul al III-lea		Parţial	Punctaj
a.	În condiții normale de funcționare: $P = R_b \cdot I_b^2$	2p	4p
	Rezultă: $R_b = \frac{P}{I_b^2}$	1p	
	Obținem: $R_b = 15\ \Omega$	1p	
b.	 Din desen $U = U_b + U_R$	1p	4p
	Rezultă: $U_R = U - \frac{P_b}{I_b}$	1p	
	$U_R = R \cdot I$ $R = \frac{U_R}{I_b}$	1p	
	Obținem: $R = 35\Omega$	1p	
c.	$W_b = U_b \cdot I_b \cdot \Delta t$	1p	4p
	Deci: $U_b \cdot I_b = P_b$ $W_b = P_b \cdot \Delta t$	2p	
	Rezultă: $W_b = 108\ \text{kJ}$	1p	
d.	$P_R = R \cdot I_b^2$	2p	3p
	Rezultă: $P_R = 140\ \text{W}$	1p	
TOTAL pentru Subiectul al III-lea			**15p**

D.OPTICĂ

Subiectul I		**Punctaj**
1.	**c** $E = mc^2 \Rightarrow mc = \dfrac{h\nu}{c} \Rightarrow p = \dfrac{hc}{\lambda}$	**3**
2.	**d**	**3**
3.	**c** $\dfrac{\sin i}{\sin r} = \dfrac{n_2}{n_1} \Rightarrow n_2 = n_1 \dfrac{\sin i}{\sin r} = n_1 \cdot \dfrac{\frac{\sqrt{3}}{2}}{\frac{1}{2}} = \sqrt{3} n_1$	**3**
4.	**c** $C = \dfrac{1}{f} \Rightarrow f = \dfrac{1}{C} = \dfrac{1}{5} = 0{,}2\text{ m} = 20\text{ cm}$	**3**
5.	**b**	**3**
TOTAL pentru Subiectul I		**15p**

Subiectul al II-lea		**Parţial**	**Punctaj**
a.	Convergența lentilei este: $C = \dfrac{1}{f} = \dfrac{1}{25 \cdot 10^{-2} m}$	2p	**3p**
	Rezultă: $C = 4\delta$	1p	
b.	Din prima formulă fundamentală a lentilelor: $\dfrac{1}{x_2} - \dfrac{1}{x_1} = \dfrac{1}{f} \Rightarrow \dfrac{1}{x_2} = \dfrac{1}{f} + \dfrac{1}{x_1} \Rightarrow x_2 = \dfrac{fx_1}{f + x_1}$ $y_1 = y_2 \Rightarrow \beta = -1 \Rightarrow x_1 = -x_2$	2p	**4p**
	obținem: $x_2 = \dfrac{-fx_2}{f - x_2} \Rightarrow x_2 = 2f$	1p	
	Rezultă: $x_2 = 50$ cm	1p	
c.	Desen corect şi complet. 	4p	**4p**
d.	Convergența sistemului de lentile: $C = C_1 + C_2$	1p	**4p**
	Rezultă: $C = \dfrac{1}{f_1} + \dfrac{1}{f_2} = \dfrac{100}{25} - \dfrac{100}{20}$	2p	
	Obținem: $C = -1$ dioptrie	1p	
TOTAL pentru Subiectul al II-lea			**15p**

Subiectul al III-lea		**Parţial**	**Punctaj**
a.	Energia fotonului incident este: $\varepsilon = h\nu = h\dfrac{c}{\lambda}$	2p	**4p**
	Rezultă: $\varepsilon = \dfrac{6{,}6 \cdot 10^{-25} \cdot 3 \cdot 10^{8}}{450 \cdot 10^{-9}} = \dfrac{19{,}9}{4} \cdot 10^{-19}$	1p	
	Obținem: $\varepsilon \cong 5 \cdot 10^{-19}$ J	1p	

b.	Lucrul mecanic de extracție: $L_0 = h\nu_0 = \dfrac{hc}{\lambda_0}$	2p	3p
	Rezultă: $L_0 = 4,4 \cdot 10^{-19}\,\text{J}$	1p	
c.	$eU = \varepsilon - L_0$	1p	4p
	Tensiunea de stopare va fi : $U = \dfrac{\varepsilon - L_0}{e}$	1p	
	Obținem: $U = \dfrac{(4,9 - 4,4) \cdot 10^{-19}}{1,6 \cdot 10^{-19}}$	1P	
	Rezultă: $U = 0,31\ \text{V}$	1p	
d.	Energia cinetică a fotoelectronilor emişi de către catodul celulei fotoelectrice este: $E_c = eU = \dfrac{m\nu^2}{2}$	1p	4p
	Rezultă: $\nu = \sqrt{\dfrac{2eU}{m}} = \sqrt{\dfrac{2(\varepsilon - L_0)}{m}}$	2p	
	Obținem: $v = 0,33\ .\ 10^6\,\text{m/s}$	1p	
TOTAL pentru Subiectul al III-lea			**15p**

TESTUL 12

A. MECANICĂ

Subiectul I		**Punctaj**
1.	**b.**	**3**
2.	**c.**	**3**
3.	**b.**	**3**
4.	**a.**	**3**
5.	**a.**	**3**
TOTAL pentru Subiectul I		**15p**

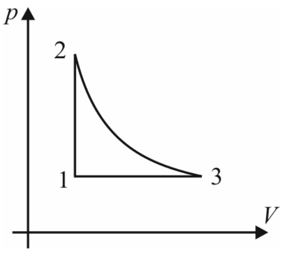
Subiectul al II-lea		**Parţial**	**Punctaj**
a.	Pentru punctul de pe fir în care acționează forța: $F_1 - T = 0$	2p	**3p**
	Rezultă: $T = F_1 = 10\ \text{N}$	1p	
b.	Considerând rezultatul de mai sus, se poate scrie: $F_1 - \mu mg = ma.$	2p	**4p**
	$a = \frac{F_1}{m} - \mu g = 3\frac{\text{m}}{\text{s}^2}.$	2p	
c.	Pentru un sistem de axe, cu axa Ox orizontală, se poate scrie: $F_2\cos\alpha - F_f = 0$; $N_2 + F_2\sin\alpha - mg = 0$; $F_f = \mu N_2$	2p	**4p**
	Rezultă: $F = \frac{\mu mg}{\cos\alpha + \mu\sin\alpha} = 3{,}3\ \text{N}$	2p	
d.	Pentru ansamblul celor două corpuri aflate în mişcare uniformă scriem: $F - \mu\left(m + \Delta m\right)g = 0$	2p	**4p**
	Rezultă: $\Delta m = \frac{F}{\mu g} = 3\ \text{kg}.$	2p	
TOTAL pentru Subiectul al II-lea			**15p**

Subiectul al III-lea		**Parţial**	**Punctaj**
a.	Energia se conservă: $Mgh = \frac{Mv^2}{2}$	2p	**4p**
	Rezultă: $v = \sqrt{2gh} = 10\ \text{m/s}$	2p	
b.	$p = Mv = 50\,\text{Ns}$	3P	**3P**
c.	Se aplică teorema de variație a energiei cinetice: $\Delta E_c = L; 0 - \frac{mv^2}{2} = \mu mgd\cos 180°$	2p	**4p**
	Rezultă: $d = \frac{h}{\mu} = 25\ \text{m}$	2p	
d.	Utilizând teorema de variație a energiei cinetice se scrie: $\frac{m}{2}\left(\frac{v}{2}\right)^2 - \frac{mv^2}{2} = \mu mg(d - x)\cos 180°$	2p	**4p**
	Rezultă: $x = \frac{h}{4\mu} = 6{,}25\ \text{m}.$	2p	
TOTAL pentru Subiectul al III-lea			**15p**

B. TERMODINAMICĂ

Subiectul I		Punctaj
1.	c.	3
2.	c.	3
3.	a.	3
4.	d.	3
5.	b.	3
TOTAL pentru Subiectul I		15p

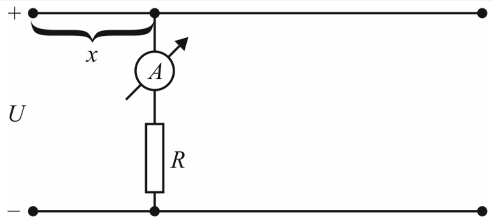
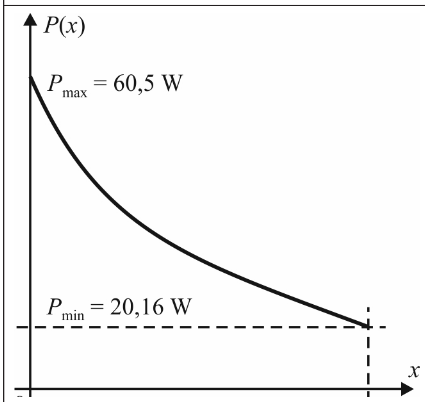
Subiectul al II-lea		Parţial	Punctaj
	Din ecuația de stare: $pV = \frac{m}{\mu} RT$	1p	3p
	rezultă: $m = \frac{\mu p V}{RT} = 0{,}128$ kg	2p	
b.	Din: $pV = \nu RT$	2p	3p
	rezultă: $\nu = \frac{pV}{RT} =$ 4 moli	1p	
c.	Se schimbă energia internă şi presiunea $U_1 = \nu C_V T_1$ $U_2 = \nu C_V T_2$ $U_2 = U_1 - fU_1$	2p	5p
	$f = \frac{U_1 - U_2}{U_1} = 1 - \frac{T_2}{T_1} = 1 - \frac{287}{300} = 0{,}04(3) = 4{,}(3)\%$ scade cu f	1p	
	$p_1 V = \nu RT_1$ $p_1 V = \nu RT_1$ $p_2 = p_1 - kp_1 = p_1(1-k)$.	1p	
	$k = \frac{p_1 - p_2}{p_1} = 1 - \frac{p_2}{p_1} = 1 - \frac{\frac{\nu RT_2}{V}}{\frac{\nu RT_1}{V}} = 1 - \frac{T_2}{T_1} = 4{,}(3)\%$ scade cu k	1p	
d.	În butelie rămâne oxigen la presiunea atmosferei de afară, într-o primă instanță	2p	4p
	$p_0 V = \frac{m_1}{\mu} RT$. $m_1 = \frac{\mu p_0 V}{RT} = 13{,}4$ g	2p	
TOTAL pentru Subiectul al II-lea			15p

Subiectul al III-lea		Parţial	Punctaj
a.	Procesul 1 → 2 este izocor $\frac{p_2}{p_1}=\frac{T_2}{T_1}; T_2=T_1\frac{p_2}{p_1}=300\text{K}\frac{8\text{atm}}{2\text{atm}}=1200K;\ t_2=1200-273=927\ °\text{C}$	1p	**4p**
	Procesul 2→3 este izoterm, deci $t_3=t_2=927\,°\text{C}$	1p	
	Graficul 	2p	
b.	$p_1V_1=\nu RT_1;$	1p	**3p**
	$\nu=\frac{p_1V_1}{RT_1}$	1P	
	$\nu\cong 0{,}12$ moli	1p	
c.	$L_{23}=\nu RT_2\ln\frac{V_3}{V_2}$	1p	**4p**
	Pentru starea 2: $\nu RT_2=p_2V_1$	1P	
	Pentru procesul 2→3: $p_2V_2=p_3V_3; p_3=p_1;\ p_2V_2=p_1V_3; \frac{V_3}{V_2}=\frac{p_2}{p_1}$	1p	
	$L_{23}=p_2\,\text{V}_1\ln\frac{p_2}{p_1}=1108{,}8\ \text{J}$	1P	
d.	$\eta=\frac{L}{Q_{abs}}=\frac{Q_{abs}-\lvert Q_{ced}\rvert}{Q_{abs}}=1-\frac{\lvert Q_{ced}\rvert}{Q_{abs}}$	1p	**4p**
	$Q_{abs}=Q_{12}+Q_{23}=\nu C_V(T_2-T_1)+\nu RT_2\ln\frac{p_2}{p_1}$	1p	
	$\lvert Q_{ced}=\nu C_p(T_3-T_1); T_3=T_2\rvert$	1P	
	$\eta\cong 0{,}25=25\%$	1p	
TOTAL pentru Subiectul al III-lea			**15p**

C. PRODUCEREA ȘI UTILIZAREA CURENTULUI CONTINUU

Subiectul I		**Punctaj**
1.	**b.**	**3**
2.	**a.** Pentru cele trei situații, curenții au intensitățile: $I_1 = \dfrac{E}{R+r};\ I_2 = \dfrac{2E}{R+2r};\ I_3 = \dfrac{3E}{R+3r}$. Rezolvând, se obțin pentru rezistențe valorile: $r = \dfrac{2E}{I_2} - \dfrac{E}{I_1},\quad R = \dfrac{2E}{I_1} - \dfrac{2E}{I_2}$, iar pentru intensitatea curentului cerut: $I_3 = \dfrac{3E}{R+3r} = \dfrac{3I_1I_2}{4I_1 - I_2} = 2,727\,\text{A}$	**3**
3.	**d.**	**3**
4.	**d.** Pentru circuitul cu linia de alimentare randamentul este: $\eta_1 = \dfrac{R}{R+R_l+r}$ (unde R_l este rezistența liniei, r este rezis- tența internă a sursei), iar cu fire de alimentare scurte (cu rezistența de linie neglijabilă) randamentul este: $\eta_2 = \dfrac{R}{R+r}$. Rezolvând rezultă: $R_l = \dfrac{R}{\eta_1} - \dfrac{R}{\eta_1} = 4\ \Omega$.	**3**
5.	**c.** Pentru o rezistență externă oarecare impunem condiția din problemă: $\dfrac{RE^2}{(R+r)^2} = \dfrac{8}{9}P_m = \dfrac{8}{9}\cdot\dfrac{E^2}{4r}$. Din această relație rezultă expresia rezistenței R în funcție de rezistența internă a sursei: $R = \dfrac{5r \pm 3r}{4} = \begin{cases} 2r \\ \dfrac{r}{2} \end{cases}$. Se vede că aceeași putere se obține și pentru rezistența externă pentru $R = 2r$ dar și pentru $R = \dfrac{r}{2}$.	**3**
TOTAL pentru Subiectul I		**15p**

Subiectul al II-lea		**Parţial**	**Punctaj**
a.	$I_1 = \dfrac{E}{r + R_1 + \dfrac{R_2R_3}{R_2+R}} = 1\ \text{A}$	1p	**4p**
	$U_{BA} = I_1\dfrac{R_2R_3}{R_2+R} = 2\ \text{V}$	1p	
	$I_2 = \dfrac{U_{BA}}{R_2} = \dfrac{2}{3}\text{A}$	1p	
	$I_3 = \dfrac{U_{BA}}{R_3} = \dfrac{1}{3}\text{A}$	1p	
b.	$I_2 = \dfrac{q_2}{\Delta t};\ q_2 = I_2\cdot\Delta t$	2p	**4p**
	$q_2 = \dfrac{2}{3}\text{A}\cdot 30\ \text{s} = 20\ \text{C}$	2p	
c.	Între A și B se creează un scurtcircuit, echivalent cu scoaterea celor două rezistențe din montajul inițial.	1p	**3p**
	Noul curent prin sursă va fi: $I_{sc} = \dfrac{E}{R_1+r}$	1p	
	Numeric: $I_{sc} = \dfrac{4}{3} = 1,(3)\ \text{A}$	1p	
d.	$I = \dfrac{E}{R_p + r}$	1p	**4p**
	$\dfrac{1}{R_p} = \dfrac{1}{R_1} + \dfrac{1}{R_2} + \dfrac{1}{R_3} \Rightarrow R_p = 1,42\Omega$	1p	
	$U = IR_p$	1p	
	$U \cong 4,7\ \text{V}$	1p	
TOTAL pentru Subiectul al II-lea			**15p**

Subiectul al III-lea		Parțial	Punctaj
a.	În cele două cazuri intensitatea curentului electric se scrie: $I\dfrac{U}{R_L+R}=\dfrac{U}{\frac{R_L}{2}+2R}$.	2p	4p
	De aici rezultă: $R_L=2R$, iar pentru un singur fir conductor: $R_1=R=200\ \Omega$	1p	
	Randamentul este: $\eta=\dfrac{RI^2}{(R+R_L)I^2}=\dfrac{1}{2}=0{,}5=50\%$	1p	
b.	Energia consumată este: $W=I^2Rt=\dfrac{U^2t}{3R}=290400\,\mathrm{J}$ Deoarece $1\ \mathrm{kWh}=36\cdot10^5\ \mathrm{J}$	2p	4p
	energia se poate scrie sub forma: $W=\dfrac{290400}{36\cdot10^5}\cong0{,}03\ \mathrm{kWh}$	1p	
	Costul este: $C=0{,}03\ \mathrm{kWh}\cdot2{,}5\dfrac{\mathrm{lei}}{\mathrm{kWh}}=0{,}075\ \mathrm{lei}=7{,}5\ \mathrm{bani!}$	1p	
c.	 Rezistența electrică a unei porțiuni de linie de lungime x este: $r_x=\rho\dfrac{x}{S}$ iar a unei linii simple întregi este: $R=\rho\dfrac{l}{S}$. Din cele două relații se obține: $r_x=\dfrac{Rx}{l}$. Intensitatea curentului prin dispozitiv este: $I=\dfrac{U}{R(1+\frac{2x}{l})}$	1p	4p
	Puterea debitată de dispozitiv va fi: $P=\dfrac{U^2}{R(1+\frac{2x}{l})}$	1p	
	Pentru limitele extreme ale liniei avem: - La capătul unde se află sursa: $x=0;\ P_{max}=\dfrac{U^2}{R}=60{,}5W$ - La capătul opus: $x=l;\ P_{min}=\dfrac{U^2}{3R}\cong20{,}16W$	1p	
	 Graficul este un segment de hiperbolă	1p	
d.	Rezistența electrică a unui bec este: $r=u/i\rightarrow r=2/0{,}025=80\ \Omega$ La conectarea a n becuri în serie, intensitatea curentului prin fiecare este: $i=U/nr\rightarrow n=U/ri=U/u=55$	2p	3p
	Puterea consumată de becuri este: $P=nri^2=55\cdot80\cdot625\cdot10^{-6}=2{,}75\mathrm{W}$	1p	
TOTAL pentru Subiectul al III-lea			**15p**

D.OPTICĂ

Subiectul I		Punctaj
1.	c	3
2.	d	3
3.	c	3
4.	d	3
5.	c	3
TOTAL pentru Subiectul I		15p

Subiectul al II-lea		Parţial	Punctaj
a.	Lama cu fețe plane şi paralele constituie un ansamblu de doi dioptri plani, pentru care este valabilă relația: $\frac{n_2}{x_2}=\frac{n_1}{x_1}$. Dacă $-x_1$ este coordonata unui obiect față de primul dioptru, aplicând succesiv relația se obține coordonata x_2 a imaginii obiectului față de al doilea dioptru, în condițiile problemei: $x_2 = x_1 - \frac{e}{n}$.	2p	3p
	Considerăm indicele de refracție al sticlei n = 1,5. Distanța cu care se apropie imaginea de observator este $\delta = e\frac{n-1}{n} = 12{,}5$ cm.	1p	
b.	Folosim prima formulă fundamentală a lentilelor: $\frac{1}{x_2}-\frac{1}{x_1}=\frac{1}{f}$	2p	4p
	obținem: $x_2 = \frac{x_1 \cdot f}{x_1 + f}$. Aici avem $-x_1$ = 87,5 cm.	1p	
	Rezultă: $x_2 = 25{,}92$ cm $\cong 0{,}26$ m	1p	
c.	Mărirea liniară transversală este: $\beta = \frac{x_2}{x_1} = \frac{y_2}{y_1}$	1p	5p
	Rezultă: $y_2 = y_1\frac{x_2}{x_1}$	1p	
	Rezultă: $y_2 = y_1\frac{f}{x_1 + f}$	1p	
	Rezultă: $y_2 = -1{,}77$ cm.	1p	
	Imagine răsturnată	1p	
d.	Din relația care arată cu cât se apropie imaginea de observator se vede că nu intervine coordonata obiectului	1,5p	3p
	Poziția imaginii în lentilă nu se modifică.	1,5p	
TOTAL pentru Subiectul al II-lea			15p

Subiectul al III-lea		Parţial	Punctaj
a.	Coordonatele pentru maxime de interferență sunt: $x_{k,\max} = \frac{kD\lambda}{2l}$	2p	3p
	Rezultă: $x_{5,\max} \cong 6{,}88$ mm.	1p	
b.	Coordonatele pentru minime de interferență sunt: $x_{k,\min} = \frac{(2k+1)D\lambda}{4l}$	2p	4p
	Rezultă: $x_{3,\min} \cong 4{,}81$ mm.	2p	

c.	Interfranja se calculează ca diferență a coordonatelor a două franje succesive de același tip, maxime sau minime: $i = x_{k+1} - x_k$	1p	**4p**
	Se obține: $i = \dfrac{D\lambda}{2l}$	2p	
	Rezultă: $i = 1{,}375\ \text{mm}$	1p	
d.	Variația relativă a grosimii interfrajei este: $\varepsilon = \dfrac{\Delta i}{i} = \dfrac{i' - i}{i}$	1p	**4p**
	Rezultă: $\varepsilon = \dfrac{D - \delta D}{D} - 1$	1p	
	Rezultă: $\varepsilon = -\dfrac{\delta D}{D}$	1p	
	Se obține: $\varepsilon = -40\%$	1p	
TOTAL pentru Subiectul al III-lea			**15p**

TESTE DE NIVEL MEDIU

TESTUL 1

A. MECANICĂ

Subiectul I		Punctaj
1.	d	3
2.	c	3
3.	b	3
4.	c	3
5.	a	3
TOTAL pentru Subiectul I		15p

Subiectul al II-lea		Parţial	Punctaj
a.	Deoarece: $N = G_n$,	1p	3
	unde: $G_n = m \cdot g \cdot \cos\alpha$,	1p	
	rezultă: $N = 8{,}65$ N.	1p	
b.	Accelerația cutiei o exprimăm din relația: $a = \frac{v - v_0}{t - t_0}$	2p	4
	La momentul $t_0 = 0$, cutia are viteza $v_0 = 0$, iar la momentul t, cutia are viteza $v = 2t$.	1p	
	Rezultă: $a = 2$ m/s^2	1p	
c.	Pe direcția mișcării cutiei avem: $G_t - F_f = m \cdot a$,	1p	4
	unde: $G_t = m \cdot g \cdot \sin\alpha$.	1p	
	Deci: $F_f = m \cdot (g \cdot \sin\alpha - a)$.	1p	
	Rezultă: $F_f = 3$N.	1p	
d.	La urcarea uniformă a cutiei pe planul înclinat, pe direcția mişcării cutiei avem: $F - F_f - G_t = 0$.	2p	4
	Deci: $F = m \cdot g \cdot \sin\alpha + F_f$.	1p	
	Rezultă: $F = 8$ N.	1p	
TOTAL pentru Subiectul al II-lea			15p

Subiectul al III-lea		Parţial	Punctaj
a.	Puterea sistemului autoturism–remorcă este maximă dacă $a = 0$ şi viteza lui este v_{max}, deci: $p_{max} = F_r \cdot v_{max}$	2p	5
	unde: $F_r = f \cdot m \cdot g$	1p	
	Impulsul maxim al sistemului autoturism–remorcă este: $p_{\max} = m \cdot v_{\max} = \frac{P}{f \cdot g}$	1p	
	Rezultă: $p_{max} = 55200$ kg · m/s	1p	
b.	Energia cinetică maximă a sistemului autoturism–remorcă este: $E_{c\max} = \frac{m \cdot v_{\max}^2}{2} = \frac{p_{\max}^2}{2m}$	2p	3p
	Rezultă: $E_{c\,max} = 1\,015\,680$ J	1p	
c.	Aplicăm teorema de variație a energiei cinetice: $E_{cf} - E_{ci} = L_{F_r}$,	1p	3p
	unde: $E_{cf} = 0$, $E_{ci} = E_{c\,max}$	1p	
	Rezultă: $L_{F_r} = -1015680$ J	1p	
d.	Deoarece: $L_{F_r} = -F_r \cdot d$,	2p	4
	obținem: $d = -\frac{L_{F_r}}{F_r}$	1p	
	Rezultă: $d = 677{,}12$ m	1p	
TOTAL pentru Subiectul al III-lea			15p

B. TERMODINAMICĂ

Subiectul I		Punctaj
1.	**a**	**3**
2.	**c**	**3**
3.	**b**	**3**
4.	**d**	**3**
5.	**a**	**3**
TOTAL pentru Subiectul I		**15p**

Subiectul al II-lea		Parţial	Punctaj
a.	Din ecuația termică de stare: $p_0 \cdot V = \nu \cdot R \cdot T_0$,	1p	**4**
	unde: $V = L \cdot S$,	1p	
	obținem: $\nu = \dfrac{p_0 \cdot L \cdot S}{R \cdot T_0}$	1p	
	Rezultă: $\nu \cong 2 \cdot 10^{-2}$ moli	1p	
b.	Deoarece $\nu_1 = \nu_2$, obținem: $\dfrac{m_1}{\mu_1} = \dfrac{m_2}{\mu_2}$	1p	**4**
	Dar: $\nu = \nu_1 + \nu_2$, sau: $\dfrac{m_1 + m_2}{\mu} = \dfrac{m_1}{\mu_1} + \dfrac{m_2}{\mu_2}$	1p	
	Deci: $\mu = \dfrac{\mu_1 + \mu_2}{2}$	1p	
	Rezultă: $\mu = 36$ g/mol	1p	
c.	Densitatea amestecului este: $\rho = \dfrac{m}{V} = \dfrac{m}{\dfrac{m}{\mu} \cdot \dfrac{R \cdot T_0}{p_0}}$	1p	**3p**
	Deci: $\rho = \dfrac{p_0 \cdot \mu}{R \cdot T_0}$	1p	
	Rezultă: $\rho \cong 1{,}59$ kg/m^3	1p	
d.	**În acest caz:** $p \cdot V = \nu \cdot R \cdot T_{max}$	2p	**4**
	Deci: $T_{max} = \dfrac{p \cdot T_0}{p_0}$	1p	
	Rezultă: $T_{max} = 1365$ K	1p	
TOTAL pentru Subiectul al II-lea			**15p**

Subiectul al III-lea		**Parţial**	**Punctaj**
a.	Pentru starea de echilibru termodinamic 1: $p_1 = 2 \cdot 10^5$ Pa $V_1 = 4$ dm^3 $T_1 = \frac{p_1 \cdot V_1}{\nu \cdot R} \cong 96,27$ K	1p	**4**
	Pentru starea de echilibru termodinamic 2: $p_2 = 4 \cdot 10^5$ Pa $V_2 = 4$ dm^3 $T_2 = \frac{p_2 \cdot V_2}{\nu \cdot R} \cong 192,54$ K	1p	
	Pentru starea de echilibru termodinamic 3: $p_3 = 4 \cdot 10^5$ Pa $V_3 = 8$ dm^3 $T_3 = \frac{p_3 \cdot V_3}{\nu \cdot R} \cong 385,08$ K	1p	
	Pentru starea de echilibru termodinamic 4: $p_4 = 2 \cdot 10^5$ Pa $V_4 = 8$ dm^3 $T_4 = \frac{p_4 \cdot V_4}{\nu \cdot R} \cong 192,54$ K	1p	
b.	Căldura cedată de gaz mediului exterior în decursul unui ciclu este: $Q_{cedat} = Q_{34} + Q_{41}$,	1p	**4**
	unde: $Q_{34} = \nu \cdot C_V \cdot (T_4 - T_3) = \frac{5}{2} \nu \cdot R \cdot (T_4 - T_3)$	1p	
	şi: $Q_{41} = \nu \cdot C_P \cdot (T_1 - T_4) = \nu \cdot (C_V + R) \cdot (T_1 - T_4) = \frac{7}{2} \nu \cdot R \cdot (T_1 - T_4)$	1p	
	Rezultă: $Q_{cedat} = -6800$ J	1p	
c.	Lucrul mecanic schimbat de gaz cu mediul exterior în decursul unui ciclu este: $L_{12341} = (p_2 - p_1) \cdot (V_3 - V_2)$	2p	**3p**
	Rezultă: $L_{12341} = 800$ J	1p	
d.	Randamentul ciclului termodinamic este: $\eta = \frac{L_{12341}}{Q_{primit}}$	1p	**4**
	unde: $L_{12341} = Q_{primit} - \lvert Q_{cedat} \rvert$	1p	
	Deci: $\eta = \frac{L_{12341}}{L_{12341} + \lvert Q_{cedat} \rvert}$	1p	
	Rezultă: $\eta \cong 10,53$ %	1p	
TOTAL pentru Subiectul al III-lea			**15p**

C. PRODUCEREA ȘI UTILIZAREA CURENTULUI CONTINUU

Subiectul I		**Punctaj**
1.	**b**	**3**
2.	**a**	**3**
3.	**d**	**3**
4.	**c**	**3**
5.	**a**	**3**
TOTAL pentru Subiectul I		**15p**

Subiectul al II-lea		**Parţial**	**Punctaj**
a.	Rezistența internă a grupării celor două surse o determinăm din relația: $\frac{1}{r_P}=\frac{1}{r_1}+\frac{1}{r_2}$	1p	**3p**
	Obținem: $r_P=\frac{r_1\cdot r_2}{r_1+r_2}$	1p	
	Rezultă: $r_P=0{,}5\ \Omega$	1p	
b.	Tensiunea electromotoare echivalentă a grupării celor două surse este: $E_P=\frac{E_1\cdot r_2+E_2\cdot r_1}{r_1+r_2}$	1p	**4**
	Intensitatea curentului prin rezistorul R_1 când întrerupătorul *k* se află în poziția deschis este: $I=\frac{E_P}{R_S+r_P}$	1p	
	Unde: $R_S=R_1+R_2$	1p	
	Rezultă: $I=0{,}5$ A	1p	
c.	Intensitatea curentului prin rezistorul R_1, când întrerupătorul *k* se află în poziția **ÎNCHIS**, este: $I'=\frac{E_P}{R_2+r_P}$	3p	**4**
	Rezultă: $I'\cong 0{,}64$ A	1p	
d.	Aplicăm legea a doua a lui Kirchhoff: $E_2=I_2\cdot r_2+I'\cdot R_2$	2p	**4**
	Deci: $I_2=\frac{E_2-I'\cdot R_2}{r_2}$	1p	
	Rezultă: $I_2\cong 2{,}6$ A	1p	
TOTAL pentru Subiectul al II-lea			**15p**

Subiectul al III-lea		**Parţial**	**Punctaj**
a.	Tensiunea electromotoare a sursei echivalente cu bateria dată este: $E_S=N\cdot E$	1p	**4**
	Rezultă: $E_S=15\ V$	1p	
	Rezistența internă a sursei echivalente cu bateria dată: $r_S=N\cdot r$	1p	
	Rezultă: $r_S=2{,}5\ \Omega$	1p	

b.	Puterea dezvoltată de rezistorul de rezistență R poate fi scrisă sub forma: $P = R \cdot I^2$,	1p	**4**
	unde: $I = \dfrac{E_S}{R + r_S}$	1p	
	După efectuarea calculelor obținem: $R = \dfrac{E_S^2 - 2P \cdot r_S \pm E\sqrt{E_S^2 - 4P \cdot r_S}}{2P}$	1p	
	Rezultă: $R = 2{,}5\ \Omega$	1p	
c.	Randamentul circuitului electric este: $\eta = \dfrac{R}{R + r_S}$	2p	**3p**
	Rezultă: $\eta = 50\ \%$	1p	
d.	Rezistența echivalentă a grupării de rezistori este: $R_P = \dfrac{R}{2}$	1p	**4**
	În acest caz intensitatea curentului prin circuit este: $I' = \dfrac{E_S}{R_P + r}$	1p	
	Puterea totală furnizată de baterie pentru gruparea paralel a rezistorilor este: $P_{\text{totală}} = E_S \cdot I'$	1p	
	Rezultă: $P_{\text{totală}} = 60\ \text{W}$	1p	
TOTAL pentru Subiectul al III-lea			**15p**

D. OPTICĂ

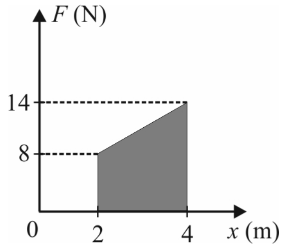
Subiectul I		Punctaj
1.	**b**	**3**
2.	**a**	**3**
3.	**d**	**3**
4.	**c**	**3**
5.	**c**	**3**
TOTAL pentru Subiectul I		**15p**

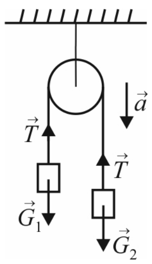
Subiectul al II-lea		Parțial	Punctaj
a.	Din prima formulă fundamentală a lentilelor subțiri: $\frac{1}{x_2}-\frac{1}{x_1}=\frac{1}{f_1}$	2p	**4**
	Obținem: $f_1=\frac{x_1\cdot x_2}{x_1-x_2}$	1p	
	Rezultă: $f_1=8\text{ cm}=0{,}08\text{ m}$	1p	
b.	Convergența primei lentile este: $C_1=\frac{1}{f_1}$	2p	**3p**
	Rezultă: $C_1=12{,}5\text{ m}^{-1}$	1p	
c.	Din prima formulă fundamentală a lentilelor subțiri pentru sistemul de lentile: $\frac{1}{x_2'}-\frac{1}{x_1}=\frac{1}{f}$,	1p	**4**
	cu: $\frac{1}{f_1}+\frac{1}{f_2}=\frac{1}{f}$	1p	
	obținem: $f_2=\frac{f\cdot f_1}{f_1-f}$ sau: $f_2=\frac{x_2\cdot x_2'}{x_2-x_2'}$	1p	
	Rezultă: $f_2\cong-10{,}9\text{ cm}=-0{,}109\text{ m}$	1p	
d.	Pentru sistemul de lentile mărirea transversală este: $\beta=\frac{y_2'}{y_1}=\frac{x_2'}{x_1}$	1p	**4**
	Pentru prima lentilă mărirea transversală este: $\beta_1=\frac{y_2}{y_1}=\frac{x_2}{x_1}$	1p	
	Deci: $\frac{y_2'}{y_2}=\frac{x_2'}{x_2}$	1p	
	Rezultă: $\frac{y_2'}{y_2}=12$	1p	
TOTAL pentru Subiectul al II-lea			**15p**

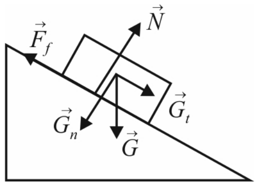
Subiectul al III-lea		Parţial	Punctaj
a.	Deoarece: $x = N \cdot i$	1p	3
	Obținem: $i = \dfrac{x}{N}$	1p	
	Rezultă: $i = 500\ \mu\text{m}$	1p	
b.	Din expresia interfranjei: $i = \dfrac{\lambda \cdot D}{2l}$	2p	4
	Obținem: $\lambda = \dfrac{2l \cdot i}{D}$	1p	
	Rezultă: $\lambda = 500\ \text{nm}$	1p	
c.	Maximul de ordinul al II-lea se află față de franja centrală la distanța: $x_2 = \dfrac{2\lambda \cdot D}{2l}$	1p	4
	Maximul de ordinul al IV-lea se află față de franja centrală la distanța: $x_4 = \dfrac{4\lambda \cdot D}{2l}$	1p	
	Distanța dintre maximul de ordinul al IV-lea și maximul de ordinul al II-lea aflate de aceeași parte a figurii de interferență este: $\Delta x = x_4 - x_2 = \dfrac{2\lambda \cdot D}{2l}$	1p	
	Rezultă: $\Delta x = 1\ \text{mm}$	1p	
d.	**În acest caz, interfranja este dată de relaţia:** $i_1 = \dfrac{\lambda_1 \cdot D}{2l}$,	1p	4
	unde: $\lambda_1 = \dfrac{1}{n} \cdot \dfrac{c}{\nu} = \dfrac{\lambda}{n}$	1p	
	Deci: $n = \dfrac{\lambda \cdot D}{2l \cdot i_1} = \dfrac{i}{i_1}$	1p	
	Rezultă: $n \cong 1{,}33$	1p	
TOTAL pentru Subiectul al III-lea			**15p**

TESTUL 2

A. MECANICĂ

Subiectul I		**Punctaj**
1.	**c.** Spațiul parcurs de corp este $\Delta h = 15$ m $\Delta h = \frac{gt^2}{2} \Rightarrow t = \sqrt{\frac{2\Delta h}{g}} = \sqrt{3}$ s	**3p**
2.	**b.** $\vec{F} = \frac{\Delta \vec{p}}{\Delta t} \Rightarrow \vec{F}\Delta t = \Delta \vec{p}$	**3p**
3.	**c.**  Se ridică graficul $F = F(x)$ și se calculează lucrul mecanic ca arie a suprafeței evidențiate. $L = 22$ J	**3p**
4.	**a.** Din legea spațiului $x = 2t^2 + 6t + 8$ (m), obținem $a = 4$ m/s^2; $F = ma = 4000$ N	**3p**
5.	**a.** $N = 0,\ F_y = G$ $F\sin\alpha = mg \Rightarrow F = \frac{mg}{\sin\alpha} = 60$ N	**3p**
TOTAL pentru Subiectul I		**15p**

Subiectul al II-lea		**Parțial**	**Punctaj**
a.	Ridicarea graficului $a = a\,(\Delta m)$	3p	**3p**
b.	 Studiem mișcarea fiecărui corp separat. Reprezentăm forțele care acționează asupra fiecărui corp și aplicăm principiul al doilea al dinamicii. Considerăm cazul în care $m_2 > m_1$	2p	**3p**
	$G_2 - T = m_2 a$, $T - G_1 = m_1 a$ $\Rightarrow a = \frac{g\Delta m}{m_1 + m_2}$	2p	
c.	Pentru prima pereche de valori $a = 1{,}25$ m/s^2 și $\Delta m = 0{,}1$ kg. Din expresia accelerației deducem masa totală a sistemului $m_1 + m_2 = \frac{g\Delta m}{a} = 0{,}8$ kg	1p	**4p**
	Cu ajutorul ecuațiilor $m_1 + m_2 = 0{,}8$ kg, $m_2 - m_1 = 0{,}1$ kg	2p	
	Rezultă: $m_1 = 0{,}35$ kg, $m_2 = 0{,}45$ kg	1p	
d.	Se calculează viteza sistemului după $h = 1$ m $v = \sqrt{2ah} = \sqrt{2{,}5}$ m/s	2p	**4p**
	$p = (m_1 + m_2)v = 1{,}26$ kg $\cdot$ m/s	2p	
TOTAL pentru Subiectul al II-lea			**15p**

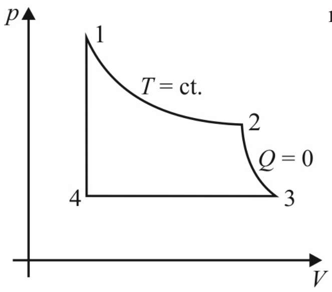
Subiectul al III-lea		**Parţial**	**Punctaj**
a.	 Reprezentăm forțele care acționează asupra corpului și aplicăm principiul al doilea al dinamicii. $G_t - F_f = m \cdot a$	2p	**3p**
	$\Rightarrow a = g(\sin\alpha - 0,3) = 2\ \text{m/s}^2$	1p	
b.	$L_G = mg\Delta h$	1p	**4p**
	$\Delta h = \Delta x \sin\alpha$, unde Δx = spațiul parcurs în secunda a doua $x = \dfrac{at^2}{2}$	1p	
	pentru t_1 = 1 s, $x_1 = 1$ m ; pentru t_2 = 2 s, $x_2 = 4$ m ; $\Delta x = 3\ \text{m} \Rightarrow \Delta h = 1,5$ m	1p	
	$L_G = 45$ J	1p	
c.	Dacă mișcarea corpului pe planul înclinat durează 2 s, lungimea planului este x_2 = 4 m. $\Delta E_{c1} = L_t \Rightarrow \Delta E_{c1} = L_{G_1} + L_{f_1}$	1p	**4p**
	$E_{c1} = mg\dfrac{h}{2} - F_f\dfrac{x_2}{2}$	1p	
	$E_{c1} = \dfrac{mgx_2}{2}(\sin\alpha - 0,3)$	1p	
	$E_{c1} = 12$ J	1p	
d.	$E_c = \dfrac{p^2}{2m} \Rightarrow \dfrac{p_2}{p_1} = \sqrt{\dfrac{E_{c2}}{E_{c1}}}$	1p	**4p**
	$\Delta E_{c2} = L_t \Rightarrow \Delta E_{c_2} = L_{G_2} + L_{f_2}$	1p	
	$E_{c2} = mgx_2(\sin\alpha - 0,3)$ $E_{c2} = 24$ J	1p	
	$\dfrac{p_2}{p_1} = \sqrt{2}$	1p	
TOTAL pentru Subiectul al III-lea			**15p**

B. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ

Subiectul I		**Punctaj**
1.	Ecuația calorică de stare **b.**	**3p**
2.	$\bar{\mu} = \dfrac{m_1 + m_2}{\nu_1 + \nu_2}$ $m_1 = \dfrac{N_1\mu_1}{N_A}, m_2 = \dfrac{N_2\mu_2}{N_A}$ $N_1 = N_2$ $\bar{\mu} = \dfrac{\mu_1 + \mu_2}{2}$ **b.**	**3p**
3.	$L = -\nu C_V (T_f - T_i)$ $T_i V_i^{\gamma-1} = T_f V_f^{\gamma-1} \Rightarrow T_f = T_i \left(\dfrac{V_i}{V_f}\right)^{\gamma-1}$ $L = -\nu C_V T_i \left[\left(\dfrac{V_i}{V_f}\right)^{\gamma-1} - 1\right]$, $\gamma_2 > \gamma_1, C_{v2} > C_{v1} \Rightarrow L_2 > L_1$ **c.**	**3p**
4.	$p_1 V_1^{\gamma} = p_2 V_2^{\gamma}$ $\dfrac{V_2}{V_1} = 3^{\frac{1}{\gamma}} \Rightarrow \dfrac{V_2}{V_1} = 3^{\frac{3}{5}}$ b.	**3p**
5.	$\eta = 1 - \dfrac{\lvert Q_2 \rvert}{Q_1} = 1 - \dfrac{T_2}{T_1}$ **b.** $\Rightarrow \dfrac{T_2}{T_1} = 0,65 \Rightarrow T_2 = 260\text{ K}$	**3p**
TOTAL pentru Subiectul I		**15p**

Subiectul al II-lea		**Parţial**	**Punctaj**
a.	$m = m_1 + m_2$ $m = \dfrac{\mu}{RT}(p_1 V_1 + p_2 V_2)$	3p	**4p**
	$m = 46,4 \cdot 10^{-3}\text{ kg}$	1p	
b.	Din ecuația $\nu_1 + \nu_2 = \nu_f$	1p	**4p**
	Rezultă $p = \dfrac{p_1 V_1 + p_2 V_2}{V_1 + V_2}$	2p	
	$p = \dfrac{8}{3} \cdot 10^5\text{ N/m}^2$	1p	
c.	$pV = \dfrac{m}{\mu} RT$	2p	**4p**
	$m_1 = \dfrac{pV_1\mu}{RT}, m_2 = \dfrac{pV_2\mu}{RT}$	1p	
	$m_1 = 15,4 \cdot 10^{-3}\text{ kg}, m_2 = 31 \cdot 10^{-3}\text{ kg}$	1p	

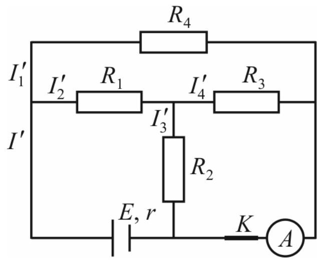
d.	$p_2' = \dfrac{m_2RT_2}{\mu V_2}$	2p	**3p**
	$p_2' = 2{,}41\cdot10^5\ \text{N/m}^2$	1p	
TOTAL pentru Subiectul al II-lea			**15p**

Subiectul al III-lea		**Parţial**	**Punctaj**
a.	 reprezentarea grafică	3p	**3p**
b.	$V_1 = \dfrac{m}{\rho_1} = 2\cdot10^{-3}\ \text{m}^3,\ p_1 = \dfrac{mRT_1}{\mu V_1} = 18{,}6\cdot10^5\ \text{N/m}^2$	1p	**4p**
	$\rho_2 = \dfrac{\rho_1}{2} \Rightarrow V_2 = 2V_1 = 4\cdot10^{-3}\ \text{m}^3$	1p	
	$p_2 = \dfrac{p_1V_1}{V_2} = 9{,}3\cdot10^5\ \text{N/m}^2$	1p	
	$T_2 = T_1$ $L_{12} = \dfrac{m}{\mu}RT_1\ln\dfrac{V_2}{V_1} = 2591{,}5\ \text{J}$	1p	
c.	$T_3 = \dfrac{T_1}{2} = 450\ \text{K}$	1p	**5p**
	$V_3 = V_2\left(\dfrac{T_2}{T_3}\right)^{\frac{1}{\gamma-1}} = 22{,}4\cdot10^{-3}\ \text{m}^3$	1p	
	$p_3 = \dfrac{mRT_3}{\mu V_3} = 0{,}83\cdot10^5\ \text{N/m}^2$	1p	
	$V_4 = V_1 = 2\cdot10^{-3}\ \text{m}^3,\ p_4 = p_3 = 0{,}83\cdot10^5\ \text{N/m}^2$	1p	
	$T_4 = \dfrac{p_4V_4\mu}{mR} = 40\ \text{K}$	1p	
d.	$\eta_C = 1 - \dfrac{T_{\min}}{T_{\max}}$	1p	**3p**
	$\eta_C = 1 - \dfrac{T_4}{T_1}$	1p	
	$\eta_C = 95\%$	1p	
TOTAL pentru Subiectul al III-lea			**15p**

C. PRODUCEREA ȘI UTILIZAREA CURENTULUI CONTINUU

Subiectul I		Punctaj
1.	Formula corectă **b**	3
2.	$I = \dfrac{E}{r + R_A} \Rightarrow R_A = 2\ \Omega$ $I_1 = \dfrac{E}{R + R_A + r} = 1\ \text{A}$ **a.**	3
3.	$R_p = \dfrac{R}{4} \Rightarrow R = 12\Omega$ **c.**	3
4.	$R = r \Rightarrow I = \dfrac{E}{2r}$ $P = \dfrac{E^2}{4r} = 2{,}25\ \text{W}$ **c.**	3
5.	$R_a = R_V(n-1),\ n = \dfrac{U}{U_V} \Rightarrow R_a = 10\ \text{k}\Omega$ R_a = 10 kΩ, în serie cu voltmetrul **c.**	3
TOTAL pentru Subiectul I		**15p**

Subiectul al II-lea		Parţial	Punctaj
a.	$I = \dfrac{U}{R_e}$ $\quad R_s = R_3 + R_4 = 15\Omega$	1p	**4p**
	$R_p = \dfrac{R_1 R_s}{R_1 + R_s} = 5\Omega$	1p	
	$R_e = R_p + R_2 = 10\Omega$	1p	
	$I = 1A$	1p	
b.	$I = \dfrac{E}{R_e + r}$	2p	**4p**
	$r = \dfrac{E}{I} - R_e = 2\Omega$	1p	
c.	$R_p = \dfrac{R_2 R_3}{R_2 + R_3} = 2{,}5\Omega$	1p	**4p**
	$R_s = R_p + R_1 = 10\Omega$	1p	
	$R_e' = \dfrac{R_s R_4}{R_s + R_4} = 5\ \Omega$	1p	
	$I' = \dfrac{E}{R_e' + r} = \dfrac{12}{7}\ \text{A}$ $\quad U' = I'R_e' = 8{,}57\ \text{V}$	1p	

d.	 Aplicăm legile lui Kirchhoff	1p	4p
	$I' = I_1' + I_2'$ $\quad I_2' = I_3' + I_4'$ $I_2'R_s = I_1'R_4$ $\quad I_3'R_2 = I_4'R_3$ $\Rightarrow I_1' = I_2' = \frac{6}{7}$ A $\quad \Rightarrow I_3' = I_4' = \frac{6}{14}$ A	1p	
	$I_A = I_1' + I_4'$	1p	
	$I_A = \frac{9}{7}$ A	1p	
TOTAL pentru Subiectul al II-lea			**15p**

Subiectul al III-lea		**Parţial**	**Punctaj**
a.	$P_{\max} \Rightarrow r = R_1 + R_2$	1p	4p
	$P_1 = P_3 \Rightarrow r = \sqrt{R_1(R_1 + R_2 + R_3)}$	1p	
	$(R_1 + R_2)^2 = R_1(R_1 + R_2 + R_3)$	1p	
	rezolvarea ecuației rezultă $R_2 = 6\ \Omega$	1p	
b.	$P_{\max} = \frac{E^2}{4r}, r = 8\ \Omega$	1p	3p
	$P_{\max} = 450$ W	1p	
	$\eta = \frac{R_1 + R_2}{R_1 + R_2 + r} = 0,5$	1p	
c.	$I_n = \frac{P_n}{U_n} = 2$ A	1p	4p
	$E = I(R_1 + r) + U_n \Rightarrow I = 6$ A	1p	
	$I = I_R + I_n \Rightarrow I_R = 4$ A	1p	
	$R_4 = \frac{U_n}{I_R} = 15\ \Omega$	1p	
d.	$P = UI$	1p	4p
	$U = E - Ir = 72$ V	2p	
	$P = 432$ W	1p	
TOTAL pentru Subiectul al III-lea			**15p**

D.OPTICĂ

Subiectul I		Punctaj
1.	$\beta = \frac{y_2}{y_1} = \frac{x_2}{x_1} \Rightarrow y_2 = y_1\beta$ $x_2 = \frac{fx_1}{f + x_1} = \frac{5}{3}f$ $\Rightarrow \beta = -\frac{2}{3} \Rightarrow \lvert y_2 \rvert = \frac{f}{3}$ **b.**	3
2.	$\Delta\varphi = \frac{2\pi}{\lambda}\delta = 5\pi$ **c.**	3
3.	$\lambda_a = \frac{\lambda}{n_a} = 375$ nm **b.**	3
4.	$\frac{hc}{\lambda} = L_{ex} + eU \Rightarrow \lambda = \frac{hc}{L_{ex} + eU} = 206$ nm **a.**	3
5.	$\frac{hc}{\lambda_0} = L_{ex} \Rightarrow \lambda_0 = 295$ nm **c.**	3
TOTAL pentru Subiectul I		**15p**

Subiectul al II-lea		Parțial	Punctaj
a.	Din grafic se observă că $C = 4\delta$ şi $R = 0{,}25$ m	1p	4
	$C = (n-1)\frac{2}{R}$ pentru lentila biconvexă	1p	
	$\Rightarrow (n-1) = \frac{CR}{2}$	1p	
	$n = 1{,}5$	1p	
b.	$\frac{1}{x_2} - \frac{1}{x_1} = \frac{1}{f} \Leftrightarrow \frac{1}{x_2} - \frac{1}{x_1} = C$	1p	3p
	$x_2 = \frac{x_1}{Cx_1 + 1} = 1{,}5$ m cu $x_1 = -0{,}3$ m	1p	
	$\beta = \frac{x_2}{x_1} = -5$	1p	
c.	Convergența lentilei divergente $C_1 = -\frac{C}{6} = -\frac{2}{3}\delta$	1p	4
	$C_1 = (\frac{n}{n_l} - 1)\frac{2}{R}$	1p	
	$n_l = \frac{n}{\frac{C_1R}{2} + 1}$	1p	
	$n_l = 1{,}63$	1p	

d.	Construcția corectă a imaginii	1p	**4p**
	$\frac{1}{x_3}-\frac{1}{x_1}=\frac{1}{f_1} \Leftrightarrow \frac{1}{x_3}-\frac{1}{x_1}=C_1$	1p	
	$x_3=\frac{x_1}{C_1x_1+1}=-0,25\ \text{m}$	1p	
	$\beta=\frac{x_3}{x_1}=0,83$	1p	
TOTAL pentru Subiectul al II-lea			**15p**

Subiectul al III-lea		**Parţial**	**Punctaj**
a.	$\Delta x = x_{\max} - x_{\min}$	1p	**4p**
	Distanța de la o franjă luminoasă de ordin k la franja luminoasă centrală este $x_{k\max}=ki \Rightarrow x_{\max}=8i$	1p	
	Distanța de la o franjă întunecoasă de ordin k la franja luminoasă centrală este $x_{k\min}=\frac{(2k-1)i}{2} \Rightarrow x_{\min}=3,5i$	1p	
	$\Delta x = 4,5i \Rightarrow i = 2\ \text{mm}$	1p	
b.	$i=\frac{\lambda D}{2l}$	1p	**3p**
	$D=\frac{2li}{\lambda}$	1p	
	$D=1,42\ \text{m}$	1p	
c.	Prin așezarea unei lame de sticlă de grosime e și indice de refracție n în dreptul fantei superioare, se introduce în calea razei care provine de la această fantă un drum optic suplimentar $\delta=e(n-1)$	1p	**4p**
	$\delta=\frac{2lx_k}{D}-e(n-1)=k\lambda$ Pentru maximul central $\delta=\frac{2lx_k}{D}-e(n-1)=0$	1p	
	Pentru $x_k=3i \Rightarrow e=\frac{3\lambda}{n-1}$	1p	
	$e=4,2\ \mu\text{m}$	1p	
d.	$\delta=k_1\lambda_r=k_2\lambda_v$	1p	**4p**
	$k_2=2k_1$	1p	
	$k_1=1, k_2=2$	1p	
TOTAL pentru Subiectul al III-lea			**15p**

TESTUL 3

A. MECANICĂ

Subiectul I		Punctaj
1.	d .	3
2.	c.	3
3.	b.	3
4.	c.	3
5.	d.	3
TOTAL pentru Subiectul I		15p

Subiectul al II-lea		Parţial	Punctaj
a.	$tg\alpha = \frac{\lvert AI \rvert}{\lvert IB \rvert} = \frac{d_1}{d_2}$	1p	4p
	$d_1 = v_0 t;\ d_2 = \frac{at^2}{2}$	2p	
	Rezultat final: $t = \frac{2v}{a \cdot \mathrm{tg}\,\alpha};\ t = 15\,\mathrm{s}$	1p	
b.	$v_2 = v_0 + at = at$	1p	3p
	$E_{c_1} = \frac{m_1 v_1^2}{2} = 135\ \mathrm{kJ}$	1p	
	$E_{c_2} = \frac{m_2 v_2^2}{2} = 90\ \mathrm{kJ}$	1p	
c.	$L_{F_f} = \Delta E_{c1} = -E_{c1}$	2p	3p
	Rezultat final: $L_{F_f} = -135\ \mathrm{kJ}$	1p	
d.	$-F_f - G_t = ma$	1p	5p
	$F_f = \mu N;\ G_t = mg\sin\alpha;\ N = G_n = mg\cos\alpha$	2p	
	$a = -g(\sin\alpha + \mu\cos\alpha)$	1p	
	Rezultat final: $a \cong -6{,}7\ \mathrm{m/s^2}$	1p	
TOTAL pentru Subiectul al II-lea			15p

Subiectul al III-lea		Parţial	Punctaj
a.	$\vec{T} + \vec{F} + \vec{G} = \vec{0}$	1p	4p
	$T\cos\alpha = mg$ $T\sin\alpha = F$	1p	
	Rezultat final: $F = mg\frac{\sin\alpha}{\cos\alpha};\ F = \frac{\sqrt{3}}{2}\ \mathrm{N} \cong 0{,}9\ \mathrm{N}$	2p	
b.	$T = \frac{mg}{\cos\alpha}$	2p	3p
	Rezultat final: $T = 1\ \mathrm{N}$	1p	

c.	Conservarea energiei mecanice: $E_A = E_B$	1p	3p
	$E_A = mgh;\ E_B = \frac{mv^2}{2}$	1p	
	$h = l(1-\cos\alpha)$	1p	
	Rezultat final: $v = \sqrt{2gl(1-\cos\alpha)};\ v = \sqrt{2}\ \text{m/s} = 1,4\ \text{m/s}$	1p	
d.	Conservarea impulsului pentru sistemul de bile ce se ciocnesc plastic: $\vec{p}_{\text{initial}} = \vec{p}_{\text{final}}$	1p	4
	$\vec{p} = m\vec{v}$	1p	
	$mv = 2mv_{\text{final}}$	1p	
	Rezultat final: $v_{\text{final}} = \frac{v}{2} = 0,7\ \text{m/s}$	1p	
TOTAL pentru Subiectul al III-lea			**15p**

B. TERMODINAMICĂ

Subiectul I		**Punctaj**
1.	**c**	**3**
2.	**c**	**3**
3.	**d**	**3**
4.	**b**	**3**
5.	**a**	**3**
TOTAL pentru Subiectul I		**15p**

Subiectul al II-lea		**Parţial**	**Punctaj**
a.	$pV = \nu RT$	1p	**4p**
	$\nu = \frac{m}{\mu}$; $\rho = \frac{m}{V}$	1p	
	$p\mu = \rho RT$	1p	
	Rezultat final: $\rho_3 = 0{,}24\ \text{kg/m}^3$	1p	
b.	$p(V_1 + V_2 + V_3) = (\nu_1 + \nu_2 + \nu_3)RT$	1p	**4p**
	$p = \frac{p_1V_1 + p_2V_2 + p_3V_3}{V_1 + V_2 + V_3}$	1p	
	$p = \frac{7p_1}{3}$	1p	
	Rezultat final: $p = 2{,}3 \cdot 10^5 Pa$	1p	
c.	$\Delta U_1 = U_1' - U_1$ $\quad U_1 = \frac{5}{2}\nu_1 RT = \frac{5}{2}p_1V_1$ $\quad U_1' = \frac{5}{2}\nu_1' RT$	1p	**4p**
	$pV_1 = \nu_1' RT$ $\quad U_1' = \frac{5}{2}pV_1$	1p	
	$\Delta U_1 = \frac{5}{2}V_1(p - p_1) = \frac{10}{3}p_1V_1$	1p	
	Rezultat final: $\Delta U_1 = 333{,}3J$	1p	
d.	$\mu = \frac{\mu_1\nu_1 + \mu_2\nu_2 + \mu_3\nu_3}{\nu_1 + \nu_2 + \nu_3}$	p	**3p**
	$\mu = \frac{\mu_1 + 4\mu_2 + 9\mu_3}{14}$	1p	
	Rezultat final: $\mu = 11{,}6$ g/mol	1p	
TOTAL pentru Subiectul al II-lea			**15p**

Subiectul al III-lea		Parţial	Punctaj
a.	$L=(p_2-p_1)(3V_1-V_1)$	1p	4p
	$p_2V_1=p_1 3V_1 \qquad p_2=3p_1$	1p	
	$L=2p_1 2V_1=4p_1V_1=4\nu RT_1$ $\nu=\frac{L}{4RT_1}$	1p	
	Rezultat final: $\nu = 12$ moli	1p	
b.	$\Delta U_{12}=\nu C_V\Delta T_{12}=\nu C_V(T_2-T_1)$	1p	4p
	$\Delta U_{12}=\nu\frac{3}{2}R\cdot 2T_1=3\nu RT_1$	1p	
	$\Delta U_{12}=3\frac{L}{4}$	1p	
	Rezultat final: $\Delta U_{12}=75$ kJ		
c.	$Q_{23}=\nu C_P(T_3-T_2)$	1p	3p
	$Q_{23}=\nu\frac{5}{2}R\cdot 6T_1=15\nu RT_1$	1p	
	Rezultat final: $Q_{23}=\frac{15}{4}\cdot L=375$ kJ	1p	
d.	$\eta=\frac{L}{Q_P}$	1p	4p
	$Q_p=Q_{1-2}+Q_{2-3}$	1p	
	$Q_{1-2}=\nu C_v(T_2-T_1)=\Delta U_{1-2}=\frac{3L}{4} \qquad Q_P=\frac{9}{2}L$	1p	
	Rezultat final: $\eta=\frac{2}{9}=22,2\%$	1p	
TOTAL pentru Subiectul al III-lea			**15p**

C. PRODUCEREA ȘI UTILIZAREA CURENTULUI CONTINUU

Subiectul I		**Punctaj**
1.	**c**	**3**
2.	**b**	**3**
3.	**c**	**3**
4.	**c**	**3**
5.	**d**	**3**
TOTAL pentru Subiectul I		**15p**

Subiectul al II-lea		**Parţial**	**Punctaj**
a.	Aplicând teorema a doua a lui Kirchhoff pentru un ochi de rețea se obține relația: $E = U_1 + U_2$	2p	**3p**
	Rezultat final: $E = 200$ V	1p	
b.	Aplicând teorema a doua a lui Kirchhoff pentru alt ochi de rețea se obține relația: $E = I_1(R_1 + R_2)$	2p	**3p**
	Rezultat final: $I_1 = 0{,}04$ A	1p	
c.	K deschis: $U_1 = r_1 \cdot I$ $U_2 = r_2 \cdot I$ $\frac{U_1}{U_2} = \frac{r_1}{r_2} = \frac{2}{3}$	1p	**5p**
	K închis: $R_{p1} = \frac{r_1 R_1}{r_1 + R_1}$ $R_{p2} = \frac{r_2 R_2}{r_2 + R_2}$ $R_{p1} = R_{p2} = \frac{U_1'}{I'}$	2p	
	Rezultat final: $r_1 = 2$ kΩ; $r_2 = 3$ kΩ	2p	
d.	$I_G = \frac{U_1'}{R_{p1}}$	2p	**4p**
	$R_{p1} = \frac{r_1 R_1}{r_1 + R_1} = 1{,}2$ kΩ	1p	
	Rezultat final: $I_G = 83{,}3$ mA	1p	
TOTAL pentru Subiectul al II-lea			**15p**

Subiectul al III-lea		**Parţial**	**Punctaj**
a.	$P = \frac{U^2}{R_b}$	2p	**3p**
	Rezultat final: $R_b = 6\ \Omega$	1p	
b.	$nE = Ib(nr + R_b + R_a)$	1p	**5p**
	$I_b = \frac{P}{U} = 2$ A	1p	
	$n = \min$ dacă $R_a = 0$	1p	
	rezultă: $n = \frac{U}{E - I_b r} = 3{,}42$	1p	
	Rezultat final: $n_{\min} = 4$	1p	
c.	$4E = I_b(4r + R_b + R_a)$	2p	**3p**
	Rezultat final: $R_a = 1\ \Omega$	1p	
d.	$P_{\max} = \frac{E^2}{4r}$ când $R = r$	2p	**4p**
	Rezultat final: $P_{\max} = 8{,}3$ W şi $R = 0{,}75\ \Omega$	2p	
TOTAL pentru Subiectul al III-lea			**15p**

D.OPTICĂ

Subiectul I		Punctaj
1.	b .	3
2.	a.	3
3.	c.	3
4.	d.	3
5.	b.	3
TOTAL pentru Subiectul I		15p

Subiectul al II-lea		Parţial	Punctaj
a.	Construcția imaginii	4p	4p
b.	$\frac{1}{x_2}-\frac{1}{x_1}=\frac{1}{f_1}$	2p	3p
	Rezultat final: $x_2 = 30$ cm	1p	
c.	$x_1' = x_2 - f_1 = 10$ cm; $x_2' = x_1 - f_2 = -80$ cm	2p	4p
	$\frac{1}{x_2'}-\frac{1}{x_1'}=\frac{1}{f_2}$	1p	
	Rezultat final: $f_2 = -8{,}9$ cm	1p	
d.	Imaginea formată de lentila convergentă se formează pe oglindă. Astfel, oglinda va reflecta lumina ce va trece din nou prin lentila convergentă.	1p	4p
	Noul obiect pentru lentilă se află pe oglindă la distanța: $x_1'' = -x_2$	1p	
	$x_2'' = \frac{x_1'' f_1}{x_1'' + f_1}$	1p	
	Rezultat final: $x_2'' = 60$ cm	1p	
TOTAL pentru Subiectul al II-lea			15p

Subiectul al III-lea		Parţial	Punctaj
a.	Distanța dintre două maxime sau două minime succesive este $i = \frac{\lambda D}{2l}$	2p	3p
	Rezultat final: $D = 2$ m	1p	
b.	Distanța de la maximul central la al doilea maxim de interferență este $2i$	1p	4p
	$d = 2i + 2i = 4i$	2p	
	Rezultat final: $d = 2{,}4$ mm	1p	
c.	Intensitatea luminoasă într-un punct P aflat pe ecran este: $I_P = 2I + 2I\cos\Delta\varphi$	1p	4p
	$\Delta\varphi = \frac{2\pi\Delta r}{\lambda}$; $\Delta r = \frac{y \cdot 2l}{D} = \frac{\lambda}{3}$ Rezultă $\Delta\varphi = \frac{2\pi}{3}$, astfel se obține: $I_P = I$	1p	
	Intensitatea este maximă dacă $\cos\Delta\varphi = 1$, deci $I_{max} = 4I$		
	Rezultat final: $\frac{I_{max}}{I_P} = 4$	1p	

d.	Lentila formează imagini reale ale fantelor dispozitivului Young aflate la o distanță x_2 față de lentilă: $x_2 = \dfrac{x_1 f}{x_1 + f} = 15$ cm, unde $x_1 = -30$ cm Figura de interferență aflată pe ecran se datorează imaginilor formate de lentilă. Astfel, distanța de la noile surse la ecran este: $D' = D - d - x_2$, iar distanța dintre aceste surse este: $2l' = \dfrac{2l \cdot x_2}{-x_1}$	2p	**4p**
	Noua interfranjă este: $i' = \dfrac{\lambda D'}{2l'}$	1p	
	Rezultat final: $i' = 0{,}93$ mm	1p	
TOTAL pentru Subiectul al III-lea			**15p**

TESTUL 4

A. MECANICĂ

Subiectul I		Punctaj
1.	**b.** $\left.\begin{array}{l} c = 3\cdot 10^8\ \dfrac{\text{m}}{\text{s}} \\ c = \dfrac{d}{\Delta t} \\ \Delta t = 1\ \text{an} \end{array}\right\} \Rightarrow d = 1\ \text{a.l.} = 63{,}1\cdot 10^3\,\text{u.a.}$	3
2.	**d.**	3
3.	**a.** $F_m = m\cdot a_m = m\cdot\dfrac{\lvert\Delta\vec{v}\rvert}{\Delta t}$ $\lvert\Delta\vec{v}\rvert = v = 5\dfrac{\text{m}}{\text{s}}$ $F = 25\ \text{N}$	3
4.	**c.** $\vec{R} = \vec{N} + \vec{F}_f$ $R = \sqrt{N^2 + F_f^2} = N\cdot\sqrt{1+\mu^2} = m\cdot g\cdot\sqrt{1+\mu^2}$ Notând cu θ unghiul pe care $\vec{R}$ îl face cu verticala, $\operatorname{tg}\theta = \dfrac{F_f}{N} = \mu$.	3
5.	**c.** Aplicând teorema de variație a energiei cinetice în cele două situații, obținem ecuațiile: $\left.\begin{array}{l} \dfrac{m\cdot v^2}{2} = F\cdot d \\ \dfrac{2\cdot m\cdot v'^2}{2} = 4\cdot F\cdot d \end{array}\right\} \Rightarrow v' = v\cdot\sqrt{2}$	3
TOTAL pentru Subiectul I		**15p**

Subiectul al II-lea		Parțial	Punctaj
a.	$a = \text{const} \Rightarrow v_m = \dfrac{d_1}{\Delta t_1} = \dfrac{0+v}{2}$	2p	4p
	$v = \dfrac{2\cdot d_1}{\Delta t_1} \Rightarrow v = 100\ \text{m}\cdot\text{s}^{-1}$	2p	
b.	$v = \dfrac{d_2}{\Delta t_2} \Rightarrow \Delta t_2 = 30\ \text{s}$	2p	4p
	$\Delta t = \Delta t_1 + \Delta t_2 \Rightarrow \Delta t = 90\ \text{s}$	2p	
c.	$h = d_2\cdot\sin\alpha \Rightarrow h = 300\ \text{m}$	3p	3p
d.	$v_m = \dfrac{d_1+d_2}{\Delta t} \Rightarrow v_m = 66{,}6\ \text{m/s}$	4p	4p
TOTAL pentru Subiectul al II-lea			**15p**

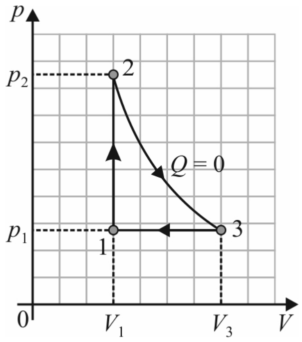
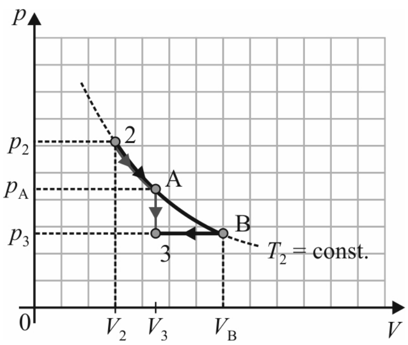
Subiectul al III-lea		Parţial	Punctaj
a.	$L_{\vec{G}} = -m \cdot g \cdot h \Rightarrow L_{\vec{G}} = -20\ \text{J}$	3p	**3p**
b.	Aplicând teorema variației energiei cinetice între stările inițială și cea corespunzătoare înălțimii h: $\Delta Ec = L_{\vec{R}} \Rightarrow \frac{m \cdot v^2}{2} - \frac{m \cdot v_0^2}{2} = -m \cdot g \cdot h$	2p	**4p**
	$v = \sqrt{v_0^2 - 2 \cdot g \cdot h}$	1p	
	$v = 2 \cdot \sqrt{15}\ \text{m} \cdot \text{s}^{-1} = 7{,}75\ \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$	1p	
c.	Notăm cu d_1 distanța parcursă de corp pe planul înclinat până la înălțimea h și cu d_2 distanța parcursă în continuare pe porțiunea cu frecare, până la oprirea pe planul înclinat. $d_1 = \frac{h}{\sin\alpha} \Rightarrow d_1 = 2{,}31\ \text{m}$	1p	**4p**
	Aplicăm teorema variației energiei cinetice între punctele A – aflat la înălțimea h și B – în care corpul se oprește: $\Delta Ec_{AB} = L_{\vec{R}_{AB}} \Rightarrow 0 - \frac{m \cdot v^2}{2} = -m \cdot g \cdot d_2 \cdot \sin\alpha - \mu \cdot m \cdot g \cdot d_2 \cdot \cos\alpha \Rightarrow$ $\Rightarrow d_2 = \frac{v^2}{2 \cdot g \cdot (\sin\alpha + \mu \cdot \cos\alpha)} \Rightarrow d_2 = 2{,}37\ \text{m}$	2p	
	$D = L + d_1 + d_2 \Rightarrow D = 8{,}68\ \text{m}$	1p	
d.	$H = h + d_2 \cdot \sin\alpha \Rightarrow H = 4{,}05\ \text{m} \cong 4{,}1\ \text{m}$	1p	**4p**
	Energia potențială gravitațională a corpului aflat la înălțimea H este $E_p = m \cdot g \cdot H \Rightarrow E_p = 40{,}5\ \text{J}$	1p	
	$E_p = \frac{k \cdot x^2}{2} \Rightarrow x = \sqrt{\frac{2 \cdot E_p}{k}}$	1p	
	$x = 0{,}9\ \text{m}$	1p	
TOTAL pentru Subiectul al III-lea			**15p**

B. TERMODINAMICĂ

Subiectul I		Punctaj
1.	**a.** Scriind expresia cantității de substanță pentru cele două gaze: $\begin{cases} \nu_1 = \dfrac{m}{\mu_1} = \dfrac{N_1}{N_A} \\ \nu_2 = \dfrac{m}{\mu_2} = \dfrac{N_2}{N_A} \end{cases} \Rightarrow \dfrac{N_1}{N_2} = \dfrac{\mu_2}{\mu_1} = \dfrac{1}{8}$	3
2.	**d.** $\left.\begin{array}{l} Q = \Delta U + L \\ Q = 0 \end{array}\right\} \Rightarrow L = -\Delta U = -\nu \cdot C_V \cdot \Delta T$ $\nu = 1\ \text{mol},\ C_V = 1{,}5 \cdot R,\ \Delta T = -100\ \text{K}$ $L = 1246{,}5\ \text{J}$	3
3.	**c.** $\left.\begin{array}{l} 1 \to 2: \begin{cases} C = C_V + \dfrac{R}{2} = 3 \cdot R \\ Q_{12} = \nu \cdot C \cdot \Delta T_{12} \end{cases} \Rightarrow Q_{12} = 3 \cdot \nu \cdot R \cdot \Delta T_{12} \\ 1 \to 3:\ Q_{13} = \nu \cdot C_V \cdot \Delta T_{13} = \dfrac{5}{2} \cdot R \cdot \Delta T_{13} = -80\ K \\ \Delta T_{12} = \Delta T_{13} \end{array}\right\} \Rightarrow \dfrac{Q_{12}}{Q_{13}} = \dfrac{6}{5} = 1{,}20$	3
4.	**d.** Exprimăm variația energiei interne a gazului în fiecare situație: $\Delta U = \nu \cdot C_v \cdot \Delta T$ şi comparăm valorile acesteia, ținând cont de relația dintre temperaturi, determinată din grafic.	3
5.	**c.** Scriem expresiile randamentului unui motor termic, respectiv randamentul ciclului Carnot pentru situațiile descrise în problemă: $\eta = \dfrac{L}{Q_p}$ $\eta_c = 1 - \dfrac{T_2}{T_1}$ şi rezolvăm sistemul de ecuații obținut.	3
TOTAL pentru Subiectul I		**15p**

Subiectul al II-lea		Parţial	Punctaj
a.	$\nu=\dfrac{m}{\mu}\Rightarrow m=\nu\cdot\mu\Rightarrow m=32\text{ g}$	3p	**3p**
b.	$p_1\cdot V=\nu\cdot R\cdot T_1\Rightarrow p_1=\dfrac{\nu\cdot R\cdot T_1}{V}\Rightarrow p_1=1{,}5\cdot10^5\text{ Pa}$	3p	**3p**
c.	$N_1=f\cdot N$ molecule disociază $\Rightarrow$ $2\cdot f\cdot N$ particule $\Rightarrow$ $\nu_1=2\cdot f\cdot\nu$ - cantitatea de substanţă monoatomică. $N_2=(1-f)\cdot N$ molecule rămân nedisociate $\Rightarrow(1-f)\cdot N$ particule $\Rightarrow\nu_2=(1-f)\cdot\nu$ - cantitatea de substanţă biatomică. În urma disocierii, noua cantitate de substanţă din sistem devine: $\nu'=\nu_1+\nu_2=\nu\cdot(1+f)$	1p	**5p**
	$\left.\begin{array}{l}Q=0\\ V=\text{const.}\Rightarrow L=0\\ Q=\Delta U+L\end{array}\right\}\Rightarrow\Delta U=0\Rightarrow U_i=U_f$	1p	
	$\left.\begin{array}{l}U_i=\nu\cdot C_v\cdot T_1,\ C_v=\dfrac{5}{2}\cdot R\\ U_f=\nu'\cdot C_v'\cdot T_2=\left(2\cdot f\cdot\nu\cdot C_{v_1}+\nu\cdot(1-f)\cdot C_{v_2}\right)\cdot T_2\\ C_{v_1}=\dfrac{3}{2}\cdot R,\ C_{v_2}=\dfrac{5}{2}\cdot R\end{array}\right\}\Rightarrow$	1p	
	$\Rightarrow\nu\cdot\dfrac{5}{2}\cdot R\cdot T_1=\left(2\cdot f\cdot\nu\cdot\dfrac{3}{2}\cdot R+\nu\cdot(1-f)\cdot\dfrac{5}{2}\cdot R\right)\cdot T_2\Rightarrow$ $5\cdot T_1=(5+f)\cdot T_2\Rightarrow$ $T_2=\dfrac{5}{5+f}\cdot T_1$	1p	
	$T_2=283\text{ K}$	1p	
d.	$\left.\begin{array}{l}p_2\cdot V=\nu'\cdot R\cdot T_2\\ p_1\cdot V=\nu\cdot R\cdot T_1\end{array}\right\}\Rightarrow\dfrac{p_2}{p_1}\Rightarrow\dfrac{\nu'}{\nu}\cdot\dfrac{T_2}{T_1}$	2p	**4p**
	$p_2=(1+f)\cdot\dfrac{T_2}{T_1}\cdot p_1$	1p	
	$p_2=1{,}84\cdot10^5\text{ Pa}$	1p	
TOTAL pentru Subiectul al II-lea			**15p**

Subiectul al III-lea		Parţial	Punctaj
a.	$\left.\begin{array}{l}p_1\cdot V=\nu\cdot R\cdot T_1\\ p_2\cdot V=\nu\cdot R\cdot T_2\end{array}\right\}\Rightarrow\dfrac{p_2}{p_1}=\dfrac{T_2}{T_1}\Rightarrow p_2=p_1\cdot\dfrac{T_2}{T_1}$ $p_2=2\cdot10^5\text{ Pa}$	1p	**4p**
	Pentru procesul 2→3: $p_2\cdot V_1^\gamma=p_1\cdot V_3^\gamma$	1p	
	$\left.\begin{array}{l}\dfrac{p_2}{p_1}=\left(\dfrac{V_3}{V_1}\right)^\gamma\Rightarrow\dfrac{V_3}{V_1}=\left(\dfrac{p_2}{p_1}\right)^{\frac{1}{\gamma}}\\ \gamma=\dfrac{C_p}{C_v}=\dfrac{5}{3}\end{array}\right\}\Rightarrow\dfrac{V_3}{V_1}=2^{\frac{3}{5}}=\sqrt[5]{8}=1{,}5$	1p	
	$V_3=1{,}5\cdot V_1=1{,}5\cdot\dfrac{\nu\cdot R\cdot T_1}{p_1}\Rightarrow V_3=37{,}4\text{ l}$	1p	

b.		2p	**4p**
	$Q_{12} = \nu \cdot C_V \cdot (T_2 - T_1)$ $Q_{12} = 3739{,}5\ \text{J}$	2p	
c.	$L_{1231} = L_{12} + L_{23} + L_{31}$ $L_{12} = 0$	1p	**4p**
	$\left.\begin{matrix} p_1 \cdot V = \nu \cdot R \cdot T_1 \\ p_2 \cdot V = \nu \cdot R \cdot T_2 \end{matrix}\right\} \Rightarrow \dfrac{p_2}{p_1} = \dfrac{T_2}{T_1} \Rightarrow p_2 = p_1 \cdot \dfrac{T_2}{T_1}$ $p_2 = 2 \cdot 10^5\ \text{Pa}$ $L_{23} = -\Delta U_{23} = -\nu \cdot C_v \cdot (T_3 - T_2)$ $L_{23} = -\dfrac{3}{2} \cdot \nu \cdot R \cdot (1{,}5 \cdot T_1 - 2 \cdot T_1) = \dfrac{3}{4} \cdot \nu \cdot R \cdot T_1$	1p	
	$L_{23} = 1869{,}75\ \text{J}$ $L_{31} = \nu \cdot R \cdot (T_1 - T_3) = -0{,}5 \cdot \nu \cdot R \cdot T_1$	1p	
	$L_{31} = -1246{,}5\ \text{J}$ $L_{1231} = 623{,}25\ \text{J}$	1p	
d.	 2→A→3 - proces izoterm urmat de unul izocor 2→B→3 - proces izoterm urmat de unul izobar $Q_{2A3} = Q_{2A} + Q_{A3}$ $Q_{2B3} = Q_{2B} + Q_{B3}$ $Q_{2A} = \nu \cdot R \cdot T_2 \cdot \ln\dfrac{V_3}{V_2}$ $Q_{A3} = \nu \cdot C_v \cdot (T_3 - T_2)$ $Q_{2B} = \nu \cdot R \cdot T_2 \cdot \ln\dfrac{V_3}{V_2} + \nu \cdot R \cdot T_2 \cdot \ln\dfrac{V_B}{V_3}$ $Q_{B3} = \nu \cdot C_p \cdot (T_3 - T_2)$ $Q_{2B3} > Q_{2A3}$ $Q_{2B3} - Q_{2A3} > 0$ (1) Înlocuind expresiile de mai sus în relația (1) și efectuând calculele folosind datele din problemă, obținem: $\nu \cdot R \cdot T_2 \cdot \ln\dfrac{V_B}{V_3} - \nu \cdot R \cdot (T_3 - T_2) > 0 \quad p_2V_2 = p_1V_B \Rightarrow V_B = 2V_2 = 2V_1$ $\nu \cdot R \cdot T_2 \cdot \ln\dfrac{V_B}{V_3} - \nu \cdot R \cdot (T_3 - T_2) = \nu \cdot R \cdot \left(T_2 \cdot \ln\dfrac{4}{3} - T_3 + T_2\right) =$ $= \nu \cdot R \cdot T_1 \cdot \left(2 \cdot \ln\dfrac{4}{3} - 1{,}5 + 2\right) > 0 \Rightarrow$ $\Rightarrow Q_{2B3} > Q_{2A3}$	3p	**3p**
TOTAL pentru Subiectul al III-lea			**15p**

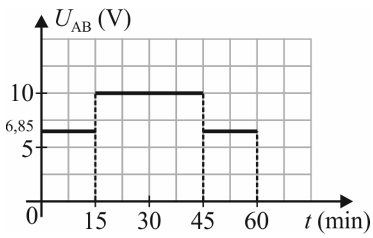
C. PRODUCEREA ȘI UTILIZAREA CURENTULUI CONTINUU

Subiectul I		Punctaj
1.	**b.** $R_1 = \rho \cdot \frac{l}{l \cdot L}$ $R_2 = \rho \cdot \frac{L}{l \cdot l}$ $\frac{R_1}{R_2} = \left(\frac{l}{L}\right)^2 = 156$	3
2.	**a.** $U = R \cdot I$ $\left.\begin{aligned} R &= \rho \cdot \frac{l}{S} \\ d &= \frac{m}{l \cdot S} \Rightarrow l = \frac{m}{d \cdot S} \end{aligned}\right\} \Rightarrow R = \rho \cdot \frac{m}{d \cdot S^2}$ $U = \rho \cdot \frac{m}{d \cdot S^2} \cdot I$ $U = 3\text{ V}$	3
3.	**d.** $W = R \cdot I^2 \cdot \Delta t$ $R = \frac{W}{I^2 \cdot \Delta t}$ $R = 1\,\Omega$	3
4.	**b.** Alegând un ochi convenabil şi aplicând teorema a II-a a lui Kirchhoff: $E_1 + E_2 - E_3 - E_4 = I \cdot R$ $I = 0{,}2\text{ A}$	3
5.	**b.** $P_{\max} = \frac{E_p^2}{4 \cdot r_p}$ $r_p = \frac{r_1 \cdot r_2}{r_1 + r_2} \Rightarrow r_p = \frac{6}{5}\,\Omega = 1{,}2\ \Omega$ $\frac{E_p}{r_p} = \frac{E_1}{r_1} + \frac{E_2}{r_2} \Rightarrow E_p = 26\text{ V}$ $P_{\max} = 140{,}83\text{ W}$	3
TOTAL pentru Subiectul I		**15p**

Subiectul al II-lea		Parţial	Punctaj
a.	$I = \frac{E_1}{R_3 + R_1 + r_1}$ Þ $I = 0{,}75\text{ A}$	1p	3p
	$I = \frac{q_{R_1}}{\Delta t}$	1p	
	$q_{R_1} = 45\text{ C}$	1p	
b.	$I' = \frac{E_2}{R_3 + R_2 + r_2} \Rightarrow I' = 0{,}6\text{ A}$	2p	4p
	$U = E_2 - I' \cdot r_2$	1p	
	$U = 8{,}4\ V$	1p	

c.	Ambele întrerupătoare fiind închise, sistemul celor două surse poate fi redus la o singură sursă de tensiune având polaritatea sursei 1 şi caracteristicile: $r_p = \dfrac{(R_1 + r_1)\cdot(R_2 + r_2)}{(R_1 + r_1 + R_2 + r_2)} \Rightarrow r_p = \dfrac{90}{19}\ \Omega$	1p	4p
	$\dfrac{E_p}{r_p} = \dfrac{E_1}{R_1 + r_1} - \dfrac{E_2}{R_2 + r_2} \Rightarrow E_p = \dfrac{18}{19}$ V	1p	
	$I_{R_3} = \dfrac{E_p}{R_3 + r_p}$	1p	
	$I_{R_3} = \dfrac{3}{34}$ A $= 0{,}09$ A	1p	
d.	Considerând că pe ramurile pe care se află cele două surse curentul electric circulă în sensul impus de către acestea, iar prin R_3 curentul circulă în sensul impus de sursa echivalentă cu cele două surse şi, aplicând teoremele lui Kirchhoff, obţinem: $I_{R_3} + I_2 = I_1$ $E_1 = I_1\cdot(R_1 + r_1) + I_{R_3}$ $I_1 = 1{,}15\ A$ $I_2 = 1{,}06\ A$	2p	4p
	$U_{AB} = -I_1\cdot R_1 - I_2\cdot R_2$	1p	
	$U_{AB} = -18{,}83\ V$	1p	
TOTAL pentru Subiectul al II-lea			**15p**

Subiectul al III-lea		**Parţial**	**Punctaj**
a.	*K* în poziția 1 $I = \dfrac{E_1 - E_2}{R_1 + R_2 + r_1 + r_2} \Rightarrow I = 0{,}85$ A	3p	**3p**
b.	*K* în poziția 2 $I' = \dfrac{E_2}{R_3 + R_2 + r_2} \Rightarrow I' = 2$ A	1p	**3p**
	$\Delta I = I' - I \Rightarrow \Delta I = 1{,}15$ A	1p	
	iar curentul îşi schimbă sensul.	1p	

	$t \in [0,15]$ min: $U_{AB} = E_1 - I \cdot (R_1 + r_1)$ $U_{AB} = 6{,}85$ V	1p	
	$t \in [15,45]$ min: $U_{AB} = E_1 \Rightarrow U_{AB} = 10$ V	1p	
c.	$t \in [45,60]$ min: Notăm cu I'' intensitatea curentului electric prin rezistorul cu rezistența R_3. Cele două surse sunt legate în paralel şi sunt echivalente cu o singură sursă având caracteristicile: $r_p = \dfrac{(R_1 + r_1)\cdot(R_2 + r_2)}{(R_1 + r_1 + R_2 + r_2)} \Rightarrow r_p = 0{,}79\ \Omega$ $\dfrac{E_p}{r_p} = \dfrac{E_1}{R_1 + r_1} + \dfrac{E_2}{R_2 + r_2} \Rightarrow E_p = 7$ V $I'' = \dfrac{E_p}{R_3 + r_p} \Rightarrow I'' = 2{,}5$ A	1p	**6p**
	$U_{AB} = I'' \cdot R_3 \Rightarrow U_{AB} = 5$ V	1p	
		2p	
d.	$W_{R_3} = R_3 \cdot I'^2 \cdot \Delta t_2 + R_3 \cdot I''^2 \cdot \Delta t_3$	2p	**3p**
	$W_{R_3} = 25650$ J	1p	
TOTAL pentru Subiectul al III-lea			**15p**

D.OPTICĂ

Subiectul I		Punctaj
1.	**b.** $i = 90° - \alpha = 37°$ $n_0 \cdot \sin\ i = n_1 \cdot \sin\ r_1 = n_2 \cdot \sin\ r_2$ $\sin r_2 = \dfrac{n_0 \cdot \sin i}{n_2}$ $\sin\ r_2 = \ 0,4$ Folosind datele din table: $r_2 = \ 23,7°$	**3**
2.	**c.** Notând cu g factorul care ține de geometria lentilei şi care nu se modifică prin introducerea lentilei în apă: $\dfrac{1}{f_1} = \left(\dfrac{n_l}{n_0} - 1\right) \cdot g$ $\dfrac{1}{f_2} = \left(\dfrac{n_l}{n_a} - 1\right) \cdot g$. Considerăm $n_l = 1,5$. Raportând cele două relații, vom obține: $\dfrac{f_2}{f_1} = \dfrac{n_a \cdot (n_l - 1)}{(n_l - n_a)} = 4$ $f_2 = \ 4 \cdot f_1$	**3**
3.	**c.**	**3**
4.	**d.** Scriind ecuația lui Einstein pentru cele două situații: $\varepsilon_1 \ = \ L_{extr} \ + \ \dfrac{m \cdot v_1^2}{2}$ $\varepsilon_2 \ = \ L_{extr} \ + \ \dfrac{m \cdot v_2^2}{2}$ şi prelucrând ecuațiile, obținem: $v_1 \ = \ 2 \cdot v_2$	**3**
5.	**c.** $x_{1_{2k}} \ = \ 2 \cdot k \cdot \ \dfrac{\lambda_1 \cdot D}{2 \cdot l}$ $x_{2_k} \ = \ k \cdot \ \dfrac{\lambda_2 \cdot D}{2 \cdot l}$ $d = \ x_{2_k} - x_{1_{2k}}$ $d \ = \ \dfrac{k \cdot D}{2 \cdot l} \cdot (2 \cdot \lambda_1 \ - \ \lambda_2) \ = \ 0$	**3**
TOTAL pentru Subiectul I		**15p**

Subiectul al II-lea		Parţial	Punctaj
a.	$n_0 \cdot \sin i = n \cdot \sin r$ Înlocuind, obținem: $r = 30°$	3p	**3p**
b.	$n_0 \cdot \sin 90° = n \cdot \sin l$	1p	**4p**
	Înlocuind, obținem: $l = 45°$	1p	
	În condițiile punctului a., raza de lumină cade sub un unghi $i' = 60°$ pe suprafața cilindrică laterală a fibrei optice. Deoarece acest unghi este mai mare decât unghiul limită la trecerea luminii din fibra optică în aer, lumina se reflectă total, rămânând în interiorul fibrei optice. Raza fibrei optice: $r_0 = \dfrac{d}{2} = \ 1\text{ cm}$. $\sin\ r = \dfrac{r_0}{d_1} \Rightarrow d_1 = \dfrac{r_0}{\sin\ r} \Rightarrow d_1 = 2\text{ cm}$	1p	
	$d_0 = (2 \cdot N + 1) \cdot d_1 \Rightarrow d_0 = 82\text{ cm}$	1p	

c.	$\left.\begin{array}{l} v=\dfrac{d_0}{\Delta t} \\ c=\dfrac{\delta}{\Delta t} \\ n=\dfrac{c}{v} \end{array}\right\} \Rightarrow \delta = n \cdot d_0$	3p	**4p**
	$\delta = 82 \cdot \sqrt{2}$ cm $= 115{,}96$ cm	1p	
d.	$\alpha = 60° \Rightarrow i = 30°$	1p	**4p**
	$n_0 \cdot \sin i = n \cdot \sin r$ (1)	1p	
	$r + l = 90° \Rightarrow l = 90° - r$ $n_0 \cdot \sin 90° = n \cdot \sin l \Rightarrow n_0 = n \cdot \cos r$ (2)	1p	
	Ridicând la pătrat relațiile (1) şi (2) şi adunându-le, obținem: $n = \dfrac{\sqrt{5}}{2} = 1{,}12$	1p	
TOTAL pentru Subiectul al II-lea			**15p**

Subiectul al III-lea		**Parțial**	**Punctaj**
a.	Poziția maximului de ordinul 3 pentru radiația 1 este dată de : $x_{3_{\lambda_1}} = 3 \cdot i_1 = 3 \cdot \dfrac{\lambda_1 \cdot D}{2 \cdot l}$	2p	**3p**
	$x_{3_{\lambda_1}} = 3{,}6$ mm	1p	
b.	$x_{4_{\lambda_2}} = 3{,}6$ mm	1p	**4p**
	$x_{4_{\lambda_2}} = i_2$	1p	
	$3 \cdot i_1 = 4 \cdot i_2 \Rightarrow 3 \cdot \lambda_1 = 4 \cdot \lambda_2$	1p	
	$\lambda_2 = \dfrac{3 \cdot \lambda_1}{4}$ $\lambda_2 = 450$ nm	1p	
c.	$\left.\begin{array}{l} x_{4_{\lambda_3}} = 4 \cdot \dfrac{\lambda_3 \cdot D}{2 \cdot l} \\ x_{3_{\lambda_1}} = 3 \cdot \dfrac{\lambda_1 \cdot D}{2 \cdot l} \\ x_{4_{\lambda_3}} = x_{3_{\lambda_1}} \end{array}\right\} \Rightarrow \lambda_3 = 360$ nm	3p	**4p**
	λ_3 nu aparține domeniului vizibil.	1p	
d.	$x'_{4_{\lambda_1}} = 4 \cdot \dfrac{\lambda_1 \cdot D}{0{,}8 \cdot 2 \cdot l} \Rightarrow x'_{4_{\lambda_1}} = 6$ mm	4p	**4p**
TOTAL pentru Subiectul al III-lea			**15p**

TESTUL 5

A. MECANICĂ

Subiectul I		Punctaj
1.	d	3
2.	d	3
3.	c	3
4.	d	3
5.	c	3
TOTAL pentru Subiectul I		15p

Subiectul al II-lea		Parțial	Punctaj
a.	Corpul coboară uniform pe plan – aplicăm principiul II al mecanicii newtoniene $\vec{N} + \vec{Gn} + \vec{Gt} + \vec{Ff} = 0$	1p	4p
	Făcând proiecția pe axe obținem $N = mg\cos\alpha$ $mg\sin\alpha - \mu mg\cos\alpha = 0 \Rightarrow \mathrm{tg}\alpha = \mu$	2p	
		1p	
b.	Aplicăm principiul II al mecanicii newtoniene Pentru corpul *A* $\vec{G}_{t_A} + \vec{N_A} + \vec{T} + \vec{Ff} + \vec{G}_{n_A} = m_A \cdot \vec{a}$ Pentru corpul *B* $\vec{G_B} + \vec{T} = m_B \cdot \vec{a}$	1p	4p
	Făcând proiecția pe axe obținem $T - G_B = m_B a$ $Gt_A - Ff - T = m_A a$	2p	
	Rezolvând sistemul obținem $a = \frac{g}{3}\left[2(\sin\alpha - \mu\cos\alpha) - 1\right] = 0{,}53\,\mathrm{m/s^2}$	1p	
c.	Forța de apăsare pe axul scripetelui este egală ca mărime și de sens opus cu rezultanta celor două tensiuni $\vec{N} = \vec{T} + \vec{T}$	1p	4p
	$T = m_B(a+g) = 21{,}06N$	1p	
	$N^2 = 2T^2(1 + \cos(90 - \alpha))$	1p	
	$N = 40{,}4N$	1p	
d.	Aplicăm teorema de variație a energiei cinetice pentru corpul *B*: $\Delta E_c = L$ Unde *L* reprezintă lucru mecanic efectuat de rezultanta forțelor ce acționează asupra punctului material.	1p	3p
	$\frac{m_B v_B^2}{2} = -m_B gh + m_B(a+g)h$	1p	
	$v_B \cong 0{,}72\,\mathrm{m/s}$	1p	
TOTAL pentru Subiectul al II-lea			15p

Subiectul al III-lea		Parţial	Punctaj
a.	$L_{Ff} = -Ff \cdot d$	1p	**3p**
	Conform legilor a frecării: $Ff = \mu N$	1p	
	$L_{Ff} = -\mu mgd = -4$ J	1p	
b.	Aplicăm legea conservării energiei mecanice pentru sistemul dat: $E_A = E_B$	1p	**4p**
	Energia mecanică în punctul *A*: $E_A = Ep_A + Ec_A = mgh$	1p	
	Energia mecanică în punctul *B*: $E_B = Ep_B + Ec_B = \frac{mv_B^{\ 2}}{2}$	1p	
	Rezultă: $v_B = 6{,}32\,\text{m/s}$	1p	
c.	Conform definiției: $Ec = \frac{mv_c^{\ 2}}{2}; p = mv_c$	2p	**4p**
	Pentru a calcula viteza în punctul *C* aplicăm teorema variației energiei cinetice $\frac{mv_C^{\ 2}}{2} - \frac{mv_B^{\ 2}}{2} = L_{Ff}$	1p	
	Rezultă: $v_C = 6$ m/s $\quad p_C = 12$ m/s $\quad Ec_C = 36$ J	1p	
d.	Aplicând teorema energiei cinetice obținem $\frac{mv_C^{\ 2}}{2} = \frac{kx^2_{\max}}{2}$ Variația energiei cinetice este egală cu lucru mecanic efectuat de forța elastică.	2p	**4p**
	$x_{\max} = v_c\sqrt{\frac{m}{k}}$	1p	
	Rezultă: $x_{\max} = 0{,}6$ m.	1p	
TOTAL pentru Subiectul al III-lea			**15p**

B. TERMODINAMICĂ

Subiectul I		Punctaj
1.	c	3
2.	c	3
3.	b	3
4.	a	3
5.	b	3
TOTAL pentru Subiectul I		15p

Subiectul al II-lea		Parţial	Punctaj
a.	Conform definiției: $m_{He} = \dfrac{\mu_{He}}{Na}$	2p	3p
	Rezultă: $m_{He} = 0{,}66 \cdot 10^{-26}$ kg	1p	
b.	Ecuația de stare pentru incinta 1: $p_1V_1 = \nu_1RT_1$	1p	4p
	Ecuația de stare pentru incinta 2: $p_2V_2 = \nu_2RT_2$	1p	
	Rezultă: $\nu_1 = 0{,}4$ mol	1p	
	Rezultă: $\nu_2 = 1{,}2$ mol	1p	
c.	Gazul va trece din incinta (2) în incinta (1) ($p_2 > p_1$) până când se va ajunge la aceeaşi presiune p' în ambele incinte şi aplicând conservarea numărului de moli. $\nu_1 + \nu_2 = \nu_1' + \nu_2'$	1p	4p
	Ecuația de stare pentru incinta 1 finală $p'V_1 = \nu_1'RT_1$	1p	
	Ecuația de stare pentru incinta 2 finală $p'V_2 = \nu_2'RT_2$	1p	
	Obținem $\begin{cases} \dfrac{V_1}{V_2} = \dfrac{\nu_1' T_1}{\nu_2' T_2} \\ \nu_1 + \nu_2 = \nu_1' + \nu_2' \end{cases} \Rightarrow \nu_1' = 0{,}47$ moli, $\nu_2' = 1{,}13$ moli,	1p	
d.	Variația energiei interne: $\Delta U = \Delta U_1 + \Delta U_2$	1p	4p
	$\Delta U = T_1Cv(\nu_1' - \nu_1) + Cv(\nu_2' T_2 - \nu_2T_1)$	2p	
	$\Delta U = -705$ J	1p	
TOTAL pentru Subiectul al II-lea			15p

Subiectul al III-lea		Parţial	Punctaj
a.	Pentru procesul izocor 1→2: $\dfrac{p_1}{T_1} = \dfrac{p_2}{T_2}$	1p	4p
	Pentru procesul izocor 3→4: $\dfrac{p_2}{T_3} = \dfrac{p_1}{T_4}$	1p	
	Din cele două relații şi ținând cont de faptul că $T_2 = T_4$	1p	
	$T_2 = T_4 = \sqrt{T_1T_3} = 360\,\text{K}$	1p	
b.	$L_{TOT} = L_{12} + L_{23} + L_{34} + L_{41}$	1p	3p
	$L_{TOT} = \nu R(T_1 + T_3 - 2T_2)$	2p	
	$L_{TOT} = 99{,}7$ J	1p	

c.	$\eta = \frac{L_{TOT}}{Q_p}$	1p	**4p**
	$Q_p = Q_{12} + Q_{23}$	1p	
	$Q_p = \nu C_V(T_2 - T_1) + \nu C_P(T_3 - T_2)$	1p	
	Rezultă: $Q_p = 2214$ J $\eta = 4{,}5\%$	1p	
d.	$\eta = 1 - \frac{T_{\min}}{T_{\max}}$	1p	**3p**
	$\eta = 1 - \frac{T_1}{T_3}$	1p	
	$\eta = 30\%$	1p	
TOTAL pentru Subiectul al III-lea			**15p**

C. PRODUCEREA ȘI UTILIZAREA CURENTULUI CONTINUU

Subiectul I		Punctaj
1.	**a**	**3**
2.	**a**	**3**
3.	**b**	**3**
4.	**b**	**3**
5.	**b**	**3**
TOTAL pentru Subiectul I		**15p**

Subiectul al II-lea		Parţial	Punctaj
a.	Cele 3 surse legate în paralel pot fi înlocuite cu o sursă echivalentă de tensiunea electromotoare, E_p și rezistența internă r_p $Ep=\dfrac{\frac{E_1}{r_1}+\frac{E_2}{r_2}+\frac{E_3}{r_3}}{\frac{1}{r_1}+\frac{1}{r_2}+\frac{1}{r_3}}=36\,\mathrm{V}$	1p	**3p**
	$\dfrac{1}{r_p}=\dfrac{1}{r_1}+\dfrac{1}{r_2}+\dfrac{1}{r_3} \Rightarrow r_p=1\Omega$	1p	
	Aplicând legea lui Ohm pentru un circuit simplu $I=\dfrac{E_p}{R+r_p}=1{,}89\,\mathrm{A}$	1p	
b.	Aplicam legile lui Kirchhoff $\begin{cases} I^{'}=I_1+I_2 \\ E_1=I_1\cdot r_1+I\cdot R \\ E_2=I_2\cdot r_2+I\cdot R \end{cases}$	2p	**5p**
	Rezolvând sistemul obținem: $I_1=\dfrac{E_1\cdot r_2+\left(E_1-E_2\right)\cdot R}{r_1\cdot R+r_2\cdot R+r_1\cdot r_2}$ $I_2=\dfrac{E_2r_1+(E_2-E_1)R}{r_1R+r_2R+r_1r_2}$	2p	
	Înlocuind valorile numerice, rezultă $I_1 = 4$ A, $I_2 = -2$A (I_2 este negativă, deci sensul curentului prin latură este invers decât cel considerat)	1p	
c.	Deoarece $U_{AB}=I'\cdot R$ $I'=I_1+I_2$	1p	**4p**
	$U_{AB} = 36$ V	1p	
d.	În relația $U_{AB}=\dfrac{\frac{E_1}{r_1}+\frac{E_2}{r_2}}{\frac{1}{r_1}+\frac{1}{r_2}+\frac{1}{R}}$	1p	**3p**
	Impunem condiția $R_v\to\infty$ sau $\dfrac{1}{R_v}\to 0$	1p	
	Rezultă: $U_{AB}=40\,\mathrm{V}$	1p	
TOTAL pentru Subiectul al II-lea			**15p**

Subiectul al III-lea		**Parţial**	**Punctaj**
a.	Conform legii I a lui Kirchhoff: $I = I_1 + I_2$	1p	**4p**
	Din datele problemei $Q_1 = f \cdot Q = U \cdot I_1 \cdot t \Rightarrow I_2 = \frac{f \cdot Q}{U \cdot t}$ $Q_2 = (1-f)\, Q = U \cdot I_2 \cdot t \Rightarrow I_2 = \frac{(1-f) \cdot Q}{U \cdot t}$	2p	
	$I = \frac{Q}{U \cdot t} = 5\,\text{A}$	1p	
b.	$Q = I^2 R_p \cdot t$	2p	**4p**
	Rezultă: $R_p = \frac{Q}{I^2 t}$	1p	
	$R_p = 22\ \Omega$	1p	
c.	$E = U + I \cdot r$	2p	**3p**
	$E = 120$ V	1p	
d.	Pentru ca puterea debitată de sursă în circuitul exterior să fie maximă, trebuie ca rezistența circuitului exterior să fie egală cu rezistența internă a sursei. $R_{ex} = r$ Acest lucru este posibil dacă legăm rezistorul în paralel cu cele două rezistenţe $\frac{R_x R_p}{R_x + R_p} = r$	2p	**4p**
	$R_x = \frac{R_p r}{R_p - r}$	1p	
	$R_s = 2{,}2\ \Omega$	1p	
TOTAL pentru Subiectul al III-lea			**15p**

D.OPTICĂ

Subiectul I		Punctaj
1.	a	3
2.	b	3
3.	a	3
4.	d	3
5.	b	3
TOTAL pentru Subiectul I		15p

Subiectul al II-lea		Parţial	Punctaj
a.	Aplicăm ecuația lui Einstein și ținem cont de relația dintre energia cinetică maximă a fotoelectronilor emiși și tensiunea de stopare $\frac{mv^2}{2} = e \cdot U_s$	1p	4p
	$\begin{cases} h\frac{c}{\lambda_1} = eU_{S1} + L_{ex} \\ h\frac{c}{\lambda_2} = eU_{S2} + L_{ex} \end{cases}$	2p	
	Rezolvând sistemul obținem $h = 6{,}6 \cdot 10^{-34}$ Js	1p	
b.	Aplicăm ecuația lui Einstein $h\frac{c}{\lambda_1} = eU_{S1} + L_{ex}$	2p	4p
	$L_{ex} = \frac{hc}{\lambda_1} - eU_{S_1}$	1p	
	Rezultă: $L_{ex} = 2{,}89 \cdot 10^{-19}$ J	1p	
c.	Conform legii a treia a efectului fotoelectric extern $h\upsilon_0 = L_{ex}$	2p	4p
	$\upsilon_0 = \frac{L_{ex}}{h}$	1p	
	$\upsilon_0 = 0{,}45 \cdot 10^{15}\ \mathrm{s}^{-1}$	1p	
d.	$W = Nh\upsilon_2 = Nh\frac{c}{\lambda_2}$	2p	3p
	Rezultă: $N = 2{,}6 \cdot 10^{15}$ cuante	1p	
TOTAL pentru Subiectul al II-lea			15p

Subiectul al III-lea		Parţial	Punctaj
a.	$f = \frac{1}{\left(\frac{n_e}{n_m} - 1\right)\left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2}\right)}$	2p	3p
	Rezultă: $f = 40$ cm	1p	
b.	Aplicăm formula punctelor conjugate, ţinând cont de expresia distanței dintre obiect și imagine $d = -x_1 + x_2$ $\quad \frac{1}{x_2} - \frac{1}{x_1} = \frac{1}{f}$ $\quad d = \frac{-x_1^2}{x_1 + f}$	2p	4p
	Distanța d este minimă pentru acea valoare a lui x_1 pentru care derivata lui d în raport cu x_1 este egală cu 0 $d'(x) = 0 \Rightarrow x_1 = 2f$	1p	
	$-x_1 = 80$ cm	1p	

c.	Aplicăm formula punctelor conjugate, ținând cont de expresia distanței dintre obiect și imagine $d=-x_1+x_2 \qquad \frac{1}{x_2}-\frac{1}{x_1}=\frac{1}{f}$	1p	**4p**
	Expresia măririi liniar transversale: $\beta=\frac{y_2}{y_1}=\frac{x_2}{-x_1}=-1$	2p	
	Rezolvând sistemul, obținem: $x_1=-80\,\text{cm}; x_2=80\,\text{cm}$	1p	
d.	Sistem optic centrat cu distanța focală *F*: $\begin{cases}\frac{1}{F}=\frac{1}{f_1}+\frac{1}{f_2}\\ \beta=\frac{-x_2}{-x_1}=2\\ \frac{1}{x_2}-\frac{1}{x_1}=\frac{1}{F}\end{cases}$	2p	**4p**
	Rezultă: $f_2=-53{,}3$ cm.	2p	
TOTAL pentru Subiectul al III-lea			**15p**

TESTUL 6

A. MECANICĂ

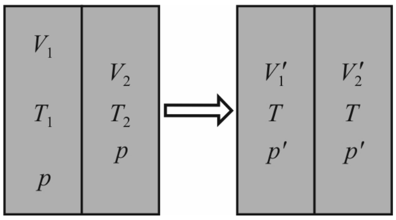
Subiectul I		Punctaj
1.	**a**	**3**
2.	**a**	**3**
3.	**c**	**3**
4.	**b**	**3**
5.	**c**	**3**
TOTAL pentru Subiectul I		**15p**

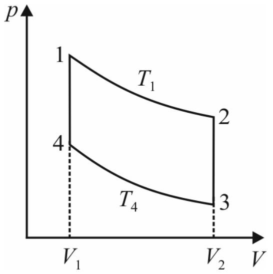
Subiectul al II-lea		Parţial	Punctaj
a.	$\text{tg}\,\varphi = \mu = \frac{1}{\sqrt{3}}$	2p	**3p**
	$\varphi = 30^\circ$	1p	
b.	$a = \frac{G_t - F_f}{m}$	1p	**4p**
	$a = \frac{mg\sin\alpha - \mu mg\cos\alpha}{m}$	1p	
	$a = g(\sin\alpha - \mu\cos\alpha)$	1p	
	$a = 10\frac{\sqrt{3}}{3}$=5,77m/s^2	1p	
c.	Notăm forţa suplimentară cu $\vec{F}$. Sensul ei este opus lui $\vec{G}_t$.	1p	**4p**
	$G_t = F_f + F$	1p	
	$F = G_t - F_f = ma$	1p	
	$F = 100\,\frac{\sqrt{3}}{3}$ N	1p	
d.	Notăm forţa suplimentară cu $\vec{F}\,'$. Sensul ei este opus lui $\vec{G}_t$.	1p	**4p**
	$G_t + F_f = F'$	1p	
	$G_t = mg\sin\alpha$	1p	
	$F = 200\,\frac{\sqrt{3}}{3}$ N	1p	
TOTAL pentru Subiectul al II-lea			**15p**

Subiectul al III-lea		**Parţial**	**Punctaj**
a.	$p = \frac{h}{l} = \sin\alpha = 5\%$ $v = 54 \cdot \frac{1000\,\text{m}}{3600\,\text{s}}$ =15m/s	1p	**5p**
	La coborâre $\text{tg}\,\alpha = \mu \Rightarrow \frac{\sin\alpha}{\cos\alpha} = \mu$	1p	
	La urcare $P = F_t\,v$ $F_t = G_t + F_f$, pentru că v este constant	1p	
	$F_t = mg(\sin\alpha + \mu\cos\alpha) = mg(\sin\alpha + \sin\alpha) = 2mg\sin\alpha$	1p	
	$P = 2mgv\sin\alpha = 2\cdot 10^4 \cdot 15 \cdot \frac{5}{100} = 15\cdot 10^3$ W=15kW	1p	
b.	$P' = F_t^{'} \cdot v\ ,\ F_t^{'} = F_f^{'} = \mu mg$	2p	**4p**
	$P' = \mu mgv = \frac{\sin\alpha}{\cos\alpha} mgv$	1p	
	$P' \cong 7500$ W=7,5kW	1p	
c.	$P_{gravit.} = \vec{G} \cdot \vec{v} = G \cdot v \cdot \cos(90^\circ - \alpha) = G \cdot v \cdot \sin\alpha$	2p	**3p**
	$P_{gravit.} = 7500\,\text{W} = 7{,}5\,\text{kW}$	1p	
d.	$\Delta E = \Delta E_p = mgh = mgl\sin\alpha$	2p	**3p**
	$\Delta E = \Delta E_p = 25\,\text{kJ}$	1p	
TOTAL pentru Subiectul al III-lea			**15p**

B. TERMODINAMICĂ

Subiectul I		Punctaj
1.	c	3
2.	b	3
3.	d	3
4.	d	3
5.	a	3
TOTAL pentru Subiectul I		15p

Subiectul al II-lea		Parţial	Punctaj
a.	 $\frac{\nu_1}{\nu_2}=\frac{\frac{pV_1}{RT_1}}{\frac{pV_2}{RT_2}}=\frac{V_1}{T_1}\cdot\frac{T_2}{V_2}=\frac{V_1}{V_2}\cdot\frac{T_2}{T_1}=\frac{2}{3}\cdot\frac{540}{450}=\frac{2}{3}\cdot\frac{54}{45}=\frac{4}{5}=0,8$	2p	3p
	$\frac{\nu_1}{\nu_2}=\frac{4}{5}=0,8$	1p	
b.	$\frac{\nu_1}{\nu_2}=\frac{\frac{p'V_1'}{RT}}{\frac{p'V_2'}{RT}}=\frac{V_1'}{V_2'}$	2p	3p
	$\frac{V_1'}{V_2'}=0,8$	1p	
c.	$\left.\begin{array}{l} pV_1=\nu_1RT_1 \\ pV_2=\nu_2RT_2 \end{array}\right\} \Rightarrow p(V_1+V_2)=R(\nu_1T_1+\nu_2T_2)$	1p	5p
	$\left.\begin{array}{l} p'V_1'=\nu_1RT \\ p'V_2'=\nu_2RT \end{array}\right\} \Rightarrow p'(V_1'+V_2')=RT(\nu_1+\nu_2)$	1p	
	$\frac{p}{p'}=\frac{\nu_1T_1+\nu_2T_2}{T(\nu_1+\nu_2)} \Leftrightarrow \frac{5}{3}=\frac{0,8\nu_2\cdot 450+\nu_2\cdot 540}{T\cdot 1,8\nu_2}$	2p	
	$T=300\,\mathrm{K} \Rightarrow t=27\ ^\circ\mathrm{C}$	1p	
d.	$V_1=3,6l$ $\frac{V_1}{V_2}=\frac{2}{3} \Rightarrow V_2=\frac{3\cdot 3,6}{2}=3\cdot 1,8=5,4l$	1p	4p
	$V_1+V_2=V_1'+V_2'=9l$ $\frac{V_1'}{V_2'}=0,8 \Rightarrow V_1'=0,8V_2'$	2p	
	$0,8V_2'+V_2'=9 \Leftrightarrow 1,8V_2'=9 \Leftrightarrow V_2'=5l \Rightarrow V_1'=4l$	1p	
TOTAL pentru Subiectul al II-lea			15p

Subiectul al III-lea		Parţial	Punctaj
a.		4p	**4p**
b.	$Q_{12} = \nu R T_1 \ln\dfrac{V_2}{V_1} \quad > 0$ $Q_{41} = \nu C_V (T_1 - T_4) = \nu \dfrac{5R}{2}(T_1 - T_4) \quad > 0$	2p	**4p**
	$Q_{primit} = Q_{12} + Q_{41} = 22935,6\,\text{J}$	2p	
c.	$Q_{23} = \nu C_V (T_4 - T_1) = \nu \dfrac{5R}{2}(T_4 - T_1) = \quad < 0$ $Q_{34} = \nu R T_4 \ln\dfrac{V_1}{V_2} = \quad < 0$	2p	**4p**
	$Q_{cedat} = Q_{23} + Q_{34} = -15955,2\,\text{J}$	2p	
d.	$\eta = 1 - \dfrac{\lvert Q_{cedat} \rvert}{Q_{primit}}$	2p	**3p**
	$\eta = 30,43\%$	1p	
TOTAL pentru Subiectul al III-lea			**15p**

C. PRODUCEREA ȘI UTILIZAREA CURENTULUI CONTINUU

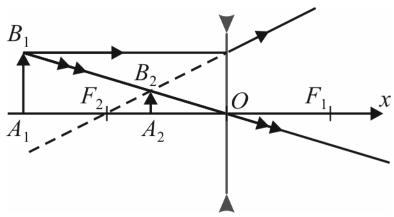
Subiectul I		Punctaj
1.	**a**	**3**
2.	**b**	**3**
3.	**a**	**3**
4.	**b**	**3**
5.	**d**	**3**
TOTAL pentru Subiectul I		**15p**

Subiectul al II-lea		Parţial	Punctaj
a.	$P = R \cdot I_A^2$	2p	**3p**
	$P = 2,5\ \mathrm{W}$	1p	
b.	$\begin{cases} I = I_0 + I_A \\ I_0 \dfrac{x}{l} R_0 = I_A R \\ E = I_A R + I \dfrac{l-x}{l} R_0 \end{cases}$	3p	**5p**
	$x = 0,5\ \mathrm{m}$	2p	
c.	$I = \dfrac{E}{R_e} \Rightarrow R_e = \dfrac{E}{I}$	1p	**4p**
	$I = I_0 + I_A$ $I_0 = I_A \dfrac{R \cdot l}{x \cdot R_0} = 0,5\mathrm{A}$	2p	
	$I = 1A,\ R_e = \dfrac{15}{1} = 15\Omega$	1p	
d.	$W = U \cdot I \cdot \Delta t = E \cdot I \cdot \Delta t$	2p	**3p**
	$W = 2250\,\mathrm{Wh} = 2,25\ \mathrm{kWh}$	1p	
TOTAL pentru Subiectul al II-lea			**15p**

Subiectul al III-lea		**Parţial**	**Punctaj**
a.	$P_{total} = 2 \cdot 40 + 2 \cdot 60 = 200\,\text{W}$	2p	**3p**
	$P_{total} = U \cdot I \Rightarrow I = \dfrac{P_{total}}{U} = \dfrac{200}{50} = 4\,\text{A}$	1p	
b.	Legând un voltmetru ideal $(R_V \to \infty)$ între A şi B putem aplica legea a II-a Kirchhoff pentru ochiul $CABC$, $0 = I_1R_1 + U_{AB} - I_2R_2$	1p	**5p**
	Dar $I_1 = I_2 = \dfrac{I}{2}$, datorită simetriei celor două ramuri CAD şi CBD. $U_{AB} = \dfrac{I}{2}(R_2 - R_1)$	1p	
	$P_1 = \left(\dfrac{I}{2}\right)^2 R_1 \Rightarrow R_1 = \dfrac{P_1}{\left(\dfrac{I}{2}\right)^2} = \dfrac{40}{4} = 10\,\Omega$ $P_2 = \left(\dfrac{I}{2}\right)^2 R_2 \Rightarrow R_2 = \dfrac{P_2}{\left(\dfrac{I}{2}\right)^2} = \dfrac{60}{4} = 15\,\Omega$	2p	
	$U_{AB} = 10\,\text{V}$	1p	
c.	$W_{total} = P_{total} \cdot \Delta t$	2p	**3p**
	$W_{total} = 72 \cdot 10^4 J = 720\text{ kJ}$	1p	
d.	$\dfrac{R_1}{R_0} = 1 + \alpha t_1 \Rightarrow t_1 = \dfrac{\dfrac{R_1}{R_0} - 1}{\alpha} = \dfrac{9}{5 \cdot 10^{-3}} = 1800^{\circ}\text{C}$	2p	**4p**
	$\dfrac{R_2}{R_0} = 1 + \alpha t_2 = t_2 = \dfrac{\dfrac{R_2}{R_0} - 1}{\alpha} = \dfrac{11{,}5}{5 \cdot 10^{-3}} = 2300\,^{\circ}\text{C}$	2p	
TOTAL pentru Subiectul al III-lea			**15p**

D.OPTICĂ

Subiectul I		**Punctaj**
1.	**c**	**3**
2.	**b**	**3**
3.	**a**	**3**
4.	**c**	**3**
5.	**d**	**3**
TOTAL pentru Subiectul I		**15p**

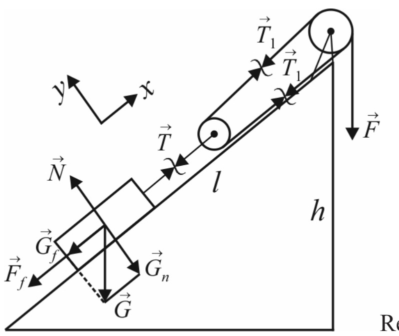
Subiectul al II-lea		**Parţial**	**Punctaj**
a.	$\frac{1}{f_{aer}}=(n-1)\left(\frac{1}{R_1}-\frac{1}{R_2}\right)\Rightarrow f_{aer}=-8\text{ cm}$	2p	**4p**
	$\frac{1}{f_{apa}}=\left(\frac{n}{n_{apa}}-1\right)\left(\frac{1}{R_1}-\frac{1}{R_2}\right)\Rightarrow f_{apa}=-32\,\text{cm}$	2p	
b.	$\frac{1}{x_2}=\frac{1}{x_1}+\frac{1}{f_{aer}}$	1p	**4p**
	$x_2=-\frac{24}{5}\text{cm}=-4{,}8\,\text{cm}$	1p	
	$\beta=\frac{x_2}{x_1}$	1p	
	$\beta=0{,}4$	1p	
c.	$\frac{1}{x_2'}=\frac{1}{x_1'}+\frac{1}{f_{apa}}$	1p	**4p**
	$x_2'=-\frac{96}{5}\text{cm}=-19{,}2\,\text{cm}$	1p	
	$\beta'=\frac{x_2'}{x_1'}$	1p	
	$\beta'=0{,}4$	1p	
d.		2p	**3p**
	Imaginea este: virtuală, dreaptă şi micşorată.	1p	
TOTAL pentru Subiectul al II-lea			**15p**

Subiectul al III-lea		**Parţial**	**Punctaj**
a.	$i=\dfrac{\lambda D}{2l}=12\cdot10^{-4}\,\text{m}=1,2\,\text{mm}$	2p	**3p**
	$x_0=0\cdot i=0\,\text{mm}$	1p	
b.	$\lambda_{\text{apă}}=\dfrac{\lambda}{n}$	1p	**3p**
	$i_{\text{apă}}=\dfrac{i}{n}=\dfrac{1,2}{4}\cdot3=0,9\,\text{mm}$	1p	
	$x_{\text{apă}}=0\cdot i_{\text{apă}}=0$ mm	1p	
c.	Introducerea unui strat subţire (lamă, film, peliculă) în calea unuia din fasciculele luminoase care interferă conduce la deplasarea figurii de interferenţă spre acel fascicul. De exemplu, dacă se introduce o lamă transparentă cu grosimea e şi indicele de refracţie n, în calea fasciculului 1, atunci noua diferenţă de drum optic între razele care interferă este: $\Delta r=r_2-(r_1-e+ne)=r_2-r_1-e(n-1)$	2p	**5p**
	Deci, în centrul ecranului, unde diferenţa r_2-r_1 este nulă, apare o diferenţă de drum suplimentară e(n-1). Punând condiţia de maxim găsim noul ordin al maximului plasat în centrul ecranului, $e(n-1)=k_{nou}\cdot\lambda\Rightarrow k_{nou}=\dfrac{e(n-1)}{\lambda}$	2p	
	$k_{nou}=10$	1p	
d.	Figura de interferenţă are aceeaşi interfranjă ca şi în cazul a), deci i =1,2 mm.	2p	**4p**
	Figura de interferenţă este deplasată în sensul fasciculului acoperit, deci noul maxim central va avea abscisa $x_{0\text{ nou}}=\Delta x=k_{nou}\cdot i=10\cdot1,2=12\,\text{mm}$	2p	
TOTAL pentru Subiectul al III-lea			**15p**

TESTUL 7

A. MECANICĂ

Subiectul I		**Punctaj**
1.	**c**	**3**
2.	**a**	**3**
3.	Viteza medie este: $v_m = \frac{d}{t} = \frac{d}{t_1 + t_2}$ Cum: $t_1 = \frac{d}{2v_1} = \frac{d}{6v}$ şi $t_2 = \frac{d}{2v_2} = \frac{d}{2v}$ $\Rightarrow v_m = \frac{d}{\frac{d}{6v} + \frac{d}{2v}} = \frac{6v}{4} = 1,5v$ **a**	**3**
4.	Calculăm accelerația din reprezentarea grafică: $a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = -8\ \text{m/s}^2$ Calculăm accelerația la urcare pe planul înclinat: $\vec{G} + \vec{F_f} + \vec{N} = m\vec{a}$ OX: $-G_t - F_f = ma$ OY: $N - G_n = 0 \Rightarrow N = mg\cos\alpha$ Cum $F_f = \mu N \Rightarrow F_f = \mu mg\cos\alpha$ $\Rightarrow -mg\sin\alpha - \mu mg\cos\alpha = ma \Rightarrow a = -g(\sin\alpha + \mu\cos\alpha)$ Înlocuind $\Rightarrow \mu = \frac{\sqrt{3}}{5}$ **c**	**3**
5.	Aplicăm legea conservării energiei mecanice: $mgh = \frac{mv_1^2}{2} \Rightarrow v_1 = \sqrt{2gh}$ Cum $v_2 = kv_1 \Rightarrow v_2 = k\sqrt{2gh}$ Variația impulsului este: $\Delta p = p_2 - p_1 = mv_2 - (-mv_1) = m(k+1)\sqrt{2gh} = 1,6\,\text{Ns}$; $F_m = \frac{\Delta p}{\Delta t} = 800\ \text{N}$ **b**	**3**
TOTAL pentru Subiectul I		**15p**

Subiectul al II-lea		**Parţial**	**Punctaj**
a.	 Reprezentarea forțelor care acționează în sistem	3p	**3p**
b.	Lucrul mecanic util: $L_u = mgh$	1p	**4p**
	Lucrul mecanic consumat: $L_c = T \cdot l$ $T = 2F \Rightarrow L_c = 2Fl$	1p	
	Randamentul este: $\eta = \frac{L_u}{L_c} = \frac{mgh}{2Fl}$	1p	
	Rezultă forța de tracțiune: $F = \frac{mgh}{2\eta l} = 500\ \text{N}$	1p	

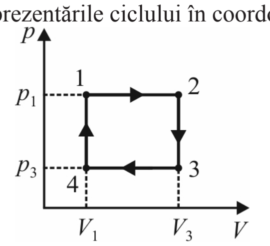
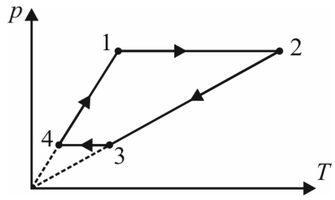
c.	Aplicăm principiul fundamental al dinamicii, ținând cont că $\vec{v} = ct \Rightarrow \vec{a} = 0$ $\vec{G} + \vec{T} + \vec{N} + \vec{F_f} = 0$ pe *Ox*: $T - F_f - mg\sin\alpha = 0 \Rightarrow F_f = T - mg\sin\alpha$	2p	**5p**
	$T = 2T_1 = 2F$ iar $\sin\alpha = \frac{h}{l}$ Rezultă $F_f = 2F - mg\frac{h}{l}$	2p	
	$F_f =$ 600 N	1p	
d.	$F_f = \mu N \Rightarrow F_f = \mu mg\cos\alpha \Rightarrow \mu = \frac{F_f}{mg\cos\alpha}$	2p	**3p**
	$\Rightarrow \mu = 0,65$	1p	
TOTAL pentru Subiectul al II-lea			**15p**

Subiectul al III-lea		**Parțial**	**Punctaj**
a.	Reprezentarea forțele care acționează asupra corpului pe porțiunea orizontală şi aplicarea teorema variației energiei cinetice: $\Delta E_c = L$	1p	**4p**
	Lucrul mecanic total: $L = L_G + L_N + L_{F_f}$ dar $L_G = 0$, $L_N = 0$, iar $L_{F_f} = -F_f d$	1p	
	$F_f = \mu N = \mu mg$ Rezultă: $\frac{mv^2}{2} - \frac{mv_0^2}{2} = -\mu mgd \Rightarrow v = \sqrt{v_0^2 - 2\mu gd} = \sqrt{21}$ m/s $= 4,58$ m/s	2p	
b.	Pe porțiunea *MN* mişcarea având loc fără frecare, aplicăm conservarea energiei mecanice: $E_M = E_N \Rightarrow E_{CM} + E_{PM} = E_{CN} + E_{PN}$ Considerăm M nivel de referință, $E_{PM} = 0$	1p	**4p**
	Notăm cu v_1 viteza corpului în punctul *N*, rezultă: $\frac{mv^2}{2} = \frac{mv_1^2}{2} + mgR$	1p	
	Viteza în *N* este: $v_1 = \sqrt{v^2 - 2gR}$	1p	
	$v_1 = \sqrt{11}$ m/s $= 3,31$ m/s	1p	
c.	Pentru înălțimea maximă la care ar putea să ajungă corpul față de punctul M aplicăm legea conservării energiei mecanice: $\frac{mv^2}{2} = mgh_{max} \Rightarrow h_{max} = \frac{v^2}{2g}$	2p	**3p**
	$h_{max} = 1,05$ m/s	1p	
d.	Relația dintre cele două înălțimi este: $h = fh_{max} = f\frac{v^2}{2g} = 0,81$ m	1p	**4p**
	Notăm cu v_2 viteza corpului la înălțimea h şi aplicăm legea conservării energiei mecanice față de punctul *M* (nivel de referință). Ținând cont că $E_{PM} = 0$, rezultă: $\frac{mv^2}{2} = \frac{mv_2^2}{2} + mgh \Rightarrow v_2 = \sqrt{v^2 - 2gh}$	2p	
	$v_2 = 2,04 m/s$	1p	
TOTAL pentru Subiectul al III-lea			**15p**

B. TERMODINAMICĂ

Subiectul I		Punctaj
1.	**b**	**3**
2.	**b**	**3**
3.	**c**	**3**
4.	Calculăm lucrul mecanic pe cele două transformări prin metoda grafică. $L_{1\to 2} = \dfrac{(p_1+p_2)(V_2-V_1)}{2} = 150\text{ J};\ L_{2\to 3} = p_2(V_3-V_2) = 200\text{ J};\ \dfrac{L_{1\to 2}}{L_{2\to 3}} = 0,75$ **c**	**3**
5.	Randamentul ciclului Carnot: $\eta_C = 1 - \dfrac{T_{min}}{T_{max}}$ Utilizând formula randamentului termic: $\eta = \dfrac{L}{Q_1} \Rightarrow 1 - \dfrac{T_{min}}{T_{max}} = \dfrac{L}{Q_1}$ Din: $Q_1 = L + 0,6L = 1,6L$ rezultă: $T_{min} = \dfrac{3T_{max}}{8} = 150\text{ K}$ **d**	**3**
TOTAL pentru Subiectul I		**15p**

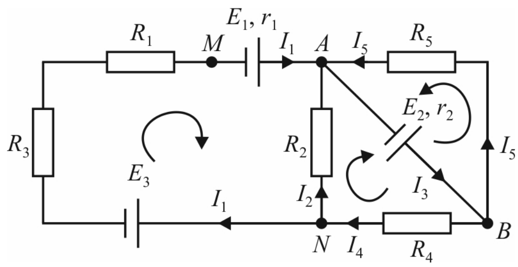
Subiectul al II-lea		Parţial	Punctaj
a.	Scriem legea transformării izobare pentru fiecare gaz: $\dfrac{V_1}{T_0} = \dfrac{V_1'}{T_1}$ şi $\dfrac{V_2}{T_0} = \dfrac{V_2'}{T_2}$	1p	**4p**
	dar $V_1 + V_2 = V$ şi $V_2 = 2V_1 \Rightarrow V_1 = \dfrac{V}{3}$ şi $V_2 = \dfrac{2V}{3}$, iar $V_1' = V_2' = \dfrac{V}{2}$	1p	
	Înlocuind, rezultă: $T_1 = \dfrac{3T_0}{2}$ şi $T_2 = \dfrac{3T_0}{4}$	1p	
	Rezultă: $T_1 = 409,5\text{K}$ şi $T_2 = 204,75\text{K}$	1p	
b.	Scriem legea transformării izoterme pentru fiecare gaz: $p_0V_1' = p_1V_1''$, $p_0V_2' = p_2V_2''$	1p	**4p**
	$V_1' = \dfrac{l}{2}S, V_1'' = (\dfrac{l}{2}+x)S$ $V_1'' = (\dfrac{l}{2}+x)S$ şi , respectiv, $V_2' = \dfrac{l}{2}S, V_2'' = (\dfrac{l}{2}-x)S$	1p	
	Obținem: $p_0\dfrac{l}{2}S = p_1(\dfrac{l}{2}+x)S \Rightarrow p_1 = \dfrac{p_0 l}{l+2x} = \dfrac{2p_0}{3} = 0,66\cdot 10^5\,\dfrac{\text{N}}{\text{m}^2}$ $p_0\dfrac{l}{2}S = p_2(\dfrac{l}{2}-x)S \Rightarrow p_2 = \dfrac{p_0 l}{l-2x} = 2p_0 = 2\cdot 10^5\,\dfrac{\text{N}}{\text{m}^2}$	1p	
	$p_1 = 0,66\cdot 10^5\,\dfrac{\text{N}}{\text{m}^2}$ $p_2 = 2\cdot 10^5\,\dfrac{\text{N}}{\text{m}^2}$	1p	
c.	$F = (p_2 - p_1)S$	2p	**3p**
	$F = 536\text{N}$	1p	
d.	Scriem ecuațiile de stare sub forma: $p_0V_1 = \dfrac{m_1}{\mu}RT_1$ şi $p_0V_2 = \dfrac{m_2}{\mu}RT_2 \Rightarrow \dfrac{V_2}{V_1} = \dfrac{m_2}{m_1}\dfrac{T_2}{T_1}$	2p	**5p**
	Dar $T_1 = \dfrac{3T_0}{2}, T_2 = \dfrac{3T_0}{4}$ şi $V_1 = \dfrac{V}{3}, V_2 = \dfrac{2V}{3}$	1p	
	$\Rightarrow \dfrac{m_2}{m_1} = 2\dfrac{V_2}{V_1}$	1p	
	$\Rightarrow \dfrac{m_2}{m_1} = 2$	1p	
TOTAL pentru Subiectul al II-lea			**15p**

Subiectul al III-lea		Parţial	Punctaj
a.	Identificăm transformările: $1 \to 2$ şi $3 \to 4$ sunt transformări izobare $2 \to 3$ şi $4 \to 1$ sunt trandformări izocore	1p	**3p**
	Reprezentările ciclului în coordonate (p, V) şi (V, T): 	2p	
b.	Aplicăm legea transformării izobare pe $1 \to 2$: $\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \Rightarrow \frac{V_1}{T_1} = \frac{3V_1}{T_2} \Rightarrow T_2 = 3T_1$	1p	**4p**
	Aplicăm legea transformării izocore pe $2 \to 3$: $\frac{p_2}{T_2} = \frac{p_3}{T_3}$ Cum $T_3 = T_1$ (din reprezentarea grafică) $\Rightarrow \frac{p_1}{3T_1} = \frac{p_3}{T_1} \Rightarrow p_3 = \frac{p_1}{3}$	2p	
	$p_3 = 10^5 \text{N/m}^2$	1p	
c.	Energia internă: $\Delta U_{1\to 2} = \upsilon C_v (T_2 - T_1) = 2\upsilon C_v T_1$	1p	**4p**
	$\Rightarrow \Delta U = 2\upsilon \frac{3}{2} R T_1 = 3\upsilon R T_1$	1p	
	$p_1 V_1 = \upsilon R T_1 \Rightarrow \Delta U_{1\to 2} = 3 p_1 V_1$	1p	
	$\Delta U_{1\to 2} = 2700\text{J}$	1p	
d.	$\eta = \frac{L}{Q_1}$ Lucrul mecanic total schimbat de sistem este: $L = (p_1 - p_4)(V_2 - V_1)$ dar $p_4 = p_3 = \frac{p_1}{3}$ şi $V_2 = 3V_1 \Rightarrow L = \frac{4p_1V_1}{3}$	1p	**4p**
	Căldura primită este: $Q_1 = Q_{1\to 2} + Q_{4\to 1} = \upsilon C_p (T_2 - T_1) + \upsilon C_v (T_1 - T_4)$ $C_p = C_v + R = \frac{5}{2} R$ şi aplicând legea transformării izocore pe $4 \to 1$: $\frac{p_4}{T_4} = \frac{p_1}{T_1} \Leftrightarrow \frac{p_3}{T_4} = \frac{p_1}{T_1} \Rightarrow T_4 = $ Rezultă: $Q_1 = 5\upsilon R T_1 + \upsilon R T_1 = 6\upsilon R T_1 =$	2p	
	Randamentul este: $\eta = \frac{4p_1V_1}{18p_1V_1} = \frac{2}{9} = 0{,}22 \Rightarrow \eta = 22\%$	1p	
TOTAL pentru Subiectul al III-lea			**15p**

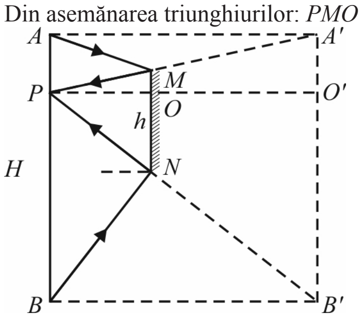
C. PRODUCEREA ȘI UTILIZAREA CURENTULUI CONTINUU

Subiectul I		Punctaj
1.	d	3
2.	b	3
3.	b	3
4.	$R_{s1}=2R$ $\quad \frac{1}{R_p}=\frac{1}{R}+\frac{1}{2R}\Rightarrow R_p=\frac{2R}{3}$ $\quad R_{s2}=R+\frac{2R}{3}=\frac{5R}{3}$ $\frac{1}{R_{AB}}=\frac{1}{R}+\frac{2R}{3}$ $\quad \Rightarrow R_{AB}=\frac{5R}{8}=1,25\ \Omega$ **b**	3
5.	a	3
TOTAL pentru Subiectul I		**15p**

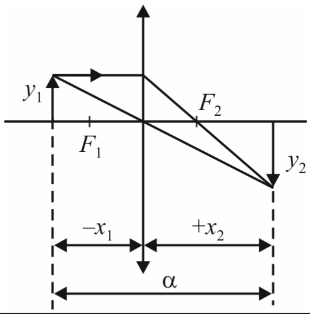
Subiectul al II-lea		Parțial	Punctaj
a.	$R_1=R+R=2R$	1p	4p
	$\frac{1}{R_2}=\frac{1}{R_1}+\frac{1}{R}=\frac{3}{2R}\Rightarrow R_2=\frac{2R}{3}$	1p	
	$R_3=R_2+R=\frac{2R}{3}+R=\frac{5R}{3}$	1p	
	$\frac{1}{R_{AB}}=\frac{1}{R_3}+\frac{1}{R}=\frac{3}{5R}+\frac{1}{R}=\frac{8}{5R}$ $R_{AB}=\frac{5R}{8}=6,25\ \Omega$	1p	
b.	Tensiunea la bornele sursei: $U=IR_{AB}\Rightarrow I=\frac{U}{R_{AB}}=3,2\text{A}$	2p	4p
	Aplicăm legea lui Ohm pe întregul circuit: $I=\frac{E}{R_{AB}+r}\Rightarrow E=I(R_{AB}+r)=26,4V$	2p	
c.	R'_{AB} rezistența echivalentă a circuitului în condițiile în care $R'=2R$ $\Rightarrow R'_{AB}=\frac{10R}{8}=12,5\Omega$	1p	4p
	Calculăm intensitatea I' aplicând legea lui Ohm pe întregul circuit: $I'=\frac{E}{R_{AB}'+r}=1,8\text{A}$	1p	
	Tensiunea la bornele sursei devine: $U'=I'R_{AB}'=22,5\ \text{V}$	1p	
	Relația dintre cele două tensiuni este: $U'=U+fU\Rightarrow f=\frac{U'-U}{U}=0,125\Rightarrow f=12,5\%$ creşterea de tensiune.	1p	
d.	$P_{\max}=\frac{E^2}{4r}$	2p	3p
	$P_{\max}=87,12\text{W}$	1p	
TOTAL pentru Subiectul al II-lea			**15p**

Subiectul al III-lea		**Parţial**	**Punctaj**
a.	 Reprezentăm intensităţile curenţilor pe ramuri şi alegem sensurile de parcurs. Aplicăm legea I a lui Kirchhoff pentru nodurile N şi B: $-I_2 + I_4 - I_1 = 0$ $I_3 - I_4 - I_5 = 0$	2p	**6p**
	Aplicăm legea a II-a a lui Kirchhoff pentru ochiurile de reţea: $E_1 - E_3 = I_1(R_1 + R_3 + r_1) - I_2R_2$ $E_2 = I_3r_2 + I_4R_4 + I_2R_2$ $E_2 = I_3r_2 + I_5R_5$	3p	
	Rezultă: $I_1 = 1,5A \quad I_2 = 0,5A \quad I_3 = 5A \quad I_4 = 2A \quad I_5 = 3A$	1p	
b.	$U_{MN} = -I_1(R_1 + R_3) - E_3$	3p	**4p**
	$U_{MN} = -19V$	1p	
c.	$P_4 = I_4^2R_4$	2p	**3p**
	$P_4 = 8W$	1p	
d.	$W_1 = I_1^2R_1t$	2p	**3p**
	$W_1 = 10800\ \text{J} = 10,8\ \text{kJ}$	1p	
TOTAL pentru Subiectul al III-lea			**15p**

D.OPTICĂ

Subiectul I		**Punctaj**
1.	$\lambda_a = \frac{\lambda}{n_a} \Rightarrow \lambda = n_a \lambda_a = 680\,\text{nm}$ **d**	**3**
2.	**c**	**3**
3.	Notăm cu *P* poziția ochiului. Din construcția imaginii, aplicăm legile reflexiei, se observă că $PO = OO'$, imaginea și obiectul sunt simetrice $\Rightarrow PO' = 2PO$ Din asemănarea triunghiurilor: *PMO* și *PA′O′* rezultă : $\frac{MO}{A'O'} = \frac{PO}{PO'} \Rightarrow MO = \frac{A'O'}{2}$ $\frac{ON}{O'B'} = \frac{PO}{PO'} \Rightarrow ON = \frac{O'B'}{2}$  Înălțimea oglinzii: $h = MO + ON = \frac{A'B'}{2} = \frac{H}{2} \Rightarrow h = 0{,}9\text{ m}$ **b**	**3**
4.	Maximul luminos de ordinul *k* se formează la distanța: $x_k = \frac{k\lambda D}{2l}$ Pentru primele două franje luminoase, avem: $k = 1 \Rightarrow x_1 = \frac{\lambda D}{2l} = 1\text{ mm}$ $k = 2 \Rightarrow x_2 = \frac{2\lambda D}{2l} = 2\text{ mm}$ **c**	**3**
5.	Aplicăm formula lentilelor subțiri: $\frac{1}{x_2} - \frac{1}{x_1} = \frac{1}{f} \Rightarrow f = \frac{x_1 x_2}{x_1 - x_2}$ Din formula mărimii transversale: $\beta = \frac{x_2}{x_1} \Rightarrow x_2 = \beta x_1$ $\Rightarrow f = \frac{\beta x_1}{1-\beta} = \frac{x_1}{\frac{1}{\beta} - 1}$ Din grafic: $\frac{1}{\beta} = -1$ $x_1 = -20\text{ cm} \Rightarrow f = \frac{-20}{-1-1} = 10\text{ cm}$ **b**	**3**
TOTAL pentru Subiectul I		**15p**

Subiectul al II-lea		**Parțial**	**Punctaj**
a.	Avem o lentilă plan convexă $R_1 \to \infty$, $R_2 = -R$	1p	**4p**
	Formula convergenței: $C = (n-1)(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2}) = \frac{n-1}{R} \Rightarrow R =$	2p	
	R = 10 cm	1p	
b.	Din $C = \frac{1}{f} \Rightarrow f = \frac{1}{C} = 20\text{ cm}$	1p	**5p**
	Aplicăm formula lentilelor subțiri: $\frac{1}{x_2} - \frac{1}{x_1} = \frac{1}{f} \Rightarrow x_2 = \frac{f x_1}{f + x_1}$	2p	
	Aplicăm formula lentilelor subțiri: $x_2 = \frac{20(-40)}{20-40} = 40\text{ cm}$	2p	

c.	 $d=-x_1+x_2$	2p	**3p**
	$d=-(-40)+40=80\,\text{cm}$	1p	
d.	Mărirea liniară transversală este: $\beta=\dfrac{y_2}{y_1}=\dfrac{x_2}{x_1}$	1p	**3p**
	$y_2=\dfrac{x_2}{x_1}y_1$	1p	
	$y_2=-2$ cm Imaginea este reală, răsturnată, egală cu obiectul.	1p	
TOTAL pentru Subiectul al II-lea			**15p**

Subiectul al III-lea		**Parţial**	**Punctaj**
a.	Scriem ecuația lui Einstein pentru cele două radiații: $\begin{cases} h\dfrac{c}{\lambda_1}=L+eU_1 \\ h\dfrac{c}{\lambda_2}=L+eU_2 \end{cases} (=) \begin{cases} h\dfrac{c}{\lambda_1}-L=eU_1 \\ h\dfrac{c}{\lambda_2}-L=eU_1(1-f) \end{cases}$	2p	**5p**
	$\dfrac{h\dfrac{c}{\lambda_1}-L}{h\dfrac{c}{\lambda_2}-L}=\dfrac{eU_1}{0{,}8eU_1} \Rightarrow L=hc\dfrac{\lambda_1-0{,}8\lambda_2}{0{,}2\lambda_1\lambda_2}$	2p	
	$L=66\cdot10^{-21}$. $E=0{,}41eV$	1p	
b.	Lucrul mecanic de extracție: $L=h\cdot\nu_0 \Rightarrow \nu_0=\dfrac{L}{h}$	2p	**3p**
	$L=10^{14}\,\text{Hz}$	1p	
c.	Energia unui foton corespunzător radiației λ_1: $\varepsilon_1=h\nu_1=h\dfrac{c}{\lambda_1}$	2p	**3p**
	$\varepsilon_1=0{,}11\cdot10^{-19}\,\text{J}=0{,}06eV$	1p	
d.	Relația dintre energia cinetică maximă şi tensiunea de stopare $\dfrac{m_e v_1^2}{2}=eU_1$ $\dfrac{m_e v_2^2}{2}=eU_2$	2p	**4p**
	$\dfrac{v_1}{v_2}=\sqrt{\dfrac{U_1}{U_2}}=\sqrt{\dfrac{U_1}{0{,}8U_1}}$	1p	
	$\Rightarrow \dfrac{v_1}{v_2}=\dfrac{\sqrt{5}}{4}$	1p	
TOTAL pentru Subiectul al III-lea			**15p**

TESTUL 8

A. MECANICĂ

Subiectul I		Punctaj
1.	b .	3
2.	b.	3
3.	d.	3
4.	a.	3
5.	b.	3
TOTAL pentru Subiectul I		15p

Subiectul al II-lea		Parţial	Punctaj
a.	Condiția de întâlnire : $x_1 = x_2$;	1p	4p
	$x_1 = \frac{at^2}{2}$; $x_2 = v_0 t$	2p	
	rezultat final : $t = \frac{2v_0}{a}$; $t = 8\text{s}$	1p	
b.	$v = v_0 + at$	2p	3p
	$v = 16\text{m/s}$	1p	
c.	$0 = v + a_{frânare} t_{frânare}$	2p	3p
	rezultat final: $a_{frânare} = \frac{-v}{t_{frânare}}$ $a_{frânare} = -4\text{m/s}^2$	1p	
d.	$d = d_1 + d_2$	2p	5p
	$d_1 = v_0 t$ $d_1 = x_1 = x_2 =$ 64 m	2p	
	$d_2 = d_{oprire}$ $v_{oprire}^2 = v^2 + 2a_{franare} d_{oprire}$ $d_2 = \frac{-v^2}{2a_{frânare}}$ $d_2 = 32m$ rezultat final: d = 96m	1p	
TOTAL pentru Subiectul al II-lea			15p

Subiectul al III-lea		Parţial	Punctaj
a.	$E = mgh$	2p	3p
	rezultat final: E = 4500 J	1p	
b.	$\Delta E_c = L_{total}$	1p	4p
	$\Delta E_c = \frac{mv^2}{2}$ $L_{total} = L_G + L_{F_f}$	1p	
	$L_G = mgh$ $L_{F_f} = -F_f \cdot l = -\mu mg \cos\alpha \cdot \frac{h}{\sin\alpha}$	1p	
	rezultat final: $v = \sqrt{2gh(1 - \mu \cdot \text{ctg}\alpha)}$ $v \cong 13$ m/s	1p	

c.	$\Delta E_c^{'} = L_{total}^{'}$	1p	**4p**
	$\Delta E_c^{'} = 0 \qquad L_G = mgh \qquad L_{total}^{'} = L_G + L_{F_f}^{total}$	2p	
	rezultat final: $L_{F_f}^{total} = -mgh$; $L_{F_f}^{total} = -4500J$	1p	
d.	$L_{F_f}^{total} = L_{F_f} + L_{F_f}^{orizontal}$	1p	**4p**
	$L_{F_f}^{orizontal} = -\frac{F_f^A + F_f^B}{2} d_{oprire}$	1p	
	$F_f^A = \mu_A mg = 0{,}1 x_A mg = 0$ **;** $F_f^B = \mu_B mg = 0{,}1 \cdot x_B mg = 0{,}1 \cdot d_{oprire} mg$	1p	
	rezultat final: $d_{oprire} = \sqrt{\frac{2h}{0{,}1}(1 - \mu \cdot ctg\alpha)}$; $d_{oprire} \cong 13m$	1p	
TOTAL pentru Subiectul al III-lea			**15p**

B. TERMODINAMICĂ

Subiectul I		Punctaj
1.	**b**	**3**
2.	**a**	**3**
3.	**b**	**3**
4.	**d**	**3**
5.	**d**	**3**
TOTAL pentru Subiectul I		**15p**

Subiectul al II-lea		Parţial	Punctaj
a.	$pV = \nu RT$	1p	**4p**
	$\frac{p_1}{p_2} = \frac{\nu_1}{\nu_2} = \frac{m_1}{m_2} \cdot \frac{\mu_2}{\mu_1}$	2p	
	rezultat final: $\frac{p_1}{p_2} = \frac{7}{4}$	1p	
b.	$\mu_{amestec} = \frac{m_1 + m_2}{\frac{m_1}{\mu_1} + \frac{m_2}{\mu_2}}$	2p	**3p**
	$\mu_{amestec} = 12,7 g / mol$	1p	
c.	$\frac{p_0}{2} V = \nu RT$ $\qquad p_0 V_f = \nu RT_{final}$	1p	**4p**
	$V_f = 2V$	1p	
	rezultat final: $T_f = 4T$; $T_f = 1200K$	2p	
d.	În decursul transformării gazul parcurge o încălzire izocoră până când presiunea devine p_0, apoi se dilată izobar până la volumul $2V$. $L = p_0 \cdot \Delta V = p_0 \cdot V = 2\nu RT$ rezultat final: $L = 19,6kJ$	4p	**4p**
TOTAL pentru Subiectul al II-lea			**15p**

Subiectul al III-lea		Parţial	Punctaj
a.	$p_1 V_1 = \nu RT_1 \Rightarrow \nu = \frac{p_1 V_1}{RT_1}$	2p	**3p**
	rezultat final: ν = 1,2 moli	1p	
b.	$\Delta U_{12} = \nu C_V \Delta T_{12} = \nu C_V (T_2 - T_1)$	1p	**4p**
	$\left. \begin{array}{l} V = ct \Rightarrow \frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2} \\ T_2 = 4T_1 \end{array} \right\vert \Rightarrow \Delta U_{12} = \nu C_V 3T_1$	2p	
	rezultat final: $\Delta U_{12} = \frac{9}{2} p_1 V_1 \Rightarrow \Delta U_{12} = 18\text{kJ}$	1p	

c.	$\eta = 1 - \frac{T_{min}}{T_{max}}$	1p	**4p**
	$T_{min} = T_1$	1p	
	$T_{max} = T_2 = 4T_1$	1p	
	rezultat final: $\eta = \frac{3}{4} = 75\%$	1p	
d.	$\eta = \frac{L}{Q_P}$	1p	**4p**
	$Q_p = Q_{1\text{-}2} + Q_{2\text{-}3}$; $Q_{1\text{-}2} = \nu C_v (T_2 - T_1)$; $Q_{2-3} = \nu R T_2 \ln\frac{V_3}{V_1}$	1p	
	$L = L_{1\text{-}2} + L_{2\text{-}3} + L_{3\text{-}1}$; $L_{1\text{-}2} = 0$; $L_{2\text{-}3} = \nu R T_2 \ln\frac{V_3}{V_1}$; $L_{3\text{-}1} = \nu R(T_1 - T_3)$	1p	
	rezultat final: $\eta = \frac{8\ln 2 - 3}{8\ln 2 + 4{,}5}$; $\eta \cong 25\%$	1p	
TOTAL pentru Subiectul al III-lea			**15p**

C. PRODUCEREA ȘI UTILIZAREA CURENTULUI CONTINUU

Subiectul I		Punctaj
1.	d	3
2.	d	3
3.	c	3
4.	a	3
5.	b	3
TOTAL pentru Subiectul I		15p

Subiectul al II-lea		Parţial	Punctaj
a.	Aplicând teorema a doua a lui Kirchhoff pentru un ochi de rețea se obține relația: $E_1 = I_1(R_1 + R_3)$, de unde $I_1 = 3\,\text{A}$	2p	4p
	Tensiunea electrică $U_{AM} = R_1 I_1$	1p	
	rezultat final: $U_{AM} = 3$ V	1p	
b.	Aplicând teorema a doua a lui Kirchhoff pentru alt ochi de rețea se obține relația: $E_1 = I_2(R_2 + R_4)$, de unde $I_2 = 4$ A	2p	4p
	Energia electrică consumată de rezistori: $W = (R_1 + R_3)I_1^2 \cdot \Delta t + (R_2 + R_4)I_2^2 \cdot \Delta t$	1p	
	rezultat final: $W = 302{,}4 \cdot 10^3$ J	1p	
c.	Aplicând teorema a doua a lui Kirchhoff pentru al III-a ochi de rețea se obține: $E_2 = I_1R_3 - I_2R_4$	2p	4p
	rezultat final: $E_2 = 5$ V	2p	
d.	Aplicând teorema a doua a lui Kirchhoff pentru ochiul format de sursa a doua şi voltmetrul ideal, se obține: $E_2 = U_{voltmetru}$	2p	3p
	Tensiunea indicată de voltmetrul ideal este egală cu tensiunea electromotoare a sursei: $U = 5V$	1p	
TOTAL pentru Subiectul al II-lea			15p

Subiectul al III-lea		Parţial	Punctaj
a.	Puterea electrică consumată de cele două becuri se poate scrie: $P_1 + P_2 = U \cdot I$, unde U este tensiunea la bornele becurilor, iar I este intensitatea curentului electric prin sursă.	1p	4p
	Pentru circuit se aplică teorema a doua a lui Kirchhoff: $E = I(R + r) + U$.	1p	
	Se obține ecuația: $I^2 - 10I + 25 = 0$, care are soluția $I = 5$ A	2p	
b.	$P_1 + P_2 = R_p \cdot I^2$	2p	3p
	rezultat final: $R_p = 2{,}4\Omega$	1p	
c.	$\eta = \frac{R_{echivalent}}{R_{echivalent} + r}$	2p	4p
	$R_{echivalent} = R + R_p$	1p	
	rezultat final: $\eta \cong 89\%$	1p	
d.	$P_{baterie} = E \cdot I'$	1p	4p
	Prin conectarea ampermetrului ideal la bornele becurilor, curentul electric nu va mai trece prin becuri(scurtcircuit) , astfel:	1p	
	$I' = \frac{E}{R + r}$	1p	
	rezultat final: $P_{baterie} = 240W$	1p	
TOTAL pentru Subiectul al III-lea			15p

D.OPTICĂ

Subiectul I		**Punctaj**
1.	**c .**	**3**
2.	**b.**	**3**
3.	**b.**	**3**
4.	**a.**	**3**
5.	**d.**	**3**
TOTAL pentru Subiectul I		**15p**

Subiectul al II-lea		**Parţial**	**Punctaj**
a.	Construcția imaginii	3p	**3p**
b.	$\frac{1}{x_2}-\frac{1}{x_1}=\frac{1}{f}$	1p	**4p**
	$\beta=\frac{x_2}{x_1}$	1p	
	rezultate finale: $x_2 = 60$ cm; $\beta=-2$	2p	
c.	$C_{sistem}=C_1+C_2$	1p	**4p**
	$C_{sistem}=2{,}5 dioptrii$	1p	
	$\frac{1}{x_2^{'}}-\frac{1}{x_1^{'}}=C_{sistem}$	1p	
	rezultat final: $x_2^{'}=-120$ cm	1p	
d.	$x_1^{"}=d-x_2$	2p	**4p**
	$x_2^{"}=\frac{x_1^{"}f_2}{x_1^{"}+f_2}$	1p	
	rezultat final: $x_2^{"}=-20$ cm	1p	
TOTAL pentru Subiectul al II-lea			**15p**

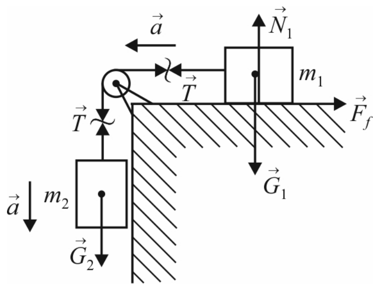
Subiectul al III-lea		**Parţial**	**Punctaj**
a.	Distanța dintre două maxime sau două minime succesive este i_1	1p	**3p**
	$i_1=\frac{y_1}{10}$	1p	
	rezultat final: $i_1 = 0{,}6$ mm	1p	
b.	Distanța de la maximul central la primul minim de interferență este $\frac{i_1}{2}$	1p	**4p**
	$d=2\frac{i_1}{2}+2i_1 \Rightarrow d=3i_1$	2p	
	rezultat final: $d = 1{,}8$ mm	1p	

c.	$y_2 = \frac{i_2}{2} + 9i_2$; $i_2 = \frac{2y_2}{19} = 0,72$ mm	1p	4p
	Pentru același dispozitiv Young: $i_1 = \frac{\lambda_1 D}{2l}$; $i_2 = \frac{\lambda_2 D}{2l}$		
	$\lambda_2 = \frac{\lambda_1 i_2}{i_1}$	1p	
	rezultat final: $\lambda_2 = 720$ nm	1p	
d.	Pentru dispozitivul Young introdus într-un mediu optic interfranja devine: $i_1' = \frac{i_1}{n}$	2p	4p
	Dar interfranja scade cu 25%, deci: $0,25 = \frac{i_1 - i_1'}{i_1}$	1p	
	rezultat final: $n = \frac{4}{3} \cong 1,33$	1p	
TOTAL pentru Subiectul al III-lea			**15p**

TESTUL 9

A. MECANICĂ

Subiectul I		**Punctaj**
1.	**b.**	**3**
2.	**b.**	**3**
3.	**a.**	**3**
4.	**b.**	**3**
5.	$\frac{m_1 v_1}{2} = \frac{m_2 v_2^{\ 2}}{2}$ $v_2 = v_1 \sqrt{\frac{m_1}{m_2}}; v_2 = 11,56\ \frac{\text{m}}{\text{s}}$	**3**
TOTAL pentru Subiectul I		**15p**

Subiectul al II-lea		**Parţial**	**Punctaj**
a.		3p	**3p**
b.	$m_1 : \vec{N} + \vec{G}_1 + \vec{T} + \vec{F}f = m_1 \cdot \vec{a}$ $Oy : N_1 - G_1 = 0 \Rightarrow N_1 = m_1 \cdot g$	1p	**4p**
	$Ox : \text{T} - Ff = m_1 a$ $m_2 : \vec{G}_2 + \vec{T} = m_2 \cdot \vec{a}$	1p	
	$Oy : G_2 - T = m_2 a \Rightarrow m_2 g - T = m_2 a \Rightarrow a = g\frac{m_2 - \mu m_1}{m_1 + m_2}$	1p	
	$a = 2\ \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$	1p	
c.	$T = m_2 g - m_2 a$	2p	**3p**
	$T = 0{,}8\ \text{N}$	1p	

d.	$m_1+m_0: \vec{N}_1'+(m_1+m_0)\vec{g}+\vec{T}'+\vec{F}_f'=0$ $Oy: N_1'-(m_1+m_0)\,\mathrm{g}=0$ $N_1'=(m_1+m_0)g$	1p	5p
	Ox: $T'-F_f'=0$ $T'=\mu(m_1+m_0)\,\mathrm{g}$	1p	
	$m_2: \vec{G}_2+\vec{T}'=0$ $Oy: G_2-T'=0$ $m_2g=T'$	1p	
	$m_2g=\mu(m_1+m_0)g$ $m_0=\dfrac{m_2-\mu m_1}{\mu}$	1p	
	$m_0 = 0{,}3$ kg	1p	
TOTAL pentru Subiectul al II-lea			**15p**

Subiectul al III-lea		**Parţial**	**Punctaj**
a.	$E_A = m_1gh$	2p	3p
	$E_A = 1$ J	1p	
b.	$E_B-E_A=L_{F_{f\,AB}}$ $E_B=E_A+L_{F_{f\,AB}}$	2p	4p
	$E_B=m_1gh-\mu m_1g\dfrac{h}{\sin\alpha}\cdot\cos\alpha$	1p	
	$E_B=m_1gh(1-\mu\,\mathrm{ctg}\,\alpha)$ $E_B=0{,}654$ J	1p	
c.	Din legea conservării impulsului rezultă: $m_1\vec{v}_1=\left(m_1+m_2\right)\vec{v}_1$	1p	4p
	$m_1v_1=\left(m_1+m_2\right)v$ $v=\dfrac{m_1v_1}{m_1+m_2}$	1p	
	unde: $v_1=2{,}5\,\dfrac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$	1p	
	$v=\dfrac{0{,}1\cdot 2{,}55}{0{,}3}=0{,}85\,\dfrac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$	1p	
d.	Lungimea resortului fiind foarte mică în comparaţie cu lungimea planului înclinat, se poate neglija valoarea lucrului mecanic efectuat de către forţa de frecare în timpul comprimării resortului, precum şi variaţia energiei potenţiale gravitaţionale. $\dfrac{kx^2}{2}=\dfrac{\left(m_1+m_2\right)v^2}{2}$	2p	4p
	$x=v\sqrt{\dfrac{m_1+m_2}{k}}$	1p	
	$x=0{,}147$ m	1p	
TOTAL pentru Subiectul al III-lea			**15p**

B. TERMODINAMICĂ

Subiectul I		Punctaj
1.	$\Delta U = VC_V\Delta T$ **b.**	3
2.	$\Delta U = 0$ în procese ciclicice **d.**	3
3.	$\rho = \frac{p\mu}{RT}$; $[\rho]_{SI} = \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ **c.**	3
4.	$L = 3p_1V_1$ **a.** $\Delta U = \frac{3}{2}p_1V_1 \Rightarrow \frac{L}{\Delta U} = 2$	3
5.	$\frac{m}{\mu} = \frac{N}{N_A} \Rightarrow m = \frac{N}{N_A}\cdot\mu \Rightarrow m = 3{,}6\text{ g}$ **a.**	3
TOTAL pentru Subiectul I		**15p**

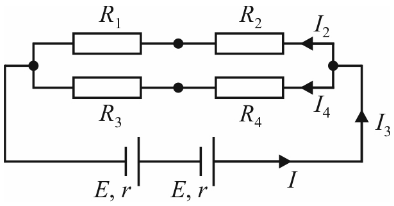
Subiectul al II-lea		Parţial	Punctaj
a.	$\nu = \frac{m}{\mu}$	2p	3p
	$\nu = 1{,}5\text{ mol}$	1p	
b.	$\rho = \frac{p_2\mu}{RT_2}$	2p	4p
	$\rho = \frac{p_1}{T_1}\frac{\mu}{R}$	1p	
	$\rho = 2{,}24\frac{\text{Kg}}{\text{m}^3}$	1p	
c.	$\frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2}$	1p	3p
	$\Rightarrow p_2 = p_1\cdot\frac{T_2}{T_2} \Rightarrow$	1p	
	$p_2 = \frac{8}{3}\cdot10^5\frac{\text{N}}{\text{m}^2} = 2{,}67\cdot10^5\frac{\text{N}}{\text{m}^2}$	1p	
d.	$p_2V = \frac{m}{\mu}RT_2$ $p_3V = \frac{m-\Delta m}{\mu}RT_3$	1p	5p
	$\frac{p_3}{p_2} = \frac{(m-\Delta m)T_3}{mT_2}$	1p	
	$\frac{p_3 - p_2}{p_2} = \frac{(m-\Delta m)T_3 - mT_2}{mT_2}$	1p	
	$\Rightarrow \Delta p = p_2\frac{(m-\Delta m)T_3 - mT_2}{mT_2}$	1p	
	$\Delta p = -1{,}14\cdot10^5\frac{\text{N}}{\text{m}^2}$	1p	
TOTAL pentru Subiectul al II-lea			**15p**

Subiectul al III-lea		Parţial	Punctaj
a.	L_{1231}=Aria$_{1231}$	1p	3p
	$L=\frac{1}{2}(p_2-p_1)(V_2-V_1)$	1p	
	$\Rightarrow L=3\cdot 10^4$ J	1p	
b.	$Q_{12}=VC_v(T_2-T_1)$ $Q_{12}=C_v\frac{V_1(p_2-p_1)}{R}$	1p	5p
	$Q_{12}=0,75\cdot 10^5 J$ $Q_{23}=VC_p(T_3-T_2)$	1p	
	$Q_{23}=C_p\frac{p_2(V_3-V_2)}{R}$	1p	
	$Q_{23}=2,8\cdot 10^5$ J	1p	
	$Q_{primit}=Q_{12}+Q_{23}$	0,5p	
	$Q_{primit}=3,55\cdot 10^5$ J	0,5p	
c.	$\Delta U_{1-2}=\nu C_V(T_2-T_1)$	1p	3p
	$\Delta U_{1-2}=C_V\frac{V_1(p_2-p_1)}{R}$	1p	
	$\Delta U_{1-2}=0,75\cdot 10^5$ J	1p	
d.	$T_{min}=T_1=\frac{p_1V_1}{\nu R}$	1p	4p
	$T_{max}=T_3=\frac{p_2V_3}{\nu R}$	1p	
	$\eta_C=1-\frac{T_{min}}{T_{max}}$	1p	
	$\eta_C=91\%$	1p	
TOTAL pentru Subiectul al III-lea			**15p**

C. PRODUCEREA ȘI UTILIZAREA CURENTULUI CONTINUU

Subiectul I		Punctaj
1.	$R=0 \Rightarrow I=\frac{E}{\nu} \Rightarrow U=E$ **d.**	**3**
2.	$W=RI^2\Delta t$ **b.**	**3**
3.	$[R]_{SI}=1\frac{\mathrm{V}}{\mathrm{A}}=1\,\mathrm{N\cdot m\cdot A^{-2}\cdot s^{-1}}$ **a.**	**3**
4.	$Q=\text{Aria trapez}=\frac{(b+B)\cdot h}{2}$ $Q=\frac{(200+300)\cdot 2}{2}=500 \Rightarrow Q=500\ \mathrm{mC}$ **a.**	**3**
5.	$R=R_0(1+\alpha t)$ $R=\frac{U^2}{P} \Rightarrow R=288\ \Omega$ $t=\frac{R-R_0}{\alpha R_0} \Rightarrow t=2110\ °\mathrm{C}$ (Valoarea de 2110 °C a fost obținută considerând că $R_0 = 28\ \Omega$, în loc de $R_0 = 15{,}2\ \Omega$)	**3**
TOTAL pentru Subiectul I		**15p**

Subiectul al II-lea		Parțial	Punctaj
a.	Ampermetrul conectat între A și B are indicația de curent nul dacă: $R_1R_4 = R_2R_3$	1p	**3p**
	$\Rightarrow R_4=\frac{R_2R_3}{R_1}$	1p	
	$\Rightarrow R_4=4{,}5\ \Omega$	1p	
b.	$R_{12}=R_1+R_2 \Rightarrow R_{12}=5\ \Omega$	1p	**4p**
	$\Rightarrow R_{34}=R_3+R_4 \Rightarrow R_{34}=5\ \Omega$	1p	
	$\Rightarrow R_e=\frac{R_{12}\cdot R_{34}}{R_{12}+R_{34}} \Rightarrow 1$	1p	
	$R_e=2{,}5\ \Omega$	1p	
c.	Potrivit legii Ohm: $I=\frac{E_e}{r_e+R_e}$	2p	**4p**
	$I=\frac{2E}{2r+R_e}$	1p	
	$I=0{,}88\ \mathrm{A}$	1p	

d.		1p	**4p**
	Potrivit legilor Kirchhoff: $I = I_2 + I_4$ $I_2(R_1 + R_2) = I_4(R_3 + R_4)$ $\Rightarrow I_2 = I_4$	1p	
	$\Rightarrow I_4 = \dfrac{I}{2}$	1p	
	$\Rightarrow I_4 = 0{,}44\ \text{A}$	1p	
TOTAL pentru Subiectul al II-lea			**15p**

Subiectul al III-lea		**Parţial**	**Punctaj**
a.	$I = \dfrac{\dfrac{E_1}{r_1} + \dfrac{E_2}{r_2}}{R\left(\dfrac{1}{R} + \dfrac{1}{r_1} + \dfrac{1}{r_2}\right)}$ $I = 0{,}7\ \text{A}$	3p	**4p**
	$E_1 = 2E \qquad r_1 = 2r$ $E_2 = E \qquad r_2 = r$	1p	
b.	$U = R \cdot I$	3p	**4p**
	$U = 7\ \text{V}$	1p	
c.	$P = RI^2$	3p	**4p**
	$P = 4{,}9\ \text{W}$	1p	
d.	$\eta = \dfrac{R}{R + r_e}$	2p	**3p**
	$\eta = 88\%$	1p	
TOTAL pentru Subiectul al III-lea			**15p**

D.OPTICĂ

Subiectul I		Punctaj
1.	$\frac{mv^2}{2} = eU_s \Rightarrow \left[\frac{2eU_S}{m_e}\right]_{SI} = \frac{m^2}{s^2}$ **d.**	**3**
2.	$\frac{\sin i}{\sin r} = \frac{n_2}{n_1}$ **a.**	**3**
3.	Lentila divergentă aflată în aer are focare virtuale **c.**	**3**
4.	$L_{ext} = \frac{hc}{\lambda_0} \Rightarrow \lambda_0 = \frac{hc}{L_{ext}} \Rightarrow \lambda_0 = 275$ nm **b.**	**3**
5.	Interferența localizată la infinit a luminii se poate obține pe lame transparente cu fețe plane și paralele, prin reflexie sau prin transmisie. **c.**	**3**
TOTAL pentru Subiectul I		**15p**

Subiectul al II-lea		Parțial	Punctaj
a.	$f = \frac{1}{C}$	2p	**3p**
	$f = \frac{1}{10} = 0{,}1$ m	1p	
b.	$\frac{1}{f} = (n-1)\left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2}\right), R_1 \to \infty$	1p	**4p**
	$\frac{1}{f} = (n-1)\frac{1}{R}$	1p	
	$\Rightarrow R = (n-1) \cdot f$	1p	
	$R = 0{,}4 \cdot 0{,}1 = 0{,}04$ m $\Rightarrow R = 4$ cm	1p	
c.	$\beta = \frac{x_2}{x_1}$	1p	**4p**
	$x_2 = \frac{fx_1}{f + x_1}$	1p	
	$\Rightarrow \beta = \frac{f}{f + x_1}$	1p	
	$\Rightarrow \beta = \frac{10}{10 - 15} = \frac{10}{-5} = -2$	1p	
d.	$x_2 = \frac{fx_1}{f + x_1} \Rightarrow x_2 = \frac{10(-15)}{10 - 15} = 30$ cm	2p	**4p**
	$x_2 - x_1' = d \Rightarrow x_1' = -5$ cm	1p	
	$x_2' = \frac{fx_1'}{f + x_1'} \Rightarrow x_2' = \frac{10(-5)}{10 - 5} = 10$ cm	1p	
TOTAL pentru Subiectul al II-lea			**15p**

Subiectul al III-lea		**Parţial**	**Punctaj**
a.	Din grafic: $\nu_{01} = 1{,}5 \cdot 10^{15}$ Hz	1p	**2p**
	$\nu_{02} = 3 \cdot 10^{15}$ Hz	1p	
b.	Din $\lambda_0 = \dfrac{c}{\nu_0}$	1p	**5p**
	$\Rightarrow \lambda_{01} = \dfrac{c}{\lambda_{01}}$	1p	
	$\lambda_{01} = \dfrac{3 \cdot 10^8}{1.5 \cdot 10^{15}} = 200$ nm	1p	
	$\Rightarrow \lambda_{02} = \dfrac{c}{\lambda_{02}}$	1p	
	$\lambda_{02} = \dfrac{3 \cdot 10^8}{3 \cdot 10^{15}} = 100$ nm	1p	
c.	Din ecuația Einstein: $h\nu = L + E_c$ unde $E_c = eU_s$	1p	**4p**
	$\Rightarrow h\nu_1 = h\nu_{01} + eU_{s1}$	1p	
	$\Rightarrow U_{s1} = \dfrac{h(\nu - \nu_{01})}{e}$	1p	
	$U_{s1} = \dfrac{6{,}6 \cdot 10^{-34} \cdot 1{,}5 \cdot 10^{15}}{1{,}6 \cdot 10^{-19}} = 6{,}18$ V	1p	
d.	$h\nu_2 = h\nu_{02} + E_{c\max 2}$	1p	**4p**
	$\Rightarrow E_{c\max 2} = h(\nu_2 - \nu_{02})$	1p	
	$E_{c\max 2} = 13{,}2 \cdot 10^{-19}$ J	1p	
	$E_{c\max 2} = 8{,}25$ eV	1p	
TOTAL pentru Subiectul al III-lea			**15p**

TESTUL 10

A. MECANICĂ

Subiectul I		Punctaj
1.	d	3
2.	a	3
3.	c	3
4.	c	3
5.	b	3
TOTAL pentru Subiectul I		15p

Subiectul al II-lea		Parţial	Punctaj
a.	Înălțimea la care urcă ascensorul se determină ca suma spațiilor parcurse în fiecare etapă: d_1- spațiul parcurs uniform accelerat timp de 3s, d_2=36m spațiul parcurs în mişcare uniformă şi d_3 spațiul parcurs în ultimele 4s. În prima etapă, ascensorul porneşte din repaus atingând viteza $v_1 = \frac{d_2}{t_2} = 7$ m/s cu o accelerație, conform legii vitezei, $v_1 = a_1 t_1 \Rightarrow a_1 = \frac{v_1}{t_1} = 2$ m/s^2	1p	4p
	Spațiul parcurs se calculează aplicând legea lui Galilei $v_1^2 = 2a_1 d_1 \Rightarrow d_1 = \frac{v_1^2}{2a_1} = 9\,\text{m}$ În a treia etapă, din legea vitezei se determină accelerația, iar din legea lui Galilei se determină spațiul parcurs $\left.\begin{array}{l} v_{final}^2 = v_1^2 + 2a_3 d_3 \\ v_{final} = v_1 + a_3 t_3 \\ v_{final} = 0 \end{array}\right\} \Rightarrow \begin{cases} v_1^2 = -2a_3 d_3 \\ v_1 = -a_3 t_3 \end{cases}$ $\begin{cases} a_3 = -\frac{v_1}{t_3} = -1{,}5\text{m/s}^2 \\ d_3 = -\frac{v_1^2}{2a_3} = 12\,\text{m} \end{cases}$	1p	
	Înălțimea H la care urcă ascensorul $H = d_1 + d_2 + d_3$	1p	
	rezultat final: $H = 57$ m	p	
b.	Viteza cu o secundă înainte de oprire se determină din legea vitezei, accelerația fiind a_3, mişcarea uniform încetinită având loc de 3 s: $\left.\begin{array}{l} v_4 = v_1 + a_3 t_4 \\ a_3 = -\frac{v_1}{t_3} \end{array}\right\} \Rightarrow v_4 = v_1 - \frac{v_1}{t_3} t_4 = v_1 \frac{t_3 - t_4}{t_3}$	3p	4p
	rezultat final: $v_4 = 1{,}5\text{m/s}$	1p	
c.	Se scrie principiul al doilea al dinamicii pentru fiecare din cele trei etape: $\vec{G} + \vec{T_1} = m\vec{a_1} \Rightarrow T_1 - G = ma_1 \Rightarrow T_1 = m(a_1 + g)$	1p	4p
	$\vec{G} + \vec{T_2} = 0 \Rightarrow T_2 - G = 0 \Rightarrow T_2 = mg$	1p	
	$\vec{G} + \vec{T_3} = m\vec{a_3} \Rightarrow -T_3 + G = ma_3 \Rightarrow T_3 = m(g - a_3)$	1p	
	rezultat final: $T_1 = 3000$ N $T_2 = 2500$ N $T_3 = 2125$ N	1p	

d.	Se scrie principiul al doilea al dinamicii pentru corpul de masă *m*, pentru fiecare etapă: $\vec{G}+\vec{N}_2=0 \Rightarrow N_2=G$	1p	4p
	$\vec{G}+\vec{N}_1=m\vec{a}_1 \Rightarrow -G+N_1=ma_1 \Rightarrow N_1=m(a_1+g)$	2p	
	rezultat final: $N_1=960$ N $N_2=800$N $N_3=680$N	1p	
TOTAL pentru Subiectul al II-lea			**15p**

Subiectul al III-lea		**Parţial**	**Punctaj**
a.	Din legea de mişcare se determină spaţiul parcurs de corp în primele 3s, iar din legea lui Galilei se determină viteza după primele 3s, punând condiţia ca viteza iniţială să fie zero: $\Delta h=\frac{gt^2}{2}=45$ m $v^2=v_0^2+2g\Delta h \Rightarrow v=\sqrt{2g\Delta h}$	2p	4p
	$E_c=\frac{mv^2}{2}=mg\Delta h$	1p	
	rezultat final: $E_c=450$ J	1p	
b.	Energia cinetică a corpului, după cele trei secunde, se calculează cu formula de la punctul a. După primele 3s corpul se va afla, faţă de sol, la o înălţime egală cu $h'=h-\Delta h$ $\frac{E_c}{E_p}=\frac{mg\Delta h}{mg(h-\Delta h)}=\frac{\Delta h}{h-\Delta h}$	2p	3p
	rezultat final: $\frac{E_c}{E_p}=0{,}16$	1p	
c.	Până la adâncimea $d=0{,}2$ m, corpul pierde întreaga sa energie datorită forţei de rezistenţă din partea solului. Aplicând teorema de variaţie a energiei cinetice: $L=\Delta E_c=Fd$ $\Delta E_c=\frac{mv^2}{2}$ $v=\sqrt{2gh}$	2p	4p
	$F=\frac{mv^2}{2d}=\frac{mgh}{2}$	1p	
	rezultat final: $F=16$ kN	1p	
d.	Forţa de rezistenţă din parte aerului făcând un lucru mecanic rezistent, se aplică teorema de variaţie a energiei: $\left.\begin{array}{l}\Delta E=E_f-E_i=L\\ E_i=mgh\\ E_f=\frac{mv^2}{2}=fmgh\end{array}\right\}\Rightarrow E_f-E_i=fmgh-mgh=mgh(f-1)$	2p	4p
	$L=mgh(f-1)$ $L=Fh=mgh(f-1)\Rightarrow F=mg(f-1)$	1p	
	rezultat final: $F=-9$N	1p	
TOTAL pentru Subiectul al III-lea			**15p**

B. TERMODINAMICĂ

Subiectul I		Punctaj
1.	c	3
2.	d	3
3.	a	3
4.	b	3
5.	b	3
TOTAL pentru Subiectul I		15p

Subiectul al II-lea		Parţial	Punctaj
a.	Din ecuația de stare şi formula de definiție a densității se obține $\left.\begin{array}{l} pV = \nu RT \\ \nu = \dfrac{m}{\mu} \end{array}\right\} \Rightarrow pV = \dfrac{m}{\mu}RT$ $m = \dfrac{pV\mu}{RT}$	2p	3p
	rezultat final: $m = 0{,}96 \cdot 10^{-2}\,kg$	1p	
b.	Din ecuația de stare se obține: $pV = \dfrac{N}{N_A}RT \Rightarrow N = \dfrac{N_A pV}{RT}$	2p	3p
	rezultat final: $N = 1{,}44 \cdot 10^{21}\,molecule$	1p	
c.	Din ecuația de stare se exprimă masa de heliu pentru cele două stări: $m_1 = \dfrac{\mu p_1 V}{RT_1}$ respectiv $m_2 = \dfrac{\mu p_2 V}{RT_2}$	2p	4p
	Masa ce trebuie adăugată se calculează ca diferență: $\Delta m = m_2 - m_1 = \dfrac{\mu V}{R}\left(\dfrac{p_2}{T_2} - \dfrac{p_1}{T_1}\right)$	1p	
	rezultat final: $\Delta m = 9 \cdot 10^{-3}\,\text{kg}$	1p	
d.	După adăugarea masei suplimentare parametrii corespunzători stării (2) sunt (p_2, V, T_2), iar în starea finală (3) volumul creşte la $V_3 = V(1+f_1) = 1{,}6V$	2p	5p
	presiunea scade la $p_3 = p_2(1-f_2) = 0{,}6p_2$	1p	
	Din ecuația Clapeyron Mendeleev $\dfrac{p_2 V}{T_2} = \dfrac{p_3 V_3}{T_3} \Rightarrow T_3 = \dfrac{p_3 V_3 T_2}{p_2 V} = (1-f_2)(1+f_1)T_2$	1p	
	rezultat final: $T_3 = 297{,}6\text{ K}$	1p	
TOTAL pentru Subiectul al II-lea			15p

Subiectul al III-lea		Parţial	Punctaj
a.	Din formula de definiție a randamentului ciclului $\eta = \dfrac{L_{ciclu}}{Q_{primit}} = 1 - \dfrac{\lvert Q_{cedat}\rvert}{Q_{primit}}$	2p	4p
	se obține $\lvert Q_{cedat}\rvert = Q_{primit}(1-\eta) = \dfrac{L}{\eta}(1-\eta)$	1p	
	rezultat final: $\lvert Q_{cedat}\rvert = 3600\text{ J}$	1p	
b.	Scriind randamentul ciclului funcție de temperaturile extreme $\eta = 1 - \dfrac{T_2}{T_1} = \dfrac{\Delta T}{T_1}$ $T_1 = \dfrac{\Delta T}{\eta}$	1p	4p
	$T_2 = \dfrac{\Delta T}{\eta}(1-\eta)$	1p	
	rezultat final: $T_1 = 500\text{ K}$	1p	
	$T_2 = 300\text{ K}$	p	

c.	Din ecuația de stare $p_2V = \frac{m}{\mu}RT_2 \Rightarrow V = \frac{m}{\mu}\frac{RT_2}{p_2}$	2p	**3p**
	rezultat final: $V = 6,23 \cdot 10^{-3} m^3$	1p	
d.	Cantitatea de căldură degajată la se răcirea izocoră este $Q_V = \nu C_V \Delta T = \nu C_V (T_2 - T_3)$	1p	**4p**
	Din ecuația transformării izocore $\frac{p_2}{T_2} = \frac{p_3}{T_3} \Rightarrow T_3 = \frac{p_3}{p_2}T_2$.	1p	
	Prin înlocuire se obține $Q_V = \frac{m}{\mu}C_V T_2\left(1 - \frac{p_3}{p_2}\right)$	1p	
	rezultat final: $Q_V = 2337{,}18$ J	1p	
TOTAL pentru Subiectul al III-lea			**15p**

C. PRODUCEREA ȘI UTILIZAREA CURENTULUI CONTINUU

Subiectul I		Punctaj
1.	a	3
2.	b	3
3.	b	3
4.	d	3
5.	a	3
TOTAL pentru Subiectul I		15p

Subiectul al II-lea		Parţial	Punctaj
a.	Se calculează rezistența R_3 aplicând formula $R_3 = \frac{\rho l}{S} = 4\ \Omega$.	1p	4p
	Rezistorii R_2 și R_3 sunt în paralel, rezistența echivalentă fiind $R_{23} = \frac{R_2 R_3}{R_2 + R_3}$	1p	
	Rezistența echivalentă a grupării de rezistoare va fi $R = R_1 + R_{23} = R_1 + \frac{R_2 R_3}{R_2 + R_3}$	1p	
	rezultat final: $R = 8{,}4\ \Omega$	1p	
b.	Tensiunea electromotoare echivalentă a grupării de acumulatoare în serie este $E_s = nE = 9V$. Rezistența internă a grupării serie de acumulatoare este $r_s = nr = 0{,}6\ \Omega$	1p	4p
	Curentul pe ramura principală este dat de legea lui Ohm $I = \frac{E_s}{R + r_s} = 1\ \text{A}$	1p	
	Tensiunea între bornele **a** și **b** în circuit închis va fi $U_{ab} = IR$	1p	
	rezultat final: $U_{ab} = 8{,}4\,\text{V}$	1p	
c.	Legile lui Kirchhoff pentru nodul de rețea, respectiv pentru ochiul format de cele două rezistoare, se vor scrie: $I = I_2 + I_3$ $R_2 I_2 = R_3 I_3$	2p	3p
	Din rezolvarea sistemului se obține intensitatea curentului prin rezistorul R_3 rezultat final: $I_3 = 0{,}6\ \text{A}$.	1p	
d.	Prin înlocuirea rezistorului R_2 cu un voltmetru ideal se va modifica rezistența echivalentă a grupării de rezistoare $R' = R_1 + R_3$	1p	4p
	și implicit valoarea curentului $I = \frac{E_s}{R_1 + R_2 + r_e} = 0{,}93\text{A}$	1p	
	Tensiunea indicată de un voltmetru ideal montat în locul rezistorului R_2 va reprezenta tensiunea la bornele rezistorului R_3 $U_3 = R_3 I$.	1p	
	rezultat final: $U_3 = 2{,}79\ \text{V}$	1p	
TOTAL pentru Subiectul al II-lea			15p

Subiectul al III-lea		Parţial	Punctaj
a.	Din parametrii nominali se obțin valorile curenților pentru funcționare normală: $P_1 = U_1 I_1 \Rightarrow I_1 = \frac{P_1}{U_1} = 1{,}25\ \text{A}$; $P_3 = U_3 I_3 \Rightarrow I_3 = \frac{P_3}{U_3} = 0{,}5\ \text{A}$	2p	5p
	Deci prin rezistența R trebuie să circule un curent de 0,5A, la borne având aplicată o tensiune $U_R = (U_1 + U_2) - U_3 = 4\ \text{V}$.	1p	
	Din legea lui Ohm $R = \frac{U_R}{I_R}$.	1p	
	rezultat final: $R = 8\ \Omega$	1p	
b.	Intensitatea curentului prin baterie este $I = I_1 + I_3 = 1{,}75A$	1p	3p
	Tensiunea electromotoare a bateriei este $E = U + u = U + Ir \Rightarrow r = \frac{E-U}{I}$.	1p	
	rezultat final: $r = 3{,}42\ \Omega$	1p	
c.	Energia disipată pe R în $\Delta t = 15\,\text{min}$ este $W = RI^2\Delta t$	2p	3p
	rezultat final: $W = 1800\ \text{J}$	1p	
d.	Puterea consumată reprezintă puterea consumată de becuri şi de rezistor $P_{\text{consumat}} = P_{\text{becuri}} + P_R = (P_1 + P_2 + P_3) + RI^2 = 42\ \text{W}$	2p	4p
	Puterea utilă este reprezentată de puterea consumată de becuri. Deci randamentul va fi $\eta = \frac{P_{\text{becuri}}}{P_{\text{consumat}}} = 0{,}95$	1p	
	rezultat final: $\eta = 0{,}95$	1p	
TOTAL pentru Subiectul al III-lea			**15p**

D.OPTICĂ

Subiectul I		Punctaj
1.	b	3
2.	d	3
3.	c	3
4.	b	3
5.	d	3
TOTAL pentru Subiectul I		15p

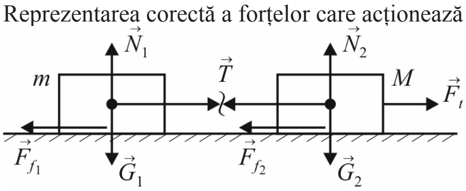
Subiectul al II-lea		Parţial	Punctaj
a.	Distanța focală a lentilei L_1 este $f_1 = \frac{1}{C_1} = 20\text{ cm}$. Lentila L_1 formează o imagine reală situată la $x_2 = \frac{f_1 x_1}{f_1 + x_1} = 30\text{ cm}$ față de lentilă.	1p	4p
	Cum distanța dintre lentile este de 40cm, față de lentila L_2, imaginea este situată la distanța $\lvert x_1' \rvert = D - x_2 = 10\text{ cm}$. Distanța focală a lentilei L_2 este $f_2 = \frac{1}{C_2} = 25\text{ cm}$. Așadar, lentila L_2 se comportă ca o lupă, formând o imagine finală virtuală, situată la distanța $x'_2 = \frac{f_2 x'_1}{f_2 + x'_1}$ față de lentila L_2	1p	
	rezultat final: $x'_2 = -16,6\text{ cm}$ Imaginea se formează între cele două lentile şi este o imagine virtuală	2p	
b.	Convergența sistemului format prin alipirea celor două lentile este $C = C_1 + C_2 = 9\delta$	1p	3p
	Lentila echivalentă are distanța focală $F = \frac{1}{C}$.	1p	
	rezultat final: $F = 0{,}11\text{ m}$	1p	
c.	Prin alipirea celor două poziția imaginii finale va fi $x_2'' = \frac{F x_1}{F + x_1} = 13{,}46\text{ cm}$	1p	4p
	Mărirea liniară transversală a sistemului este $\beta = \frac{y'}{y} = \frac{x_2''}{x_1}$.	1p	
	Înălțimea imaginii finale va fi $y' = \frac{x_2''}{x_1} y$	1p	
	rezultat final: $y' = -1{,}57\text{ cm}$	1p	
d.	Dacă imaginea reală formată este de patru ori mai mare decât obiectul $\beta = \frac{x_2}{x_1} = -4$.	1p	4p
	Utilizând formula lentilelor $\frac{1}{F} = \frac{1}{x_2} - \frac{1}{x_1}$	1p	
	unde înlocuind $x_2 = -4x_1$ se obține poziția imaginii finale prin sistem $x_1 = -\frac{5F}{4}$.	1p	
	rezultat final: $x_1 = -13{,}88\text{m}$	1p	
TOTAL pentru Subiectul al II-lea			15p

Subiectul al III-lea		**Parţial**	**Punctaj**
a.	Legea conservării energiei $h\nu = L_{ext} + E_c$ se scrie în condițiile date sub forma $\frac{hc}{\lambda_1} = L_{ext} + eU_{s1}$ (1),	1p	**4p**
	respectiv $\frac{hc}{\lambda_2} = L_{ext} + eU_{s2}$ (2)	1p	
	Din (1) şi (2) se obține, scăzând cele două relații, $hc\left(\frac{1}{\lambda_1} - \frac{1}{\lambda_2}\right) = e\left(U_{s1} - U_{s2}\right) \Rightarrow h = \frac{e\left(U_{s1} - U_{s2}\right)\lambda_1\lambda_2}{c\left(\lambda_1 - \lambda_2\right)}$	1p	
	rezultat final: $h = 6{,}62 \cdot 10^{-34} Js$	1p	
b.	Din legea conservării energiei $\frac{hc}{\lambda_1} = L_{ext} + E_{c\max}$, considerând $E_{c\max} = eU_s$	1p	**4p**
	şi relația pentru lucru mecanic de extracție $L_{ext} = h\nu_0$	1p	
	se obține $\nu_0 = \frac{c}{\lambda_1} - \frac{eU_{s1}}{h}$	1p	
	rezultat final: $\nu_0 = 4{,}58 \cdot 10^{14}\,\text{Hz}$	1p	
c.	Pentru a determina raportul vitezelor maxime ale fotoelectronilor emişi se consideră $E_{c1\max} = \frac{mv_1^2}{2} = eU_{s1}$	1p	**4p**
	Respectiv $E_{c2\max} = \frac{mv_2^2}{2} = eU_{s2}$	1p	
	Se obține $\frac{v_1}{v_2} = \sqrt{\frac{U_{s1}}{U_{s2}}}$	1p	
	rezultat final: $\frac{v_1}{v_2} = 0{,}73$	1p	
d.	Legea conservării energiei se scrie pentru cele două radiații $\frac{hc}{\lambda_1} = L_{ext} + eU_{s1}$ (1) respectiv $\frac{hc}{\lambda_3} = L_{ext} + eU_{s3}$ (2). Variația tensiunii de stopare a fotoelectronilor emişi $\Delta U_s = U_{s3} - U_{s3}$	1p	**3p**
	$\Delta U_s = \frac{hc}{e}\left(\frac{1}{\lambda_3} - \frac{1}{\lambda_1}\right)$	1p	
	rezultat final: $\Delta U_s = 0{,}86$ V	1p	
TOTAL pentru Subiectul al III-lea			**15p**

TESTUL 11

A. MECANICĂ

Subiectul I		Punctaj
1.	**c** $\dfrac{N\cdot s^2}{kg\cdot m}=\dfrac{kg\cdot\dfrac{m}{s^2}\cdot s^2}{kg\cdot m}=$ adimensional	**3**
2.	**c**	**3**
3.	**b** Din grafic rezultă: $h=0 \quad E_c=25\ \text{J}$ $h=5 \quad E_c=0$ $\dfrac{m\cdot v_0^{\ 2}}{2}=m\cdot g\cdot h \quad v_0=\sqrt{2\cdot g\cdot h}=10\dfrac{\text{m}}{\text{s}} \quad m=\dfrac{2\cdot E_c}{v_o^{\ 2}}=0{,}5\ \text{kg}$	**3**
4.	**c**	**3**
5.	**d** $P_m=A_{trapez}=\dfrac{(B+b)\cdot h}{2}=60\ \text{kW}$	**3**
TOTAL pentru Subiectul I		**15p**

Subiectul al II-lea		Parţial	Punctaj
a.	Reprezentarea corectă a forţelor care acţionează asupra sistemului.  	3p	**3p**
b.	Pentru expresia acceleraţiei $a=\dfrac{F_t-F_{f_1}-F_{f_2}}{M+m}=\dfrac{F_t-\mu\cdot g\cdot(m+M)}{M+m}$	3p	**4p**
	Rezultă: $a=7{,}5\dfrac{\text{m}}{\text{s}^2}$	1p	
c.	Din legea deformărilor elastice se obţine: $S=\dfrac{F\cdot l_0}{E\cdot\Delta l}$ Expresia secţiunii firului: $S=\dfrac{\pi\cdot d^2}{4}$	3p	**4p**
	Rezultă: $d=3{,}46\cdot10^{-3}\text{m}$	1p	
d.	Pentru viteza constantă $P=F_t\cdot v \quad F_t-F_{f_1}-F_{f_2}=0$	2p	**4p**
	Rezultă: $P=(F_{f_1}+F_{f_2})\cdot v=\mu\cdot g\cdot(M+m)\cdot v$	1p	
	Obţinem: $P=75\cdot10^3\ \text{W}$	1p	
TOTAL pentru Subiectul al II-lea			**15p**

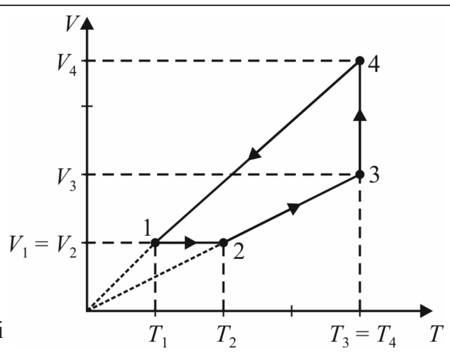
Subiectul al III-lea		**Parţial**	**Punctaj**
a.	Din conservarea energiei se obține energia potențială maximă a corpului: $E_{ti} = E_{tf}$ $\quad \frac{m \cdot v_0^2}{2} = E_{cf} + E_{pf}$ $E_{pf} = E_{p\max} = \frac{m \cdot v_0^2}{2}$	2p	**3p**
	Rezultă: $E_{p\ \max} = 36$ J	1p	
b.	Energia totală a bilei între cele două stari $E_{ci} + E_{pi} = E_{c_1} + E_{p_1}$	1p	**4p**
	Rezultă: $E_{ci} = \frac{1}{4} \cdot E_{p_1} + E_{p_1}$ din condițiile problemei	2p	
	Obținem: $h = 1,44$ m	1p	
c.	Din condițiile problemei $E_{cA} = E_{pA}$, deci energia totală a bilei este: $E_{p\max} = m \cdot g \cdot h_{\max}$ $\quad h_{\max} = 1,8$ m Înălțimea va fi : $h = \frac{1}{4} \cdot h_{\max} = 0,45$ m	1p	**4p**
	Impulsul la înălțimea *h* se obține din: $\frac{m \cdot v_0^2}{2} = \frac{m \cdot v^2}{2} + m \cdot g \cdot h$ $v = \sqrt{v_0^2 - 2 \cdot g \cdot h}$ $\quad p = mv$	2p	
	Rezultă: $p = 10,38\ \text{kg} \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}}$	1p	
d.	Lucrul mecanic efectuat de greutatea corpului, din momentul lansării până la atingerea solului, este $L_G = L_{G_u} + L_{G_c}$	1p	**4p**
	Deci: $L_G = -m \cdot g \cdot h_{\max} + m \cdot g \cdot h_{\max}$	2p	
	Rezultă: $L_G = 0$	1p	
TOTAL pentru Subiectul al III-lea			**15p**

B. TERMODINAMICĂ

Subiectul I		Punctaj
1.	**d** $\dfrac{\dfrac{\mathrm{N}}{\mathrm{m}^2}\cdot\dfrac{\mathrm{kg}}{\mathrm{mol}}}{\mathrm{kg}\cdot\dfrac{\mathrm{J}}{\mathrm{mol}\cdot\mathrm{k}}\cdot\mathrm{k}}=\dfrac{\mathrm{N}}{\mathrm{m}^2\cdot\mathrm{N}\cdot\mathrm{m}}=\dfrac{1}{\mathrm{m}^3}=\mathrm{m}^{-3}$	**3**
2.	**c** $c_p=c_v+\dfrac{R}{\mu}$ $\quad c_p-c_v=\dfrac{R}{\mu}$	**3**
3.	**c** $Q=0$ $\quad T\cdot V^{\gamma-1}=ct$ $\quad V_2=\dfrac{V_1}{8}$ $\quad \dfrac{T_2}{T_1}=8^{\gamma-1}$ $\gamma=\dfrac{c_p}{c_v}=\dfrac{5}{3}$ $\quad \dfrac{T_2}{T_1}=8^{\frac{2}{3}}=(2^3)^{\frac{2}{3}}=4\Rightarrow T_2=4\cdot T_1$	**3**
4.	**b**	**3**
5.	**d** $0=\Delta U_{12}+\Delta U_{23}+\Delta U_{31}$; $\Delta U_{12}=\nu\cdot C_v\cdot\Delta T=\dfrac{5}{2}\cdot p\cdot V$; $\Delta U_{31}=\nu\cdot C_p\cdot\Delta T=-\dfrac{7}{2}\cdot p\cdot V$; $\Delta U_{23}=0-\Delta U_{12}-\Delta U_{31}=p\cdot V$	**3**
TOTAL pentru Subiectul I		**15p**

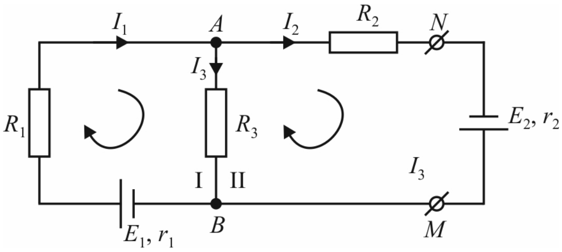
Subiectul al II-lea		Parţial	Punctaj
a.	Din ecuaţia termică de stare: $p_1\cdot V_1=\dfrac{m}{\mu}\cdot R\cdot T_1$ $\quad V_1=\dfrac{m\cdot R\cdot T_1}{p_1\cdot\mu}=0,25\cdot 10^{-3}\,\mathrm{m}^3$ $\quad V_1=\dfrac{m\cdot R\cdot T_1}{p_1\cdot\mu}=0,25\cdot 10^{-3}\,\mathrm{m}^3$	1p	**3p**
	Se obţine: $V_1=\dfrac{m\cdot R\cdot T_1}{p_1\cdot\mu}=0,25\cdot 10^{-3}\,\mathrm{m}^3$	1p	
	Rezultă: $V_1=0,25\cdot 10^{-3}\,\mathrm{m}^3$	1p	
b.	Numărul de moli poate fi exprimat atât din relaţia: $\nu=\dfrac{N}{N_A}$	1p	**4p**
	cât şi din relaţia: $\nu=\dfrac{m}{\mu}$	1p	
	Din relaţiile precedente obţinem pentru o moleculă de aer: $N=1$ $\quad m_0=\dfrac{\mu}{N_A}$	1p	
	Rezultă: $m_0=4,8\cdot 10^{-26}\,\mathrm{kg}$	1p	
c.	Pentru starea iniţială: $p_1\cdot V_1=\dfrac{N}{N_A}\cdot R\cdot T_1$	1p	**4p**
	Concentraţia se defineşte: $n=\dfrac{N}{V}$	1p	
	Se obţine: $n=\dfrac{p_1\cdot N_A}{R\cdot T_1}$	1p	
	Rezultă: $n=0,24\cdot 10^{26}\,molec/m^3$	1p	

d.	Pistonul rămâne în poziția inițială dacă: $p_1 = p_2$ $V_1 = V_2$ $\frac{m \cdot R \cdot T_1}{\mu \cdot V_1} = \frac{(m - m_1) \cdot R \cdot T_2}{\mu \cdot V_2}$ $m_1 = 0{,}19$ kg $V_1 = V_2$ $\frac{m \cdot R \cdot T_1}{\mu \cdot V_1} = \frac{(m - m_1) \cdot R \cdot T_2}{\mu \cdot V_2}$ $m_1 = 0{,}19$ kg	2p	**4p**
	unde: $p_1 = \frac{m \cdot R \cdot T_1}{\mu \cdot V_1}$ pentru starea 1 $p_2 = \frac{(m - m_1) \cdot R \cdot T_2}{\mu \cdot V_2}$ pentru starea 2	1p	
	În final, obținem: $\frac{m \cdot R \cdot T_1}{\mu \cdot V_1} = \frac{(m - m_1) \cdot R \cdot T_2}{\mu \cdot V_2}$		
	Rezultă: $m_1 = 0{,}19$ kg	1p	
TOTAL pentru Subiectul al II-lea			**15p**

Subiectul al III-lea		**Parţial**	**Punctaj**
a.	Pentru întregul proces ciclic : $L_t = L_{12} + L_{23} + L_{34} + L_{41}$ $L_t = 2pV + 4pV \ln 2 - 3pV = 2{,}8pV - pV = 1{,}8pV$	1p	**5p**
	Pentru fiecare stare se obține: $1 \to 2$ $V = ct. \Rightarrow L_{12} = 0$ $L_{23} = p_3(V_3 - V_2) = 2p(2V - V) = 2pV$ $L_{34} = \nu RT_3 \ln \frac{V_4}{V_3} = p_3V_3 \ln \frac{4V_1}{2V_1} = 2p2V \ln 2 = 4pV \ln 2$ $L_{41} = p_1(V_1 - V_4) = p(V - 4V) = -3pV$	2p	
	Obținem: $L_t = 1{,}8pV$	1p	
b.	Căldura cedată de gaz într-un ciclu de funcționare este: $Q_c = Q_{41} = \nu C_p(T_1 - T_4) = \frac{7}{2}(\nu RT_1 - \nu RT_4)$	1p	**4p**
	Din ecuația termică de stare : $Q_c = Q_{41} = \frac{7}{2}(p_1V_1 - p_4V_4)$	1p	
	Obținem: $Q_c = Q_{41} = \frac{7}{2}(pV - 4pV)$	1p	
	Rezultă: $Q_c = Q_{41} = -10{,}5pV$	1p	
c.	Randamentul unui Ciclu Carnot este: $\eta = 1 - \frac{T_{\min}}{T_{\max}}$	1p	**4p**
	$T_{\min} = T_1 = \frac{p_1V_1}{\nu R}$ $T_{\max} = T_3 = \frac{p_3V_3}{\nu R}$	1p	
	Obținem: $\eta = 1 - \frac{p_1V_1}{p_3V_3} = 1 - \frac{pV}{2p2V}$	1p	
	Rezultă $\eta = 75\%$	1p	
d.	 Trasarea corectă a graficului	3p	**3p**
TOTAL pentru Subiectul al III-lea			**15p**

C. PRODUCEREA ȘI UTILIZAREA CURENTULUI CONTINUU

Subiectul I		Punctaj
1.	**c** $\frac{V}{A} = \langle R \rangle_{SI}$ $W = R \cdot I^2 \cdot \Delta t$ $R = \frac{W}{I^2 \cdot \Delta t} \Rightarrow \langle R \rangle_{SI} = \mathrm{J} \cdot \mathrm{A}^{-2} \cdot \mathrm{s}^{-1}$	**3**
2.	**d** $R_1 = \frac{\rho \cdot l}{S_1}$ $R_2 = \frac{\rho \cdot l}{S_2}$ $\frac{R_1}{R_2} = \frac{1}{4}$	**3**
3.	**b**	**3**
4.	**d**	**3**
5.	**c** $W = P \cdot t = 72 \cdot 10^5\ \mathrm{J}$ $W = 2\ \mathrm{kWh}$	**3**
TOTAL pentru Subiectul I		**15p**

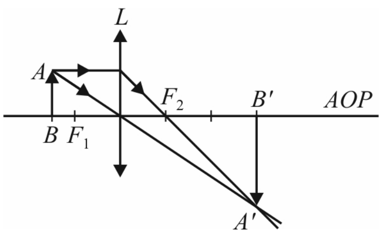
Subiectul al II-lea		Parţial	Punctaj
a.	Stabilirea corectă a sensului curenților 	1p	**4p**
	Legile lui Kirchhoff $I: I_1 \cdot (R_1 + r_1) + I_3 \cdot R_3 = E_1$ $II: I_2 \cdot (R_2 + r_2) - I_3 \cdot R_3 = E_2$ $A: I_1 = I_2 + I_3$	3p	
b.	Din ochiul I se obține $U_{AB} = E_1 - I_1 \cdot (R_1 + r_1) = 7{,}8\ \mathrm{V}$	2p	**3p**
	Rezultă: $U_{AB} = 7{,}8\ \mathrm{V}$	1p	
c.	Pentru nodul *A* $I_2 = I_1 - I_3$ $I_3 = \frac{U_{AB}}{R_3} = 1{,}3\ \mathrm{A}$ $I_2 = 2{,}4\ \mathrm{A}$	2p	**4p**
	Indicația voltmetrului se obține din $E_2 = U_{MN} + I_2 \cdot r_2$	1p	
	Rezultă: $U_{MN} = 15{,}2\ \mathrm{V}$	1p	
d.	Daca se înlocuieşte R_3 cu un voltmetru ideal, pe ramura respectivă nu mai trece curent, deci putem scrie: $I \cdot (R_1 + R_2 + r_1 + r_2) = E_1 + E_2$	3p	**4p**
	Rezultă: $I = 3{,}12\ \mathrm{A}$	1p	
TOTAL pentru Subiectul al II-lea			**15p**

Subiectul al III-lea		Parţial	Punctaj
a.	Pe circuitul exterior $P_{ext} = \frac{P_{max}}{4}$ $R \cdot I^2 = \frac{E^2}{16 \cdot r}$	1p	**4p**
	Se înlocuieşte $I^2 = \left(\frac{E}{R_P + r}\right)^2$	1p	
	Pentru $R = r$ obținem relația: $R^2 - 28 \cdot R + 4 = 0$ $\Delta = 768$	1p	
	Rezultă: $R_{1,2} = 27{,}84\ \Omega / 0{,}16\ \Omega$	1p	

b.	Pentru puterea maxima: $R = r = 2\ \Omega$	1p	**4p**
	Intensitatea va fi: $I = \dfrac{E}{2 \cdot r} = 5\ \text{A}$		
	Energia disipata de rezistorul R este: $W = R \cdot I^2 \cdot \Delta t$	1p	
	Rezultă: $W = 15\ \text{kJ}$		
c.	În acest caz,valoarea intensitatii va fi: $I_1 = \dfrac{I_{SC}}{5} = 2\ \text{A}$	1p	**3p**
	Deci: $P = U \cdot I_1$ unde $U = E - r \cdot I_1 = 16\ \text{V}$	1p	
	Rezultă: $P = 32\ \text{W}$	1p	
d.	Intensitatea curentului de scurtcircuit al sursei este: $E = R_1 \cdot I_1 + r \cdot I_1 \Rightarrow R_1 = \dfrac{E - r \cdot I_1}{I_1} = 8\Omega \qquad \eta = \dfrac{R_1}{R_1 + r}$	2p	**3p**
	Rezultă: $\eta = 80\%$	1p	
TOTAL pentru Subiectul al III-lea			**15p**

D. OPTICĂ

Subiectul I		**Punctaj**
1.	**a** $< c \cdot \nu >_{si} = 1\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}} \cdot \frac{1}{\mathrm{s}} = 1\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2} = \mathrm{m} \cdot \mathrm{s}^{-2}$	**3**
2.	**c**	**3**
3.	**d** $\frac{\sin i}{\sin r} = \frac{1}{\frac{4}{3}} \Rightarrow \sin i = \frac{3 \sin r}{4} = \frac{3}{8}$	**3**
4.	**c** $\frac{\lambda_2}{\lambda_1} = \frac{\frac{c}{\nu_2}}{\frac{c}{\nu_1}} = \frac{\nu_1}{\nu_2} = \frac{5 \cdot 10^{15}}{2 \cdot 10^{14}} = 25$	**3**
5.	**c** $i = \frac{\lambda D}{2l} = \frac{600 \cdot 10^{-9} \cdot 2}{2 \cdot 10^{-3}} = 6 \cdot 10^{-4} = 0{,}6\ \mathrm{mm}$	**3**
TOTAL pentru Subiectul I		**15p**

Subiectul al II-lea		**Parțial**	**Punctaj**
a.	Din prima formulă fundamentală a lentilelor: $\frac{1}{x_2} - \frac{1}{x_1} = \frac{1}{f}$	1p	**4**
	Rezultă: $x_2 = \frac{f x_1}{f + x_1} = \frac{20 \cdot (-30)}{20 - 30}$	2p	
	Obținem: $x_2 = 60\ \mathrm{cm}$	1p	
b.	Distanța focală $\frac{1}{f} = \left(\frac{n_2}{n_1} - 1\right)\left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2}\right)$ unde $n_1 = 1$ $\frac{1}{f} = (n-1)\left(\frac{1}{R} - \frac{1}{-R}\right)$	2p	**4p**
	obținem: $\frac{1}{f} = \frac{2(n-1)}{R} \Rightarrow n - 1 = \frac{R}{2f}$	1p	
	Rezultă: $n = \frac{20}{2 \cdot 20} + 1 = 1{,}5$	1p	
c.	Realizarea corectă a desenului 	3p	**3p**
d.	Convergența pentru cele două medii $C' = \frac{1}{f'} = \left(\frac{n}{n'} - 1\right)\frac{2}{R}$ $C = (n-1)\frac{2}{R}$	2p	**4p**
	Prin împărțire obținem: $\frac{C}{C'} = \frac{n-1}{\frac{n}{n'} - 1} = \frac{1{,}5 - 1}{\frac{1{,}5}{1{,}2} - 1}$	1p	
	Rezultă: $\frac{C}{C'} = 2$	1p	
TOTAL pentru Subiectul al II-lea			**15p**

Subiectul al III-lea		**Parţial**	**Punctaj**
a.	Frecvența radiației monocromatice de frecvență ν_1 este: $\nu_1 = \frac{c}{\lambda_1} = \frac{3\cdot 10^8}{600\cdot 10^{-9}}$	2p	**3p**
	Rezultă: $\nu_1 = 0,5\cdot 10^{15}\text{Hz}$	1p	
b.	Pentru radiația de frecvență ν_1 avem: $h\cdot\nu_1 = L_{ex} + e\cdot U_{S1}$ $h\nu_1 = h\nu_0 + eU_1$ $\nu_2 = \frac{c}{\lambda_2} = \frac{3\cdot 10^8}{54\cdot 10^{-9}} = \frac{1}{18}\cdot 10^{16} = 0,55\cdot 10^{15}\text{Hz}$	1p	**4p**
	Pentru radiația de frecvență ν_2 avem: $h\nu_2 = h\nu_0 + e(U_1 + \Delta U)$	1p	
	$h(\nu_2 - \nu_1) = e\Delta U$ Din relațiile precedente obținem prin adunarea lor: $\Delta U = \frac{h(\nu_2 - \nu_1)}{e}$ unde $\nu_2 = \frac{c}{\lambda_2} = 0,55\cdot 10^{15}\text{Hz}$	1p	
	Rezultă: $\Delta U = 0,2\text{V}$	1p	
c.	Lucrul mecanic de extracție este: $L_0 = h\nu_0 = h\frac{c}{\lambda_0}$	1p	**4p**
	Obținem: $L_0 = 0,044\cdot 10^{-17} J$	1p	
	Dar: $1eV = 1,6\cdot 10^{-19} J \Rightarrow L_0 = \frac{0,044\cdot 10^{-17}}{1,6\cdot 10^{-19}}$	1p	
	Rezultă: $L_0 = 2,75eV$	1p	
d.	Pentru radiația de frecvență ν_1, energia cinetică a fotoelectronilor emiși de către catodul celulei fotoelectrice este: $h\nu_1 = h\nu_0 + E_{c_1}$	1p	**4p**
	Pentru radiația de frecvență ν_2, energia cinetică a fotoelectronilor emiși de către catodul celulei fotoelectrice este: $h\nu_2 = h\nu_0 + (E_{c1} + \Delta E_c)$	1p	
	Variația energiei cinetice a fotoelectronilor emiși de către catodul celulei fotoelectrice se obține scăzând relațiile: $h(\nu_2 - \nu_1) = \Delta E_c$	1p	
	Rezultă: $\Delta E_c = 0,33\cdot 10^{-19}\text{ J}$	1p	
TOTAL pentru Subiectul al III-lea			**15p**

TESTUL 12

A. MECANICĂ

Subiectul I		Punctaj
1.	**a**	**3**
2.	**d**	**3**
3.	**b**	**3**
4.	**d**	**3**
5.	**c**	**3**
TOTAL pentru Subiectul I		**15p**

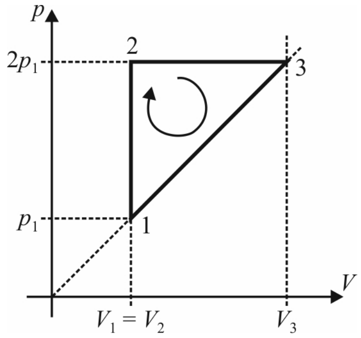
Subiectul al II-lea		Parțial	Punctaj
a.	Pentru corpul cu masa m_1 se scrie: $F - T = m_1 a$; $N_1 - m_1 g = 0$; $F_{f1} = \mu N_1$	2p	**5p**
	Pentru corpul cu masa m_2: $T - F_{f2} = m_2 a$; $N_2 - m_2 g = 0$; $F_{f2} = \mu N_2$	2p	
	Din sistemul de mai sus se deduce accelerația sistemului: $a = \dfrac{F - g(m_1\mu_1 + m_2\mu_2)}{m_1 + m_2} = 1{,}25\dfrac{\text{m}}{\text{s}^2}$	1p	
b.	Tensiunea va fi: $T = m_2(a + \mu_2 g) = 6{,}75\,\text{N}$	3p	**3p**
c.	Putem presupune că în urma acțiunii forței F sistemul a ajuns la o anumită viteză. Dacă forța încetează, corpurile se vor mișca **uniform încetinit**, accelerațiile lor fiind: $a_1 = -\mu_1 g = -2\dfrac{\text{m}}{\text{s}^2}$ respectiv $a_2 = -\mu_2 g = -1\dfrac{\text{m}}{\text{s}^2}$.	2p	**4p**
	Deoarece accelerația **de frânare** a primului corp este mai mare, rezultă că firul de legătura se detensionează, deci tensiunea va fi nulă.	2p	
d.	Putem raționa astfel: deoarece forța exterioară sistemului nu se schimbă, accelerația sistemului nu se schimbă. Vom obține deci: $T' = m_1(a + \mu_1 g) = 2{,}25\,\text{N}$	3p	**3p**
TOTAL pentru Subiectul al II-lea			**15p**

Subiectul al III-lea		Parțial	Punctaj
a.	Aplicăm teorema de variație a energiei cinetice: $\dfrac{mv_1^2}{2} - \dfrac{mv^2}{2} = \mu mgd\cos 180°$.	3p	**5p**
	Rezultă: $\mu = \dfrac{v^2 - v_1^2}{2gd} = 0{,}48$	2p	
b.	La sfârşitul perioadei de frânare impulsul vagonului este: $p = mv_1$	2p	**3p**
	$p = 8000$ Ns	1p	
c.	În timpul opririi vagonului în urma ciocnirii celor patru tampoane energia cinetică a vagonului se transformă în energie potențială elastică a tampoanelor. Un singur tampon va înmagazina energia: $W_1 = \dfrac{1}{2}\dfrac{Mv_1^2}{2}$	2p	**3p**
	$W_1 = 8000\,\text{J}$	1p	
d.	Energia mecanică se conservă; pentru un resort scriem: $\dfrac{1}{4}\dfrac{Mv_1^2}{2} = \dfrac{kx^2}{2}$	2p	**4p**
	Rezultă: $k = \dfrac{Mv_1^2}{4x^2} = 320\dfrac{\text{kN}}{\text{m}}$	2p	
TOTAL pentru Subiectul al III-lea			**15p**

B. TERMODINAMICĂ

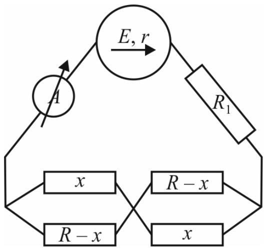
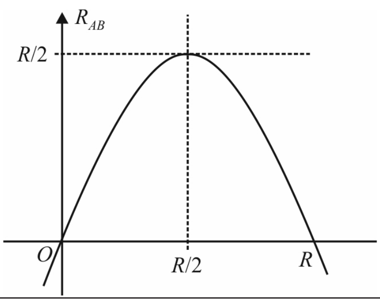
Subiectul I		Punctaj
1.	b	3
2.	b	3
3.	c	3
4.	c	3
5.	a	3
TOTAL pentru Subiectul I		15p

Subiectul al II-lea		Parţial	Punctaj
a.	Scriem ecuație de stare pentru cele două baloane: $p_1V=\frac{m_1}{\mu_1}RT;\ p_2V=\frac{m_2}{\mu_2}RT$	1p	3p
	$m_1=\frac{\mu_1 p_1 V}{RT};\ m_2=\frac{\mu_2 p_2 V}{RT}$	1p	
	$\frac{m_1}{m_2}=\frac{\mu_1 p_1}{\mu_2 p_2}=3{,}5$	1p	
b.	Prin deschiderea robinetului gazele se amestecă iar cantitățile de substanță se adună: $p\cdot(2V)=(\frac{m_1}{\mu_1}+\frac{m_2}{\mu_2})RT$	1p	4p
	$p=\frac{(\frac{m_1}{\mu_1}+\frac{m_2}{\mu_2})RT}{2V};\ V=\frac{m_2RT}{\mu_2 p_2}$	1p	
	Forțăm factor comun m_2 : $p=\frac{m_2(\frac{m_1}{m_2}\cdot\frac{1}{\mu_1}+\frac{1}{\mu_2})}{2\frac{m_2RT}{\mu_2p_2}}=\frac{\mu_2p_2}{2}(\frac{1}{\mu_1}\cdot\frac{\mu_1p_1}{\mu_2p_2}+\frac{1}{\mu_2})=\frac{1}{2}(p_1+p_2)$	1p	
	$p=\frac{1}{2}(1\,\text{atm}+2\,\text{atm})=1{,}5\,\text{atm}$ Observație: dacă se scrie rezultatul final direct, nu se ia în considerație!	1p	
c.	Masa molară medie (aparentă) a amestecului este: $\bar{\mu}=\frac{masa\ amestecului}{suma\ molilor}=\frac{m_1+m_2}{\frac{m_1}{\mu_1}+\frac{m_2}{\mu_2}}$	2p	4p
	Se forțează factor comun m_2: $\bar{\mu}=\frac{m_2(\frac{m_1}{m_2}+1)}{m_2(\frac{m_1}{m_2}\cdot\frac{1}{\mu_1}+\frac{1}{\mu_2})}$	1p	
	şi se înlocuieşte raportul maselor de la punctul a). Se obține: $\mu=\frac{\mu_1p_1+\mu_2p_2}{p_1+p_2}=12\frac{\text{kg}}{\text{kmol}}$	1p	
d.	$p_0 2V=\frac{m_r}{\bar{\mu}}RT$	1p	4p
	$m_r=\frac{2\bar{\mu}p_0V}{RT}$	1p	
	$\frac{m_r}{m_1m_2}=\frac{2\bar{\mu}p_0}{\mu_1p_1+\mu_2p_2}=\frac{2p_0}{p_1+p_2}=\frac{2}{3}=0,(6)$	2p	
TOTAL pentru Subiectul al II-lea			15p

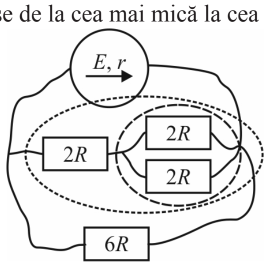
Subiectul al III-lea		**Parţial**	**Punctaj**
a.	 $T_1 = (273+27)\text{K} = 300\,\text{K}$	1p	**3p**
	Pentru transformarea 1→2: $\frac{2p_1}{T_2} = \frac{p_1}{T_1}$; $T_2 = 2T_1 = 600\,\text{K}$	1p	
	Pentru transformarea 2→3: $\frac{V_3}{T_3} = \frac{V_1}{T_2}$; pentru transformarea 3→1: $\frac{p_3}{V_3} = \frac{p_1}{V_1}$ Rezultă: $T_3 = 4T_1 = 1200$ K	1p	
b.	Pentru transformarea 1 → 3 aplicăm primul principiu al termodinamicii: $Q_{13} = \Delta U_{13} + L_{13}$, sau : $\nu C\Delta T = \nu C_V \Delta T + \frac{1}{2}(p_3 + p_1)(V_3 - V_1)$	1p	**4p**
	Ținând cont de ecuația de stare pentru 1 şi 3 şi de ecuația dreptei 1 → 3 lucrul mecanic se scrie: $L_{13} = \frac{1}{2}(p_3V_3 - p_3V_1 + p_1V_3 - p_1V_1) = \frac{1}{2}(\nu RT_3 - \nu RT_1)$	1p	
	Rezultă: $\nu C\Delta T = \nu C_V \Delta T + \frac{1}{2}R\Delta T$	1p	
	Rezultat final: $C = C_V + \frac{R}{2} = 2R = 16.620\frac{\text{J}}{\text{kmol}\cdot\text{K}}$	1p	
c.	$L_{123} = L_{12} + L_{23}$ $L_{12} = 0,\ L_{23} = p_2(V_3 - V_1) = p_2V_3 - p_2V_1$	2p	**4p**
	$p_2V_3 = \nu RT_3 = 4\nu RT_1, p_2V_1 = \nu RT_1$	1p	
	$L_{123} = 3\nu RT_1 = 3p_1V_1 = 300\,\text{J}$	1p	
d.	$\eta = 1 - \frac{\lvert Q_{ced}\rvert}{Q_{abs}}$	1p	**4p**
	$\lvert Q_{ced}\rvert = \lvert Q_{31}\rvert = \nu(C_V + \frac{R}{2})(T_3 - T_1)$	1p	
	$Q_{abs} = Q_{12} + Q_{23} = \nu C_V(T_2 - T_1) + \nu C_p(T_3 - T_2)$	1p	
	$\eta = 1 - \frac{\nu\cdot 2R(4T_1 - T_1)}{\nu\cdot\frac{3R}{2}(2T_1 - T_1) + \nu\cdot\frac{5R}{2}(4T_1 - 2T_1)} = \frac{1}{13}7,7\%$	1p	
TOTAL pentru Subiectul al III-lea			**15p**

C. PRODUCEREA ȘI UTILIZAREA CURENTULUI CONTINUU

Subiectul I		Punctaj
1.	**d**	**3**
2.	**b** Intensitatea curentului prin circuit este: $I=\dfrac{E}{r+\dfrac{Rx}{R+x}}$ Puterea debitată este: $P=R_{echivalentă,\ exterioară}I^2=\dfrac{E^2Rx(R+x)}{(Rx+rR+rx)^2}$ Funcția $P(R)$ are un extrem (în acest caz un maxim) dacă derivata de ordin I se anulează: $\dfrac{dP}{dx}=0$ Rezultă: $x=\dfrac{Rr}{R-r}$	**3**
3.	**c** Prin definiție intensitatea curentului electric este: $I=\dfrac{dQ}{dt}$. Considerăm o porțiune de conductor electric cu aria secțiunii transversale *S*, de lungime *dx*, în care se află purtători de sarcină cu concentrația n, care se deplasează relativ uniform cu viteza *v* și având sarcina *q*. Este valabilă următoarea succesiune de relații: $\begin{cases} I=\dfrac{dQ}{dt}=\dfrac{dN\cdot q}{dt}=\dfrac{n\cdot dV\cdot q}{dt}=\dfrac{n\cdot q\cdot S\cdot dx}{dt}=nqSv \\ q=\dfrac{dQ}{dN};\ n=\dfrac{dN}{dV};\ dV=Sdx;\ v=\dfrac{dx}{dt}. \end{cases}$	**3**
4.	**c** Pentru circuitul serie avem: $I_1=\dfrac{2E}{R+2r}$ Pentru circuitul cu sursele dispuse în paralel se scrie: $I_2=\dfrac{E}{2R+\dfrac{r}{2}}$ Raportul curenților este: $\dfrac{I_1}{I_2}=\dfrac{2E}{R+2r}\cdot\dfrac{2R+\dfrac{r}{2}}{E}=\dfrac{21}{7}$	**3**
5.	**d** Ca să lumineze normal, trebuie ca becurile să aibă aceeași rezistență nominală când sunt parcurse de același curent nominal: $I_n=\dfrac{E}{R_n+r}=\dfrac{E_1}{2R_n+r}$. Rezultă: $E_1=\dfrac{7}{4}E$	**3**
TOTAL pentru Subiectul I		**15p**

Subiectul al II-lea		Parțial	Punctaj
a.	Indiferent de poziția extremă a cursorului, acesta scurtcircuitează punctele *A* și *B*.	2p	**4p**
	Prin urmare intensitatea curentului din circuit este, în aceste cazuri: $I=\dfrac{E}{r+R_1}\cong 1{,}71\text{A}$	2p	
b.	O reprezentare mai accesibilă a circuitului arată astfel: Rezistența furnizată de potențiometrul special este reprezentată alăturat. Rezistența echivalentă a potențiometrului este: $R_{AB}=\dfrac{2x(R-x)}{R}=2x-\dfrac{2}{R}x^2$  	2p	**4p**
	 $R_{AB}=\dfrac{2x(R-x)}{R}=2x-\dfrac{2}{R}x^2$ adică este o funcție de gradul al doilea cu argumentul *x*. Graficul acestei funcții este o parabolă, cu valorile importante prezentate în figura alăturată	2p	

c.	Curentul indicat de ampermetru este minim când rezistenţa totală din circuitul exterior este maximă. Acest aspect este realizat când rezistenţa potenţiometrului este maximă, conform graficului această valoare este: $R_{AB,\max} = \frac{R}{2}$	2p	**4p**
	Rezultă: $I_{\min} = \frac{E}{r + R_1 + \frac{R}{2}}$	1p	
	Rezultă: $I_{\min} = 1A$	1p	
d.	$I_{sc} = \frac{E}{r}$	2p	**3p**
	$I_{sc} = 12\,\mathrm{A}$	1p	
TOTAL pentru Subiectul al II-lea			**15p**

Subiectul al III-lea		**Parţial**	**Punctaj**
a.	Intensitatea curentului electric într-un circuit simplu este: $I = \frac{E}{R + r}$	1p	**4p**
	Puterea debitată pe rezistenţa externă este: $P = RI^2 = \frac{RE^2}{(R+r)^2}$	1p	
	Se vede că puterea este o funcţie de *R*. Aceasta are un extrem dacă derivata de ordin I are valoarea zero, adică: $\frac{d}{dR}\left[\frac{RE^2}{(R+r)^2}\right] = 0 \Rightarrow \frac{(R+r)^2 - 2R(R+r)}{(R+r)^4} = 0 \Rightarrow R = r$	1p	
	Înlocuind valoarea aflată a lui R în expresia puterii se obţine: $P_m = \frac{E^2}{4r}$. De aici: $r = \frac{E^2}{4P_m} = 1\Omega$	1p	
b.	Rezistenţa echivalentă a circuitului exterior se poate deduce urmând curbele închise de la cea mai mică la cea mai mare: Pentru curba din interior rezistenţa echivalentă este *R*; Pentru curba mai mare rezistenţa echivalentă este 3*R*; În final se obţine valoarea rezistenţei exterioare echivalente: $R_e = 2R$  	2p	**3p**
	Deoarece aceasta trebuie să fie egală cu rezistenţa internă a sursei se obţine în final: $2R = r \Rightarrow R = \frac{r}{2} = 0{,}5\Omega$	1p	
c.	Condiţia impusă se scrie: $P = fP_m$. Adică: $\frac{R_0E^2}{(R_0+r)^2} = f\frac{E^2}{4r}$	2p	**4p**
	Rezolvând se obţine: $R_0 = \frac{E^2}{4P_m} \cdot \frac{2 - f \pm \sqrt{4(1-f)}}{f}$ Rezultă două valori: $R_{01} = 0{,}18\Omega$ şi $R_{02} = 5{,}82\ \Omega$.	2p	

d.	$\eta_1 = \dfrac{2R}{2R+r}$ $\eta_2 = \dfrac{2R}{2R+\frac{r}{2}}$	2p	**4p**
	$\eta_1 = \dfrac{1}{2}$ $\eta_2 = \dfrac{2}{3}$	1p	
	$\dfrac{\eta_2}{\eta_1} = \dfrac{4}{3}$	1p	
TOTAL pentru Subiectul al III-lea			**15p**

D.OPTICĂ

Subiectul I		Punctaj
1.	a	3
2.	d	3
3.	a	3
4.	d	3
5.	c	3
TOTAL pentru Subiectul I		15p

Subiectul al II-lea		Parţial	Punctaj
a.	Considerăm o lentilă cu grosimea a, iar imaginea intermediară a obiectului aflat la $-x_1$ față de primul dioptru se formează la distanța x în interiorul lentilei. Aceasta constituie obiect pentru al doilea dioptru, față de care se află la $x+(-x_1^{'})=a$	1p	5p
	$\frac{n_2}{x}-\frac{n_1}{x_1}=\frac{n_2-n_1}{R_1}$	1p	
	$\frac{n_3}{x_2}-\frac{n_2}{x-a}=\frac{n_3-n_2}{R_2}$	1p	
	Se rezolvă şi se impune condiția ca a **s**ă tindă spre zero (lentilă subțire) şi se obține: $\frac{n_3}{x_2}-\frac{n_1}{x_1}=\frac{n_2-n_1}{R_1}+\frac{n_3-n_2}{R_2}$	2p	
b.	Pentru primul dioptru: $\frac{y_1^{'}}{y_1}=\frac{n_1x}{n_2x_1}$	1p	4p
	Pentru al doilea dioptru: $\frac{y_2}{y_1^{'}}=\frac{n_2x_2}{n_3x_1^{'}}$	1p	
	Pentru lentila subțire: $x_1^{'}=x-a\cong x$	1p	
	Rezultă mărirea liniară transversală: $\beta=\frac{n_1x_2}{n_3x_1}=\frac{y_2}{y_1}$	1p	
c.	Pentru focarul imagine: $x_1\to-\infty, f_{im}=\frac{n_3}{\frac{n_2-n_1}{R_1}+\frac{n_3-n_2}{R_2}}$	1,5p	3p
	Pentru focarul obiect: $x_2\to\infty, f_{ob}=\frac{-n_1}{\frac{n_2-n_1}{R_1}+\frac{n_3-n_2}{R_2}}$	1,5p	
d.	Indicii de refracție ai mediilor din lateral devin ambii de valoare 1, iar razele vor fi identice în modul. Se obține o lentilă simetrică situată în aer.	1p	3p
	Rezultă: $f=\frac{R}{2(n_2-1)}$; $\beta=\frac{y_2}{y_1}=\frac{x_2}{x_1}$; $\frac{1}{x_2}-\frac{1}{x_1}=\frac{1}{f}$	2p	
TOTAL pentru Subiectul al II-lea			15p

Subiectul al III-lea		Parţial	Punctaj
a.	Unda cu parcurs mai mare: $\delta_2 = \sqrt{(a+l)^2 + b^2} + r_2$	1p	**3p**
	Unda cu parcurs mai mic: $\delta_1 = \sqrt{(a-l)^2 + b^2} + r_1$	1p	
	Rezultă: $\delta = \sqrt{(a+l)^2 + b^2} + r_2 - \sqrt{(a-l)^2 + b^2} - r_1$	1p	
b.	Putem scrie: $\frac{x_k}{D} \approx \frac{\Delta r}{2l}$; pentru maxime de interferenţă diferenţa de drum optic trebuie să fie multiplu par de semilungimi de undă, iar pentru minime, multiplu impar.	1p	**4p**
	Pentru maxime rezultă: $x_{k,\max} = \frac{D}{2l}\left[2k\frac{\lambda}{2} - \sqrt{(a+l)^2 + b^2} + \sqrt{(a-l)^2 + b^2}\right]$	1p	
	Pentru minime rezultă: $x_{k,\min} = \frac{D}{2l}\left[(2k+1)\frac{\lambda}{2} - \sqrt{(a+l)^2 + b^2} + \sqrt{(a-l)^2 + b^2}\right]$	1p	
	Pentru maximul central se obţine: $x_{0,\max} = \frac{D}{2l}\left[-\sqrt{(a+l)^2 + b^2} + \sqrt{(a-l)^2 + b^2}\right]$	1p	
c.	Interfranja luminoasă se calculează ca diferenţa dintre maximul luminos de ordinul $k + 1$ şi acela de ordinul k.	1p	**4p**
	Rezultă: $i_l = \frac{D\lambda}{2l}$	1p	
	Interfranja întunecoasă se calculează ca diferenţa dintre minimul luminos de ordinul $k + 1$ şi acela de ordinul k.	1p	
	Rezultă: $i_i = \frac{D\lambda}{2l}$	1p	
d.	Interfranja va creşte: $\Delta i = \frac{D\lambda}{2l(1-f)} - \frac{D\lambda}{2l} = \frac{f}{1-f}i$	2p	**4p**
	Şi în acest caz interfranja va creşte: $\Delta i = \frac{D(1+g)\lambda}{2l} - \frac{D\lambda}{2l} = gi$	2p	
TOTAL pentru Subiectul al III-lea			**15p**

TESTE DE NIVEL AVANSAT

TESTUL 1

A. MECANICĂ

Subiectul I		**Punctaj**
1.	**a**	**3**
2.	**b**	**3**
3.	**c**	**3**
4.	**d**	**3**
5.	**c**	**3**
TOTAL pentru Subiectul I		**15p**

Subiectul al II-lea		**Parţial**	**Punctaj**
a.	Pe direcția mișcării sistemului sanie–sportiv avem: $G_t - F_f = (m_1 + m_2) \cdot a$,	1p	**4p**
	unde: $G_t = (m_1 + m_2) \cdot g \cdot \sin\alpha = (m_1 + m_2) \cdot g \cdot \dfrac{H}{L}$	1p	
	Deci: $F_f = (m_1 + m_2) \cdot \left(g \cdot \dfrac{H}{L} - a\right)$	1p	
	Rezultă: $F_f = 60$ N	1p	
b.	Pentru sistemul sanie–sportiv, pe o direcție perpendiculară cu direcția mișcării avem: $N - G_n = 0$,	1p	**5p**
	unde: $G_n = (m_1 + m_2) \cdot g \cdot \cos\alpha = (m_1 + m_2) \cdot g \cdot \dfrac{\sqrt{L^2 - H^2}}{L}$	1p	
	Dar: $F_f = \mu \cdot N$	1p	
	După efectuarea calculelor obținem: $\mu = \dfrac{F_f \cdot L}{(m_1 + m_2) \cdot g \cdot \sqrt{L^2 - H^2}}$	1p	
	Rezultă: $\mu = 0{,}125$	1p	
c.	Pe direcția mișcării saniei avem: $G_{t_2} - F_{f_2} = m_2 \cdot a'$,	1p	**4p**
	unde: $G_{t2} = m_2 \cdot g \cdot \sin\alpha = m_2 \cdot g \cdot \dfrac{H}{L}$, $F_{f2} = \mu \cdot N_2 = \mu \cdot G_{n2} = \mu \cdot m_2 \cdot g \cdot \cos\alpha = \mu \cdot m_2 \cdot g \cdot \dfrac{\sqrt{L^2 - H^2}}{L}$	1p	
	Obținem: $a' = g \cdot \dfrac{H - \mu \cdot \sqrt{L^2 - H^2}}{L}$	1p	
	Rezultă: $a' = 5\ \text{m/s}^2$.	1p	
d.	Pe direcția mișcării saniei avem: $F - G_{t2} - F_{f2} = 0$	1p	**3p**
	Deci: $F = G_{t2} + F_{f2} = m_2 \cdot g \cdot \dfrac{H + \mu \cdot \sqrt{L^2 - H^2}}{L}$	1p	
	Rezultă: $F = 28$ N	1p	
TOTAL pentru Subiectul al II-lea			**15p**

Subiectul al III-lea		Parţial	Punctaj
a.	Aplicăm legea de conservare a energiei mecanice: $E_M = E_N$	1p	4p
	Unde: $E_M = E_{cM} + E_{pM} = \dfrac{m \cdot v_M^2}{2} + 0 = \dfrac{m \cdot v_M^2}{2}$, $E_N = E_{cN} + E_{pN} = 0 + m \cdot g \cdot h_{\max} = m \cdot g \cdot h_{\max}$	1p	
	Obţinem: $h_{\max} = \dfrac{v_M^2}{2g}$	1p	
	Rezultă: $h_{\max} = 5$ m	1p	
b.	La coborâre, în punctul P în care energia cinetică a pietrei este o pătrime din energia potențială a sistemului piatră–pământ, avem: $E_Q = E_{cQ} + E_{pQ} = E_{cQ} + 4E_{cQ} = 5E_{cQ} = \dfrac{5m \cdot v_Q^2}{2}$	1p	4p
	Dar: $E_M = E_Q$	1p	
	După efectuarea calculelor obţinem: $v_Q = v_M \dfrac{\sqrt{5}}{5}$	1p	
	Rezultă: $v_Q \cong 4{,}47$ m/s	1p	
c.	Aplicăm teorema de variaţie a energiei mecanice: $E_R - E_M = L_{\text{neconservativ}}$	1p	4p
	Unde: $E_R = E_{cR} + E_{pR} = 0 + (-m \cdot g \cdot d) = -m \cdot g \cdot d$, $L_{\text{neconservativ}} = -F_r \cdot d$	1p	
	Deci: $F_r = m \cdot g + \dfrac{m \cdot v_M^2}{2d}$	1p	
	Rezultă: $F_r = 5010$ N	1p	
d.	Lucrul mecanic efectuat de forța de greutate din punctul de înălțime maximă a pietrei şi până la oprirea acesteia în sol este: $L_G = m \cdot g \cdot (h_{\max} + d)$	2p	3p
	Rezultă: $L_G = 50{,}1$ J	1p	
TOTAL pentru Subiectul al III-lea			**15p**

B. TERMODINAMICĂ

Subiectul I		**Punctaj**
1.	**b**	**3**
2.	**a**	**3**
3.	**a**	**3**
4.	**d**	**3**
5.	**c**	**3**
TOTAL pentru Subiectul I		**15p**

Subiectul al II-lea		**Parţial**	**Punctaj**
a.	Pentru primul compartiment, din ecuația termică de stare: $p_1 \cdot V_1 = \nu_1 \cdot R \cdot T_1$	1p	**3p**
	Obținem: $\nu_1 = \frac{p_1 \cdot V_1}{R \cdot T_1}$	1p	
	Rezultă: $\nu_1 = 1\ \text{mol}$	1p	
b.	Pentru al doilea compartiment, din ecuația termică de stare: $p_2 \cdot V_2 = \nu_2 \cdot R \cdot T_2$	1p	**4p**
	Obținem: $\nu_2 = \frac{p_2 \cdot V_2}{R \cdot T_2} = \frac{N_2}{N_A}$	1p	
	Dar: $\nu_2 = \frac{N_2}{N_A}$	1p	
	Rezultă: $N_2 = 3,01 \cdot 10^{23}$	1p	
c.	În acest caz: $Q_1 = \lvert Q_2 \rvert$	1p	**4p**
	Unde: $Q_1 = \nu_1 \cdot C_V \cdot (T - T_1)$, $Q_2 = \nu_2 \cdot C_V \cdot (T - T_2)$	1p	
	După efectuarea calculelor obținem: $T = \frac{\nu_1 \cdot T_1 + \nu_2 \cdot T_2}{\nu_1 + \nu_2}$	1p	
	Rezultă: $T \cong 333,3\ \text{K}$	1p	
d.	Pentru primul compartiment: $p_1' \cdot V_1' = \nu_1 \cdot R \cdot T$	1p	**4p**
	Pentru al doilea compartiment: $p_2' \cdot V_2' = \nu_2 \cdot R \cdot T$	1p	
	Dar: $p_1' = p_2'$	1p	
	Rezultă: $\frac{V_2'}{V_1'} = \frac{\nu_2}{\nu_1} = 0,5$	1p	
TOTAL pentru Subiectul al II-lea			**15p**

Subiectul al III-lea		**Parţial**	**Punctaj**
a.	Variația energiei interne într-un ciclu este: $\Delta U_{12341} = \Delta U_{12} + \Delta U_{23} + \Delta U_{34} + \Delta U_{41}$	1p	**4p**
	Deci: $\Delta U_{12} = \Delta U_{23} + \Delta U_{34} + \Delta U_{41} - \Delta U_{1234}$	1p	
	Dar: $\Delta U_{12341} = 0$	1p	
	Rezultă: $\Delta U_{12} = 800\ \text{J}$	1p	
b.	Căldura cedată de gaz mediului exterior pentru parcurgerea a $N = 10$ cicluri termodinamice este: $Q_{\text{cedat}\,N} = N \cdot Q_{\text{cedat}12341}$	1p	**4p**
	Unde: $Q_{\text{cedat}12341} = Q_{34} + Q_{41}$	1p	
	Şi: $Q_{34} = \Delta U_{34} + L_{34} = (-1100\ \text{J}) + 0\ \text{J} = -1100\ \text{J}$, $Q_{41} = \Delta U_{41} + L_{41} = (-450\ \text{J}) + (-100\ \text{J}) = -550\ \text{J}$	1p	
	Rezultă: $Q_{\text{cedat-}N} = -16500\ \text{J}$	1p	
c.	Lucrul mecanic total schimbat de gaz cu mediului exterior într-un ciclu este: $L_{12341} = L_{12} + L_{23} + L_{34} + L_{41}$,	1p	**3p**
	unde: $L_{12} = 0\ \text{J}$, $L_{23} = Q_{23} - \Delta U_{23} = 1150\ \text{J} - 750\ \text{J} = 400\ \text{J}$, $L_{34} = 0\ \text{J}$, $L_{41} = -100\ \text{J}$	1p	
	Rezultă: $L_{12341} = 300\ \text{J}$	1p	
d.	Pentru un ciclu termodinamic: $L_{12341} = Q_{\text{primit 12341}} - \lvert Q_{\text{cedat 12341}} \rvert$	1p	**4p**
	Căldura primită de gaz pentru parcurgerea a $N = 10$ cicluri termodinamice este: $Q_{\text{primit N}} = N \cdot Q_{\text{primit 12341}}$	1p	
	Deci: $Q_{\text{primit N}} = N \cdot \left(L_{12341} + \lvert Q_{\text{cedat 12341}} \rvert \right)$	1p	
	Rezultă: $Q_{\text{primit N}} = 19500\ \text{J}$	1p	
TOTAL pentru Subiectul al III-lea			**15p**

C. PRODUCEREA ȘI UTILIZAREA CURENTULUI CONTINUU

Subiectul I		Punctaj
1.	**a**	**3**
2.	**c**	**3**
3.	**c**	**3**
4.	**b**	**3**
5.	**d**	**3**
TOTAL pentru Subiectul I		**15p**

Subiectul al II-lea		Parţial	Punctaj
a.	Rezistența echivalentă a grupării de rezistoare poate fi exprimată din relația: $\frac{1}{R_P}=\frac{1}{R}+\frac{1}{R}+\frac{1}{R}+\frac{1}{R}$	1p	**3p**
	Obținem: $R=4\cdot R_P$	1p	
	Rezultă: $R=400\ \Omega$	1p	
b.	Tensiunea electromotoare a acumulatorului este: $E_S=N\cdot E$	1p	**4p**
	Intensitatea curentului prin circuit este: $I=\frac{E_S}{R_P+r_S}$	1p	
	Unde: $r_S=N\cdot r$	1p	
	Rezultă: $I=0,2$ A	1p	
c.	Tensiunea internă dintr-un element de acumulator este: $u_0=I\cdot r$	1p	**4p**
	Rezultă: $u_0=0,2$ V	1p	
	Tensiunea internă din baterie este: $u=N\cdot u_0$	1p	
	Rezultă: $u=4$ V	1p	
d.	Intensitatea curentului în cazul bateriei scurtcircuitate este: $I_{SC}=\frac{E_S}{r_S}$	2p	**4p**
	Obținem: $I_{SC}=\frac{E}{r}$	1p	
	Rezultă: $I_2=1,2$ A	1p	
TOTAL pentru Subiectul al II-lea			**15p**

Subiectul al III-lea		**Parţial**	**Punctaj**
a.	Intensitatea curentului prin sursă este: $I = \dfrac{E}{R_{AD} + r}$	1p	**4p**
	Unde: $R_{AD} = \dfrac{R_{12} \cdot R_{34}}{R_{12} + R_{34}}$	1p	
	Iar: $R_{12} = R_1 + R_2$, $R_{34} = R_3 + R_4$	1p	
	Rezultă: $I = 1$ A	1p	
b.	Tensiunea măsurată de voltmetru între punctele B şi C este: $U_{BC} = I'' \cdot R_4 - I' \cdot R_1$	1p	**5p**
	Dar: $I_1 = I' + I''$	1p	
	Şi: $I' \cdot R_{12} = I'' \cdot R_{34}$	1p	
	Deci: $I' = I'' = \dfrac{I}{2}$	1p	
	Rezultă: $U_{BC} = 1{,}35$ V	1p	
c.	Energia electrică consumată de circuitul exterior în $\Delta t = 1$ min este: $W = R_{AD} \cdot I^2 \cdot \Delta t$	2p	**3p**
	Rezultă: $W = 525$ J	1p	
d.	Intensitatea curentului în cazul scurtcircuitării sursei este: $I_{SC} = \dfrac{E}{r}$	2p	**3p**
	Rezultă: $I_{SC} = 36$ A	1p	
TOTAL pentru Subiectul al III-lea			**15p**

D.OPTICĂ

Subiectul I		Punctaj
1.	c	3
2.	d	3
3.	a	3
4.	b	3
5.	a	3
TOTAL pentru Subiectul I		15p

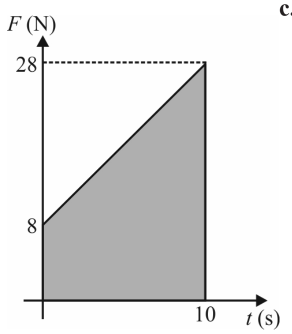
Subiectul al II-lea		Parţial	Punctaj
a.	Convergența sistemului optic format de cele două lentile subțiri este: $C = C_1 + C_2$	2p	4p
	Distanța focală a sistemului optic format de cele două lentile subțiri este: $f = \frac{1}{C}$	1p	
	Rezultă: $f = 20$ cm = 0,2 m	1p	
b.	Din prima formulă fundamentală a lentilelor: $\frac{1}{x_2} - \frac{1}{x_1} = \frac{1}{f}$	1p	3p
	Obținem: $x_2 = \frac{x_1 \cdot f}{x_1 + f}$	1p	
	Rezultă: $x_2 = -20$ cm	1p	
c.	Din prima formulă fundamentală a lentilelor: $\frac{1}{x_2'} - \frac{1}{x_1'} = \frac{1}{f}$	1p	4p
	Din a doua formulă fundamentală a lentilelor: $\beta' = \frac{x_2'}{x_1'} = -\frac{1}{2}$	1p	
	Obținem: $x_1' = f \cdot \frac{1-\beta}{\beta}$	1p	
	Rezultă: $x_1' = -60 \text{ cm} = -0{,}6 \text{ m}$	1p	
d.	Din prima formulă fundamentală a lentilelor: $\frac{1}{x_2''} - \frac{1}{x_1''} = \frac{1}{f}$	1p	4p
	Din a doua formulă fundamentală a lentilelor: $\beta'' = \frac{x_2''}{x_1''}$	1p	
	Obținem: $\beta'' = \frac{f}{x_1'' + f}$	1p	
	Rezultă: $\beta'' = -2$	1p	
TOTAL pentru Subiectul al II-lea			15p

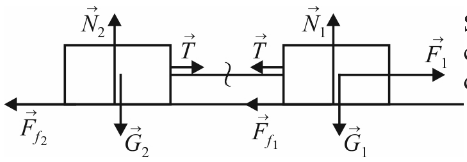
Subiectul al III-lea		Parţial	Punctaj
a.	Din expresia interfranjei: $i = \frac{\lambda \cdot D}{2l}$	1p	3p
	Obținem: $\lambda = \frac{2l \cdot i}{D}$	1p	
	Rezultă: $\lambda = 500$ nm	1p	

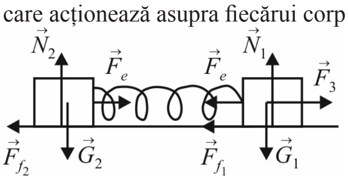
b.	De o parte și de alta a franjei centrale se află maximele de ordinul al II-lea, iar distanța dintre aceste maxime este: $\Delta x_2 = 2x_2$	1p	**4p**
	Fiecare maxim de ordinul al II-lea se află față de franja centrală de pe ecran la distanța: $x_2 = 2i$	1p	
	Deschiderea unghiulară α, măsurată din centrul paravanului cu fante până la maximele de ordinul al II-lea obținute pe ecran se exprimă din relația: $\operatorname{tg}\alpha = \frac{\Delta x_2}{D} = \frac{4i}{D}$	1p	
	Rezultă: $\alpha = 2 \cdot 10^{-3}$ rad	1p	
c.	Interfranja este dată de relația: $i_1 = \frac{\lambda \cdot D_1}{2l} = \frac{i}{2}$	1p	**4p**
	Deci: $D_1 = \frac{D}{2}$	1p	
	În acest caz ecranul se apropie pe distanța: $d = D - D_1 = \frac{D}{2}$	1p	
	Rezultă: $d = 1$ m	1p	
d.	În acest caz interfranja este dată de relația: $i_2 = \frac{\lambda_2 \cdot D_1}{2l}$	1p	**4p**
	Unde: $\lambda_2 = \frac{1}{n} \cdot \frac{c}{\nu} = \frac{\lambda}{n}$	1p	
	Deci: $i_2 = \frac{\lambda \cdot D_1}{2l \cdot n} = \frac{i}{2n}$	1p	
	Rezultă: $i_2 \cong 0,33$ mm	1p	
TOTAL pentru Subiectul al III-lea			**15p**

TESTUL 2

A. MECANICĂ

Subiectul I		Punctaj
1.	**b.** $F=\dfrac{\Delta p}{\Delta t} \Rightarrow [F]_{SI} = \text{kg}\cdot\text{ms}^{-2}$	**3**
2.	**c.** $T = G + F_i = 1{,}5\ \text{mg}$	**3**
3.	**a.** $d = 2h_{\max} = 2\dfrac{v_0^2}{2g} = 10\ \text{m},\ \Delta r = 0$	**3**
4.	**b.** $\Delta x = x_5 - x_4 = \dfrac{at_5^2}{2} - \dfrac{at_4^2}{2} = 4{,}5a$ $t_4 = 4\ \text{s}, t_5 = 5\ \text{s}$ $\Rightarrow a = 2\ \text{m/s}^2$ $\Delta x' = x_{10} - x_9 = \dfrac{at_{10}^2}{2} - \dfrac{at_9^2}{2} \Rightarrow \Delta x' = 19\ \text{m}$ $t_9 = 9\ \text{s}, t_{10} = 10\ \text{s}$	**3**
5.	 **c.** Se realizează graficul $F = F(t)$ și se calculează Δp ca arie a suprafeței evidențiate $\Rightarrow \Delta p = 180\ \text{kg}\cdot\text{m/s} \Rightarrow v = 36\ \text{m/s}$	**3**
TOTAL pentru Subiectul I		**15p**

Subiectul al II-lea		Parţial	Punctaj
a.	 Studiem mişcarea fiecărui corp separat. Reprezentăm forțele care acționează asupra fiecărui corp și aplicăm principiul al doilea al dinamicii. $F_1 - T - F_{f1} = 0$ $T - F_{f2} = 0$	2p	**4p**
	$F_1 = \mu_1(m_1 + m_2)g$	1p	
	$m_2 = 2\ \text{kg}$	1p	
b.	Deoarece doar m_1 începe să se mişte $F_2 = F_{f1}$	1p	**3p**
	$F_2 = \mu_2 m_1 g$	1p	
	$\mu_2 = 0{,}25$	1p	

c.	Studiem mişcarea fiecărui corp separat, în condiţiile unei mişcări uniforme a sistemului. Reprezentăm forţele care acţionează asupra fiecărui corp şi aplicăm principiul al doilea al dinamicii.  $F_3 - F_e - F_{f1} = 0$ $F_e - F_{f2} = 0$	2p	**4p**
	$F_3 = \mu_2(m_1 + m_2)g$	1p	
	$F_3 = 15\ \text{N}$	1p	
d.	Analizăm mişcarea fiecărui corp separat, în condiţiile unei mişcări accelerate a sistemului. Reprezentăm forţele care acţionează asupra fiecărui corp şi aplicăm principiul al doilea al dinamicii. $F_4 - F_e - F_{f1} = m_1 a$ $F_e - F_{f2} = m_2 a$	1p	**4p**
	$a = \dfrac{F_4 - \mu_2(m_1 + m_2)g}{m_1 + m_2} = 7{,}5\ \text{m/s}^2$	1p	
	$F_e = k\Delta l$	1p	
	$k = \dfrac{m_2(a + \mu_2 g)}{\Delta l} = 133{,}3\ \text{N/m}$	1p	
TOTAL pentru Subiectul al II-lea			**15p**

Subiectul al III-lea		**Parţial**	**Punctaj**
a.	$v_0 = \dfrac{p_0}{m} = 50\ \text{m/s}$	1p	**3p**
	$t_u = \dfrac{v_0}{g}$	1p	
	$t_u = 5\ \text{s}$	1p	
b.	Conservăm energia între punctele *O* şi *A* $E_{c0} = E_{cA} + E_{pA}$	1p	**4p**
	$E_{cA} = \dfrac{E_{pA}}{2} \Rightarrow E_{c0} = \dfrac{3E_{pA}}{2}$	1p	
	$h = \dfrac{v_0^2}{3g}$	1p	
	$h = 83{,}3\ \text{m}$	1p	
c.	$E_{c0} = 3E_{cA}$	1p	**4p**
	$\Rightarrow v = \dfrac{v_0}{\sqrt{3}}$	1p	
	$v = 29\ \text{m/s}$	1p	
	$p = mv = 29\ \text{kg} \cdot \text{m/s}$	1p	
d.	$h_{\max} = \dfrac{v_0^2}{2g} = 125\ \text{m}$	1p	**4p**
	$\Delta E_c = L \Rightarrow \Delta E_c = L_G + L_f$	1p	
	$h = \dfrac{E_{c0}}{mg + F_f} = 104\ \text{m}$	1p	
	$\dfrac{h_{\max}}{h} = 1{,}2$	1p	
TOTAL pentru Subiectul al III-lea			**15p**

B. TERMODINAMICĂ

Subiectul I		**Punctaj**
1.	**d.** $Q_V = \nu C_V \Delta T_1, Q_p = \nu C_p \Delta T_2$ $\Rightarrow \frac{\Delta T_1}{\Delta T_2} = \gamma$	**3**
2.	c. $T_i V_i^{\gamma-1} = T_f V_f^{\gamma-1} \Rightarrow V_f = V_i \left(\frac{T_i}{T_f}\right)^{\frac{1}{\gamma-1}}$ $V_f = \frac{V_i}{4} \Rightarrow \rho_f = 4\rho_i$	**3**
3.	**b.** Din $V = ap$ rezultă $\frac{V_1}{V_2} = \frac{p_1}{p_2}$ Din ecuația de stare rezultă $\frac{V_1}{V_2} = \frac{p_2}{p_1}\frac{T_1}{T_2}$ Din cele două ecuații rezultă $\frac{p_1}{p_2} = \sqrt{\frac{T_1}{T_2}} = \sqrt{3}$	**3**
4.	**c.** $p_1 V_1^{\gamma} = p_2 V_2^{\gamma} \Rightarrow \frac{V_1}{V_2} = \left(\frac{p_2}{p_1}\right)^{\frac{1}{\gamma}} = 0,3^{\frac{1}{\gamma}}$ $n = \frac{N}{V} \Rightarrow \frac{n_2}{n_1} = \frac{V_1}{V_2}$	**3**
5.	**b.** $\eta = 1 - \frac{\lvert Q_2 \rvert}{Q_1} = 1 - \frac{T_2}{T_1}$ $\Rightarrow \lvert Q_2 \rvert = \frac{T_2}{T_1} Q_1 = 1,2\ \text{kJ}$	**3**
TOTAL pentru Subiectul I		**15p**

Subiectul al II-lea		**Parţial**	**Punctaj**
a.	$\bar{\mu} = \frac{m_1 + m_2}{\nu_1 + \nu_2}$	1p	**4p**
	$m_1 = \frac{pV\mu_1}{RT_1}, m_2 = \frac{pV\mu_2}{RT_2}$	1p	
	$\bar{\mu} = \frac{\mu_1 T_2 + \mu_2 T_1}{T_1 + T_2}$	1p	
	$\bar{\mu} = 16,5\ \text{g/mol}$	1p	
b.	$U_i = U_f \Rightarrow$ $\nu_1 C_{V1} T_1 + \nu_2 C_{V2} T_2 = T(\nu_1 C_{V1} + \nu_2 C_{V2})$	2p	**4p**
	$T = \frac{8T_1T_2}{3T_2 + 5T_1}$	1p	
	$T = 284,4\ \text{K}$	1p	
c.	$\rho = \frac{p\bar{\mu}}{RT}$	2p	**3p**
	$\rho = 0,699\ \text{kg/m}^3$	1p	

d.	$\nu_1 + \nu_2 = \nu \Rightarrow \frac{2p}{T_1} + \frac{p}{T_2} = \frac{2p_f}{T}$ $U_i = U_f \Rightarrow$ $\nu_1 C_{V1} T_1 + \nu_2 C_{V2} T_2 = T(\nu_1 C_{V1} + \nu_2 C_{V2})$	2p	4p
	$T = \frac{11T_1T_2}{6T_2 + 5T_1}$	1p	
	$p_f = \frac{11p(2T_2 + T_1)}{2(6T_2 + 5T_1)} = 1,53 \cdot 10^5\ \text{N/m}^2$	1p	
TOTAL pentru Subiectul al II-lea			**15p**

Subiectul al III-lea		**Parţial**	**Punctaj**
a.	$T_2 = T_3$	1p	4p
	$T_1 V_1^{\gamma-1} = T_2 V_2^{\gamma-1} \Rightarrow T_2 = T_1 \left(\frac{V_1}{V_2}\right)^{\gamma-1}$	1p	
	$T_1 = \frac{p_1 V_1}{\nu R} \cong 300\ \text{K}$	1p	
	$T_2 = 4T_1 = 1200\ \text{K}$	1p	
b.	$L_{23} = \nu R T_2 \ln \frac{V_3}{V_2}$	1p	4p
	Din legea transformării izoterme: $\frac{V_3}{V_2} = \frac{p_2}{p_3}$	1p	
	$p_2 = \frac{\nu R T_2}{V_2} = 32 p_1$	1p	
	$L_{23} = 2441\ \text{J}$	1p	
c.	$Q_{31} = L_{31} + \Delta U_{31}$	1p	4p
	$L_{31} = \frac{(p_1 + p_3)(V_1 - V_3)}{2}$ cu $V_3 = \frac{8}{3} V_1$	1p	
	$\Delta U_{31} = \nu C_V (T_1 - T_3)$	1p	
	$Q_{31} = -1314\ \text{J}$	1p	
d.	$\eta_C = 1 - \frac{T_{min}}{T_{max}}$	1p	3p
	$\eta_C = 1 - \frac{T_1}{T_2}$	1p	
	$\eta_C = 75\%$	1p	
TOTAL pentru Subiectul al III-lea			**15p**

C. PRODUCEREA ȘI UTILIZAREA CURENTULUI CONTINUU

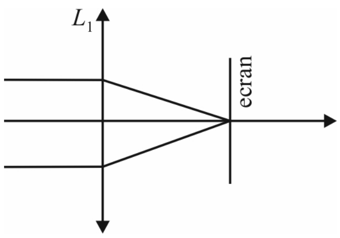
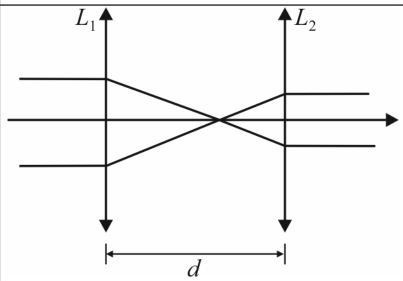
Subiectul I		Punctaj
1.	**b.** $[\rho]_{S.I.} = \Omega \cdot m = J \cdot m \cdot A^{-1}\, s^{-1}$	**3**
2.	**b.** $U_{AB} = -E_1 + E_2 + I(R + r_1 + r_2) = 3V$	**3**
3.	**c.** $U = U_{bec} + U_{fire} = 170$ V	**3**
4.	**a.** $P_{max} = \dfrac{(E_1 + E_2)^2}{4(r_1 + r_2)} = 4$ W	**3**
5.	**c.** $I_0 = \dfrac{U}{R_0}, I = \dfrac{U}{R_0(1+\alpha t)} = \dfrac{I_0}{(1+\alpha t)} = 90$ mA	**3**
TOTAL pentru Subiectul I		**15p**

Subiectul al II-lea		Parţial	Punctaj
a.	Se lucrează în condițiile lui K deschis $I = \dfrac{E_e}{R_e + r_e}$	1p	**4p**
	$E_e = E_1 + E_3, r_e = r_1 + r_3$	1p	
	$R_e = R_1 + \dfrac{R_2 R_3}{R_2 + R_3}$	1p	
	$I = 1$ A	1p	
b.	$U_1 = I_1 R_1$	1p	**3p**
	$I_1 = \dfrac{E_e}{R_1 + r_e}$	1p	
	$U_1 = 15{,}4$ V	1p	
c.	$U_V = I_2 R_p^{'}$	1p	**4p**
	$I_2 = \dfrac{E_e}{R_1 + R_p^{'} + r_e}$	1p	
	$\dfrac{1}{R_p^{'}} = \dfrac{1}{R_2} + \dfrac{1}{R_3} + \dfrac{1}{R_V}$	1p	
	$U_V = 11$ V	1p	
d.	Se lucrează în condițiile lui K închis, păstrându-se caracteristicile circuitului de la punctul (a) $I' = \dfrac{E_e'}{R_e + r_e'}$	1p	**4p**
	$E_e = E_p + E_3, r_e = r_p + r_3 = \dfrac{r_1 r_2}{r_1 + r_2} + r_3$	1p	
	$E_p = \dfrac{\dfrac{E_1}{r_1} - \dfrac{E_2}{r_2}}{\dfrac{1}{r_1} + \dfrac{1}{r_2}} = \dfrac{8}{3}$ V	1p	
	$I' = 0{,}61$ A	1p	
TOTAL pentru Subiectul al II-lea			**15p**

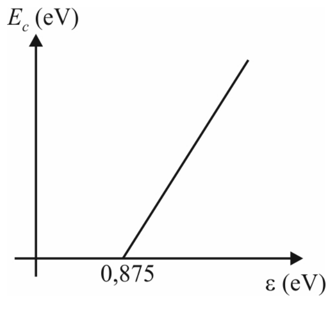
Subiectul al III-lea		**Parţial**	**Punctaj**
a.	$R_2 = \dfrac{P_2}{I_2^{\,2}}$	2p	**3p**
	$R_2 = 10\ \Omega$	1p	
b.	$P = P' \Rightarrow r_e = \sqrt{R_{e1}R_{e2}}$	1p	**5p**
	$R_{e1} = \dfrac{R_1R_2}{R_1 + R_2} + R_3$ pentru K deschis	1p	
	$R_{e2} = \dfrac{R_1R_2}{R_1 + R_2}$ pentru K închis	1p	
	$r_e = r_1 + r_2$	1p	
	$r_2 \cong 4{,}5\ \Omega$	1p	
c.	$P_{2\,\text{int}} = r_2I^2$	1p	**4p**
	$I = I_1 + I_2$	1p	
	$I_1R_1 = I_2R_2$	1p	
	$I = 2I_2 = 6\ \text{A}$ $\quad P_{2\,\text{int}} = 162\ \text{W}$	1p	
d.	$\eta = \dfrac{R_{e2}}{R_{e2} + r_e}$	2p	**3p**
	$\eta = 0{,}37 = 37\%$	1p	
TOTAL pentru Subiectul al III-lea			**15p**

D. OPTICĂ

Subiectul I		Punctaj
1.	**b.** $\beta = \frac{\lvert f_2 \rvert}{\lvert f_1 \rvert}$	3
2.	**a.** $\frac{x_2}{x_1} = \frac{n_2}{n_1} \Rightarrow \frac{x_2}{x_1} = \frac{1}{n_a} \Rightarrow x_2 = 45 \text{ cm}$	3
3.	**c.** $i_a = \frac{i}{n_a} = 1{,}5 \text{ mm}$	3
4.	Prin introducerea lentilei în lichid, distanța focală devine **c.** $f_l = \frac{1}{\left(\frac{n}{n_l} - 1\right)\left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2}\right)}, n = n_l \Rightarrow f_l \to \infty$	3
5.	**a.** $\varepsilon = L_{ex1} + E_{c1} = L_{ex2} + E_{c2}$ $\Rightarrow L_{ex2} = 6{,}1 \cdot 10^{-19} \text{ J}$	3
TOTAL pentru Subiectul I		**15p**

Subiectul al II-lea		Parțial	Punctaj
a.		2p	**3p**
	La trecerea printr-o lentilă convergentă, un fascicul paralel de lumină converge în focarul imagine al acesteia, deci $f_1 = 30$ cm	1p	
b.		2p	**4p**
	Din desen se observă că $d = f_1 + f_2$	1p	
	$f_2 = 25$ cm	1p	
c.	$\frac{1}{x_2} - \frac{1}{x_1} = \frac{1}{f_1} \Rightarrow x_2 = \frac{f_1 x_1}{f_1 + x_1} = 75 \text{ cm}$	1p	**4p**
	$d_1 = x_2 + \lvert x_3 \rvert \Rightarrow \lvert x_3 \rvert = 35 \text{ cm}$	1p	
	$\frac{1}{x_4} - \frac{1}{x_3} = \frac{1}{f_2}$	1p	
	$x_4 = 87{,}5$ cm	1p	

d.	$\beta = \dfrac{y_3}{y_1}$	1p	**4p**
	$\beta = \beta_1 \beta_2$	1p	
	$\beta_1 = \dfrac{x_2}{x_1} = -1{,}5 \;\; \beta_2 = \dfrac{x_4}{x_3} = -2{,}5$	1p	
	$y_3 = \beta y_1 = 56{,}25$ cm	1p	
TOTAL pentru Subiectul al II-lea			**15p**

Subiectul al III-lea		**Parţial**	**Punctaj**
a.	$W = N\varepsilon$	1p	**4p**
	$\varepsilon = \dfrac{hc}{\lambda}$	1p	
	$W = Pt$	1p	
	$N = \dfrac{Pt\text{ë}}{hc} = 43{,}4 \cdot 10^{17}$ fotoni	1p	
b.	$\varepsilon = L_{ex} + E_c$	1p	**4p**
	$E_c = eU_s$	1p	
	$L_{ex} = \dfrac{hc}{\lambda} - eU_s$	1p	
	$L_{ex} = 1{,}4 \cdot 10^{-19}$ J	1p	
c.	$I_s = \dfrac{N_1 e}{t}$	2p	**3p**
	$N_1 = \dfrac{I_s t}{e} = 0{,}75 \cdot 10^{18}$ fotoni	1p	
d.		1p	**4p**
	$L_{ex} = 1{,}4 \cdot 10^{-19}$ J $= 0{,}875$ eV	3p	
TOTAL pentru Subiectul al III-lea			**15p**

TESTUL 3

A. MECANICĂ

Subiectul I		**Punctaj**
1.	**d .**	**3**
2.	**b.**	**3**
3.	**b.**	**3**
4.	**a.**	**3**
5.	**b.**	**3**
TOTAL pentru Subiectul I		**15p**

Subiectul al II-lea		**Parţial**	**Punctaj**
a.	$\vec{G}+\vec{F}_{2y}+\vec{N}=\vec{0}$	1p	**3p**
	$N=G-F_2\sin\theta$	1p	
	Rezultat final: $N=51{,}35$ N	1p	
b.	$\vec{F}_{1x}+\vec{F}_{2x}+\vec{F}_f=\vec{0}$, la limita alunecării	1p	**4p**
	$F_1+F_2\cos\theta=\mu_m N$	1p	
	$\mu_m=\dfrac{F_1+F_2\cos\theta}{mg-F_2\sin\theta}$	1p	
	Rezultat final: $\mu_m=0{,}68$	1p	
c.	$\vec{F}_1+\vec{F}_{2x}+\vec{F}_f{}'=m\vec{a}$	1p	**4p**
	$F_1+F_2\cos\theta-\mu N=ma$	1p	
	$a=\dfrac{F_1+F_2\cos\theta-\mu(-F_2\sin\theta+mg)}{m}$	1p	
	$a\cong 4{,}12$ m/s^2	1p	
d.	$P_m=F_2 v_m\cos\theta$	1p	**4p**
	$v=v_0+at,\ v=at,\ v_m=\dfrac{v}{2}$	1p	
	$P_m=F_2\dfrac{at}{2}\cos\theta$	1p	
	$P_m\cong 1854$ W	1p	
TOTAL pentru Subiectul al II-lea			**15p**

Subiectul al III-lea		Parţial	Punctaj
a.	$E_P = \frac{kx^2}{2}$	2p	**3p**
	Rezultat final: $E_P = 0{,}5$ J	1p	
b.	legea conservării energiei pentru sistem: $E_i = E_f$	1p	**4p**
	$E_i = \frac{kx^2}{2} = E_p,\ E_f = E_{c1} + E_{c2} = E_c^{\text{sistem}}$	2p	
	Rezultat final: $E_{c\ \text{sistem}} = 0{,}5$ J	1p	
c.	$E_{c\ \text{sistem}} = \frac{m_1 v_1^2}{2} + \frac{m_2 v_2^2}{2} = \frac{kx^2}{2}$	1p	**4p**
	legea conservării impulsului $\vec{p}_i = \vec{p}_f \Leftrightarrow 0 = m_1 v_1 - m_2 v_2$	1p	
	$v_1 = x\sqrt{\frac{km_2}{m_1(m_1+m_2)}};\ v_2 = x\sqrt{\frac{km_1}{m_2(m_1+m_2)}}$	1p	
	Rezultat final: $v_1 = 2{,}82$ m/s; $v_2 = 0{,}71$ m/s	1p	
d.	$\Delta E_c = L_{F_f}$	1p	**4p**
	$\frac{m_1 v_1^2}{2} = \mu m_1 g d$	1p	
	$d = \frac{v_1^2}{2\mu g}$	1p	
	Rezultat final: $d = 2$ m	1p	
TOTAL pentru Subiectul al III-lea			**15p**

B. TERMODINAMICĂ

Subiectul I		Punctaj
1.	**d.**	**3**
2.	**d.**	**3**
3.	**b.**	**3**
4.	**d.**	**3**
5.	**c.**	**3**
TOTAL pentru Subiectul I		**15p**

Subiectul al II-lea		Parţial	Punctaj
a.	$p_1 = p_0 + \rho g \frac{l}{2}$	2p	**3p**
	$p_1 = 1{,}5\text{ atm} \cong 1{,}5 \cdot 10^5\text{ Pa}$	1p	
b.	$p_1 V_1 = p_2 V_2$	1p	**4p**
	$p_1 = p_0 + \rho g \frac{l}{2};\ V_1 = S\frac{l}{2};\ p_2 + \rho g x = p_0;\ V_2 = S(l-x)$	1p	
	$\rho g x^2 - x(p_0 + \rho g l) + \frac{p_0 l}{4} = 0$	1p	
	$x \cong 10\text{ cm}$	1p	
c.	$p_1 V_1 = \nu R T$	1p	**4p**
	$\nu = \frac{p_1 S h}{RT}$	1p	
	$\nu \cong 2{,}2 \cdot 10^{-3}\text{ mol}$	2p	
d.	$U = \frac{i}{2}\nu R T$	1p	**4p**
	$U_{\text{aer}} = U_{N_2} + U_{O_2} + U_{Ar}$	1p	
	$U_{N_2} = \frac{5}{2}0{,}78\nu RT,\ U_{O_2} = \frac{5}{2}0{,}2\nu RT,\ U_{Ar} = \frac{3}{2}0{,}02\nu RT$	1p	
	$U_{\text{aer}} \cong 1{,}38\text{ J}$	1p	
TOTAL pentru Subiectul al II-lea			**15p**

Subiectul al III-lea		Parţial	Punctaj
a.	reprezentare corectă	3p	**3p**
b.	$C_{V\text{ amestec}} = \frac{\nu_1 C_{V1} + \nu_2 C_{V2}}{\nu_1 + \nu_2}$	2p	**4p**
	$C_V = \frac{i}{2}R,\ C_{V1} = \frac{3}{2}R,\ C_{V2} = \frac{5}{2}R$	1p	
	$C_{V\text{ amestec}} = 3R \cong 24{,}93\text{ J/mol}\cdot\text{K}$	1p	

c.	$\eta_C = 1 - \frac{T_{min}}{T_{max}}$	1p	**3p**
	$T_{min} = T_1,\ T_{max} = 4T_1$	1p	
	Rezultat final: $\eta_C = \frac{3}{4} = 75\%$	1p	
d.	$\eta = 1 - \frac{\lvert Q_{cedat} \rvert}{Q_{primit}}$	1p	**5p**
	$Q_{primit} = Q_{1-2};\ Q_{1-2} = \nu C_p (T_2 - T_1) = \nu C_p 3T_1$	1p	
	$Q_{cedat} = Q_{2-3} + Q_{3-1};\ Q_{2-3} = \nu C_V (T_3 - T_2) = -\nu C_V 3T_1,\ \ Q_{3-1} = \nu R T_1 \ln \frac{V_1}{V_3} = -2\nu R T_1 \ln 2$	1p	
	$C_p = C_V + R$	1p	
	$\eta = 1 - \frac{3C_V + 2R\ln 2}{3C_p} = \frac{3 - 2\ln 2}{12}$. Rezultat final: $\eta = 21{,}5\%$	1p	
TOTAL pentru Subiectul al III-lea			**15p**

C. PRODUCEREA ȘI UTILIZAREA CURENTULUI CONTINUU

Subiectul I		**Punctaj**
1.	**a**	**3**
2.	**b**	**3**
3.	**a**	**3**
4.	**c**	**3**
5.	**a**	**3**
TOTAL pentru Subiectul I		**15p**

Subiectul al II-lea		**Parţial**	**Punctaj**
a.	$R_e = R_A + R_1 + \dfrac{R_2 R_V}{R_2 + R_V}$	2p	**3p**
	Rezultat final: $R_e = 312\ \Omega$	1p	
b.	Teoremele lui Kirchhoff : $\begin{cases} E = I_1(R_A + R_1 + r) + I_2 R_2 \\ I_2 R_2 = I_3 R_V \\ I_1 = I_2 + I_3 \end{cases}$ $I_1 = \dfrac{11}{16} A;\quad I_2 = \dfrac{5}{8} A;\quad I_3 = \dfrac{1}{16} A$	2p	**4p**
	$I_A = I_1 \quad U_V = R_V I_3$	1p	
	$I_A \cong 0{,}69\ \text{A} \quad U_V \cong 68{,}75\ \text{V}$	1p	
c.	$I_A' = \dfrac{E}{R_A + r + R_1};\ U_V' = 0$	2p	**4p**
	Rezultat final: $I_A' = 1\ \text{A};\ U_V' = 0$	2p	
d.	$r' = R_e'$	2p	**4p**
	$R_e' = R_A + R_1$	1p	
	Rezultat final: $r' = 212\ \Omega$	1p	
TOTAL pentru Subiectul al II-lea			**15p**

Subiectul al III-lea		**Parţial**	**Punctaj**
a.	Din grafic: $P_{\max} = 20\ \text{W};\ \dfrac{E}{2} = 10\ \text{V};$	2p	**4p**
	$P_{\max} = \dfrac{E^2}{4r}$	1p	
	Rezultat final: $E = 20\ \text{V};\ r = 5\ \Omega$	1p	
b.	$P = R \cdot I^2$	2p	**4p**
	$I = \dfrac{E}{R + r}$	1p	
	Rezultat final: $P = 8{,}75\ \text{W}$	1p	
c.	$\eta = \dfrac{P_{\text{ext}}}{P_{\text{totala}}} = \dfrac{R_p}{R_p + r}$	2p	**4p**
	$R_p = \dfrac{R}{2}$	1p	
	Rezultat final: $\eta = 0{,}5 = 50\%$	1p	

d.	$R = \dfrac{\rho l}{S}$	1p	**3p**
	$S = \dfrac{\pi d^2}{4}$	1p	
	Rezultat final: $\rho = 6 \cdot 10^{-8}\ \Omega\text{m}$	1p	
TOTAL pentru Subiectul al III-lea			**15p**

D.OPTICĂ

Subiectul I		Punctaj
1.	**d .**	**3**
2.	**d.**	**3**
3.	**c.**	**3**
4.	**b.**	**3**
5.	**a.**	**3**
TOTAL pentru Subiectul I		**15p**

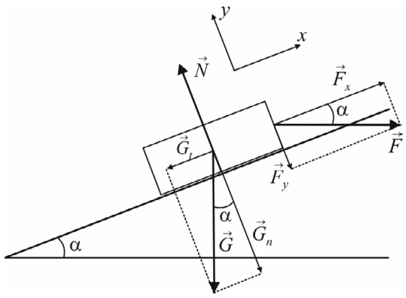
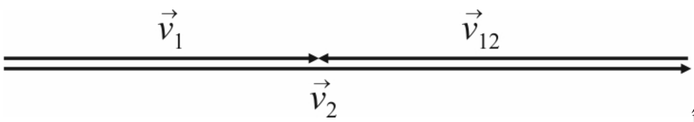
Subiectul al II-lea		Parţial	Punctaj
a.	$\frac{1}{x_2}-\frac{1}{x_1}=\frac{1}{f_2};\ \beta_2=\frac{y_2}{y_1}=\frac{x_2}{x_1}$	2p	**4p**
	reprezentarea grafică a imaginii	1p	
	Rezultat final: $x_2=-20$ cm; $y_2=5$ cm	1p	
b.	$\frac{1}{x_2'}-\frac{1}{x_1'}=\frac{1}{f_1};\quad \beta=\frac{y_2'}{y_1}=\frac{x_2'}{x_1'};$	2p	**4p**
	reprezentare grafică	1p	
	Rezultat final: $x_2'=240$ cm; $y_2'=-30$ cm	1p	
c.	$\frac{1}{x_2}-\frac{1}{x_1}=\frac{1}{f_1};\ x_2=120$ cm;	1p	**4p**
	$x'_1=d-x_2=0$	1p	
	$\frac{1}{x_2'}-\frac{1}{x_1'}=\frac{1}{f_2};$	1p	
	Rezultat final: $x_2'=0$.	1p	
d.	$C=\frac{1}{f_1}+\frac{1}{f_2}$	2p	**3p**
	Rezultat final: $C=-0{,}83$ dioptrii	1p	
TOTAL pentru Subiectul al II-lea			**15p**

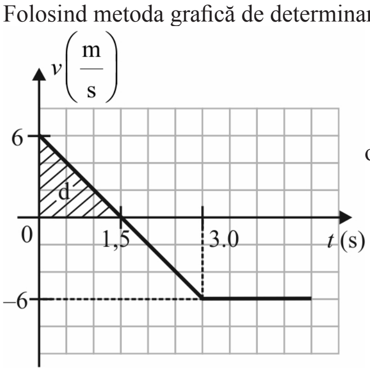
Subiectul al III-lea		Parţial	Punctaj
a.	$i_1=\frac{\lambda_1 D}{2l};\ i=\frac{\lambda_2 D}{2l}$	2p	**4p**
	$\lambda_1=\frac{c}{\nu_1}\Rightarrow\ d_1=\frac{2i_1\lambda_2\nu_1}{c}$	1p	
	Rezultat final: $d_1=24\cdot 10^{-4}$ m	1p	
b.	$k_1i_1=k_2i_2\Rightarrow\ k_1\lambda_1=k_2\lambda_2$	2p	**4p**
	$\Rightarrow 5k_1=6k_2\Rightarrow k_1=6;\ k_2=5$ $y=6i_1$	1p	
	Rezultat final: $y=6$ mm	1p	

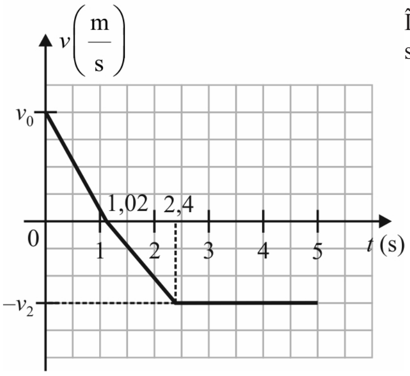
c.	$(\delta) = n_2 e - n_1 e$	2p	**3p**
	Rezultat final: $(\delta) = 3 \cdot 10^{-4}$ mm.	1p	
d.	Pentru dispozitivul Young în aer, diferența de drum este: $\delta_0 = \dfrac{2l \cdot y}{D}$	2p	**4p**
	Condiția de maxim central: $\delta = 2k\dfrac{\lambda}{2} = 0$	1p	
	Rezultat final: $y_0 = \dfrac{e(n_1 - 1)i_1 \nu_1}{c} = 3{,}6$ mm	1p	
TOTAL pentru Subiectul al III-lea			**15p**

TESTUL 4

A. MECANICĂ

Subiectul I		**Punctaj**
1.	**b.** $m = \dfrac{p_1}{v_1} \Rightarrow m = 0{,}1\ \text{kg}$ $\quad F_m = m \cdot a_m = m \cdot \dfrac{\lvert\Delta\vec{v}\rvert}{\Delta t}$ $\lvert\Delta\vec{v}\rvert = v \cdot \sqrt{2} = 2 \cdot \sqrt{2}\ \dfrac{\text{m}}{\text{s}}$ $\quad F = \sqrt{2}\ \text{N}$	**3**
2.	 **a.** $\vec{N} + \vec{F} + \vec{G} = \vec{0}$ $0x:\ F \cdot \cos\alpha - m \cdot g \cdot \sin\alpha = 0 \quad (1)$ $0y:\ N - F \cdot \sin\alpha - m \cdot g \cdot \cos\alpha = 0 \quad (2)$ Din (1) şi (2) rezultă: $N = \dfrac{m \cdot g}{\cos\alpha}$	**3**
3.	**c.** Pentru a nu aluneca niciunul dintre corpuri de pe pupitru, acesta trebuie înclinat cu un unghi maxim egal cu unghiul de frecare cel mai mic din tabelul de date. $\text{tg}\,\theta = \mu = 0{,}3 \Rightarrow \sin\theta = 0{,}29 \Rightarrow \theta = 17°$	
4.	**b.**  $\vec{v}_{12} = \vec{v}_1 - \vec{v}_2$ $v_{12} = v_2 - v_1 \qquad v_{12} = 216\ \dfrac{\text{km}}{\text{h}}$ în sens contrar mişcării avionului.	
5.	**b.** Lanţul alunecă de pe masă din momentul în care greutatea porţiunii care atârnă devine puţin mai mare decât forţa de frecare dintre porţiunea de lanţ rămasă pe masă şi masă. $\dfrac{1}{4} \cdot m \cdot g \geq \dfrac{3}{4} \cdot \mu \cdot m \cdot g \Rightarrow \mu = \dfrac{1}{3}$	
TOTAL pentru Subiectul I		**15p**

Subiectul al II-lea		**Parţial**	**Punctaj**
a.	Folosind metoda grafică de determinare a distanţei parcurse de cutie pe plan,  obţinem $d = 4{,}5\ \text{m}$.	3p	**3p**
b.	Din grafic, viteza cu care se întoarce cutia la baza planului este egală ca mărime cu viteza cu care este lansat corpul în sus de la baza planului. Aplicând teorema de variaţie a energiei cinetice a cutiei între stările iniţială şi cea de la momentul $t = 3\ \text{s}$, obţinem $\mu = 0$.	3p	**3p**

	Pentru a putea reprezenta grafic variația vitezei cutiei în funcție de timp, în cazul în care mișcarea pe plan se realizează cu frecare, trebuie determinată distanța parcursă de cutie pe plan în urcare d_1 și timpul de urcare Δt_u, respectiv timpul de coborâre Δt_c al cutiei pe plan. La urcare: Aplicăm teorema de variație a energiei cinetice a cutiei între stările inițială și cea corespunzătoare opririi cutiei pe plan. $\Delta E_c = L_{\vec{R}}$ $\left.\begin{array}{l} 0-\dfrac{m\cdot v_0^2}{2}=-m\cdot g\cdot h_1-\mu\cdot m\cdot g\cdot d_1\cdot\cos\alpha \\ h_1 = d_1\cdot\sin\alpha \end{array}\right\} \Rightarrow v_0^2 = 2\cdot g\cdot d_1\cdot(\sin\alpha + \mu\cdot\cos\alpha)$ h_1 este înălțimea până la care urcă cutia pe plan.Obținem: $d_1 = \dfrac{v_0^2}{2\cdot g\cdot(\sin\alpha + \mu\cdot\cos\alpha)} \Rightarrow d_1 = 3{,}07\ \text{m}$.	2p	
	În timpul urcării pe plan, accelerația cutiei se menține constantă. În aceste condiții, viteza medie a cutiei în timpul urcării poate fi scrisă: $v_{m_u} = \dfrac{d_1}{\Delta t_u} = \dfrac{v_0+0}{2} \Rightarrow \Delta t_u = 1{,}02\ \text{s}$. La coborâre: Distanța parcursă pe plan este aceeași, d_1 .	1p	
c.	Aplicăm teorema de variație a energiei cinetice a cutiei între stările: cea în care cutia este în repaus la înălțimea h_1 și cea în care cutia ajunge la baza planului. $\Delta E_c = L_{\vec{R}}$ $\dfrac{m\cdot v_2^2}{2}-0 = m\cdot g\cdot h_1-\mu\cdot m\cdot g\cdot d_1\cdot\cos\alpha \Rightarrow v_2^2 = 2\cdot g\cdot d_1\cdot(\sin\alpha - \mu\cdot\cos\alpha)$ $v_2 = 4{,}5\ \text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ În timpul coborârii cutiei pe plan, accelerația acesteia se menține constantă. În aceste condiții, viteza medie a cutiei în timpul coborârii poate fi scrisă: $v_{m_c} = \dfrac{d_1}{\Delta t_c} = \dfrac{v_2+0}{2} \Rightarrow \Delta t_c = 1{,}37\ \text{s}$ Durata totală a mișcării cutiei pe plan este $\Delta t = \Delta t_u + \Delta t_c \Rightarrow \Delta t \cong 2{,}4\ \text{s}$.	1p	**5p**
	După intrarea pe planului înclinat, viteza cutiei rămâne constantă, v_2 .  În reprezentarea grafică, semnul negativ al vitezei corespunde schimbării sensului mișcării cutiei.	1p	
	Notăm cu $\vec{R}$ forța cu care corpul acționează asupra planului înclinat și cu $\vec{R}'$ forța cu care planul acționează asupra corpului, $\vec{R} = -\vec{R}'$, $R = R'$.	1p	
d.	$\vec{R}' = \vec{N} + \vec{F}_f$, $R'^2 = N^2 + F^2{}_f = N^2\cdot(1+\mu^2) \Rightarrow$ $\Rightarrow R = N\cdot\sqrt{1+\mu^2} = m\cdot g\cdot\cos\alpha\cdot\sqrt{1+\mu^2} \Rightarrow$	2p	**4p**
	$\Rightarrow \dfrac{R}{G} = \cos\alpha\cdot\sqrt{1+\mu^2} = 0{,}87 = 87\%$	1p	
TOTAL pentru Subiectul al II-lea			**15p**

Subiectul al III-lea		**Parțial**	**Punctaj**
a.	$E_p = m_1\cdot g\cdot h = m_1\cdot g\cdot l\cdot(1-\cos\alpha) \Rightarrow E_p = 0{,}5\text{J}$	3p	**3p**
b.	Aplicând legea conservării energiei mecanice, între stările inițială și cea corespunzătoare poziției verticale a firului, obținem: $m_1\cdot g\cdot h = \dfrac{m_1\cdot v_0^2}{2} \Rightarrow v_0 = \sqrt{2\cdot g\cdot h} = \sqrt{2\cdot g\cdot l\cdot(1-\cos\alpha)}$	3p	**4p**
	$\Rightarrow v_0 = 3{,}16\ \text{m}\cdot\text{s}^{-1}$	1p	

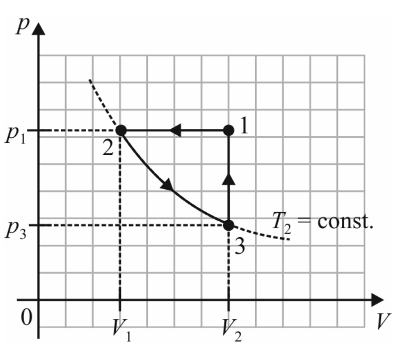
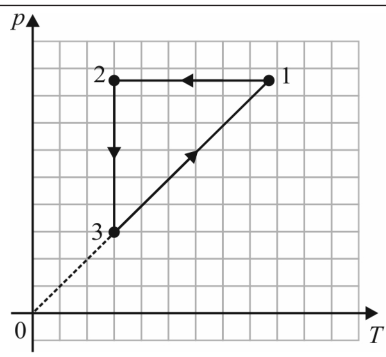
c.	Pentru a răspunde la cerințele subpunctelor **c.** și **d.**: Notăm cu d_1 porțiunea pe care coeficientul de frecare variază uniform cu distanța și aplicăm teorema variației energiei cinetice a bilei pe această porțiune. Datorită variației uniforme cu distanța, forța de frecare medie care acționează asupra bilei poate fi scrisă $F_{f_{medie}} = \mu_{mediu} \cdot m_1 \cdot g = \frac{\mu_1 + \mu_2}{2} \cdot m_1 \cdot g$ $\Delta E_c = L_{\vec{R}} \Rightarrow \frac{m_1 \cdot v_1^2}{2} - \frac{m_1 \cdot v_0^2}{2} = -\frac{\mu_1 + \mu_2}{2} \cdot m_1 \cdot g \cdot d_1 \Rightarrow v_1^2 = v_0^2 - (\mu_1 + \mu_2) \cdot g \cdot d_1$ $\frac{(m_1 + m_2) \cdot v'^2}{2} = \frac{k \cdot x^2}{2} \Rightarrow v' = x \cdot \sqrt{\frac{k}{m_1 + m_2}}$	2p	**4p**
	Impulsul sistemului de corpuri va fi: $p' = (m_1 + m_2) \cdot v' = x \cdot \sqrt{k \cdot (m_1 + m_2)} \Rightarrow p' = 0{,}14\ \mathrm{N \cdot s}$	2p	
d.	Scriem legea conservării impulsului sistemului de bile în ciocirea lor plastică: $m_1 \cdot v_1 = (m_1 + m_2) \cdot v' \Rightarrow$	1p	**4p**
	$\Rightarrow m_1 \cdot v_1 = p' \Rightarrow v_1 = \frac{p'}{m_1} \Rightarrow v_1 = 1{,}4\ \mathrm{m \cdot s^{-1}}$	1p	
	$(1) \Rightarrow d_1 = \frac{v_0^2 - v_1^2}{(\mu_1 + \mu_2) \cdot g} \Rightarrow$	1p	
	$\Rightarrow d_1 = 0{,}8\ \mathrm{m}$	1p	
TOTAL pentru Subiectul al III-lea			**15p**

B. TERMODINAMICĂ

Subiectul I		**Punctaj**
1.	**c.** $\mu_{CO_2} = \mu_C + \mu_{O_2} = 44\ \dfrac{g}{mol}$ $p\cdot V = \nu\cdot R\cdot T \Rightarrow p = \dfrac{m\cdot R\cdot T}{\mu\cdot V} \Rightarrow$ $\Rightarrow p = 2{,}9\cdot 10^5$ Pa = 2,9 atm	3
2.	**a.** $\left.\begin{array}{l} Q_{12} = \nu\cdot C\cdot \Delta T,\ \text{cu } C = C_V + \dfrac{R}{2} = 2\cdot R \\ Q_{13} = \nu\cdot C_p\cdot \Delta T,\ \text{cu } C_p = \dfrac{5}{2}\cdot R \\ \Delta T_{12} = \Delta T_{13} = \Delta T \end{array}\right\} \Rightarrow \dfrac{Q_{12}}{Q_{13}} = -\dfrac{C}{C_p} = 0{,}8$	3
3.	**d.** $T_1\cdot V_1^{\gamma-1} = T_2\cdot V_2^{\gamma-1}$ $V_1 = S_1\cdot h_1$ $V_2 = S_2\cdot h_2 = 2\cdot S_1\cdot h_2$ $\gamma = \dfrac{C_p}{C_v} = \dfrac{i+2}{i} = \dfrac{7}{5}$ $T_2 = T_1\cdot\left(\dfrac{V_1}{V_2}\right)^{\gamma-1}$ Înlocuind numeric: $T_2 = 121{,}3$ K $\Rightarrow t_2 = -151{,}7$ °C	3
4.	**b.** $V_2 > V_1 \Rightarrow L_{i1} < 0,\ L_{i2} < 0,\ L_{i3} < 0,\ L_{i4} = 0$ Folosind interpretarea grafică a lucrului mecanic, obținem: $L_{i_3} < L_{i_2} < L_{i_1} < L_{i_4}$	3
5.	**c.**	3
TOTAL pentru Subiectul I		**15p**

Subiectul al II-lea		**Parțial**	**Punctaj**
a.	$p\cdot V = \nu\cdot R\cdot T \Rightarrow p = \dfrac{\nu\cdot R\cdot T}{V} \Rightarrow p = 5{,}3\cdot 10^5$ Pa	3p	**3p**
b.	$T_1\cdot V_1^{\gamma-1} = T_2\cdot V_2^{\gamma-1}$ $\quad T_2 = T_1\cdot\left(\dfrac{V_1}{V_2}\right)^{\gamma-1}$ (1)	1p	**5p**
	$\gamma = \dfrac{C_p}{C_v}$ Folosind expresia energiei interne a amestecului de gaze, obținem: $\nu\cdot C_v = \nu_1\cdot C_{v_1} + \nu_2\cdot C_{v_2} + \nu_3\cdot C_{v_3}$ $C_v = c_1\cdot C_{v_1} + c_2\cdot C_{v_2} + c_3\cdot C_{v_3}$ $C_v = 2{,}49\cdot R \cong 2{,}5\cdot R$ $C_p = C_v + R \Rightarrow C_p \cong 3{,}5\cdot R$ Observăm că datorită cantității mici de gaz monoatomic, valorile căldurilor molare izocoră şi izobară ale amestecului de gaze sunt foarte apropiate de cele ale gazului biatomic.	2p	
	Exponentul adiabatic va avea valoarea: $\gamma = \dfrac{7}{5} = 1{,}4$.	1p	
	Înlocuind în expresia (1) obținem: $T_2 = 240$ K $\Rightarrow t_2 = -33$ °C .	1p	

c.	$\left.\begin{array}{l}\nu_1 = c_1 \cdot \nu \\ \nu_1 = \dfrac{m_1}{\mu_1}\end{array}\right\} \Rightarrow m_1 = 13{,}44 \text{ g}$	3p	**3p**
d.	$\left.\begin{array}{l}\nu_2 = c_2 \cdot \nu \\ \nu_2 = \dfrac{m_2}{\mu_2}\end{array}\right\} \Rightarrow m_2 = 43{,}68 \text{ g}$	1p	**4p**
	$\left.\begin{array}{l}\nu_3 = c_3 \cdot \nu \\ \nu_3 = \dfrac{m_3}{\mu_3}\end{array}\right\} \Rightarrow m_3 = 0{,}8 \text{ g}$	1p	
	$m = m_1 + m_2 + m_3 \Rightarrow m = 57{,}92 \text{ g}$	1p	
	$\rho = \dfrac{m}{V_2} \Rightarrow \rho = 2{,}9 \dfrac{\text{kg}}{\text{m}^3}$	1p	
TOTAL pentru Subiectul al II-lea			**15p**

Subiectul al III-lea		**Parțial**	**Punctaj**
a.	$\nu = \dfrac{m}{\overline{\mu}} \Rightarrow \overline{\mu} = \dfrac{m}{\nu}$	1p	**3p**
	$m = m_1 + m_2 + m_3 + m_4$ $\nu = \nu_1 + \nu_2 + \nu_3 + \nu_4$	1p	
	Calculând valorile maselor gazelor din amestec și înlocuind numeric, obținem: $\overline{\mu} = 9{,}2 \dfrac{\text{g}}{\text{mol}}$	1p	
b.	 	4p	**4p**
c.	$Q_{ced} = Q_{12} = \nu \cdot C_p \cdot (T_2 - T_1)$	1p	**5p**
	$\nu \cdot C_v = \nu_1 \cdot C_{v_1} + \nu_2 \cdot C_{v_2} + \nu_3 \cdot C_{v_3} + \nu_4 \cdot C_{v_4}$ $C_v = \dfrac{\nu_1 \cdot C_{v_1} + \nu_2 \cdot C_{v_2} + \nu_3 \cdot C_{v_3} + \nu_4 \cdot C_{v_4}}{\nu}$	1p	
	Înlocuind valorile date în textul problemei, obținem: $C_v = 2{,}1 \cdot R \Rightarrow C_p = 3{,}1 \cdot R$	1p	
	$\left.\begin{array}{l}p_1 \cdot V_1 = \nu \cdot R \cdot T_1 \\ p_1 \cdot \dfrac{V_1}{2} = \nu \cdot R \cdot T_2\end{array}\right\} \Rightarrow 2 = \dfrac{T_1}{T_2} \Rightarrow T_2 = \dfrac{T_1}{2}$	1p	
	$Q_{ced} = Q_{12} = 3{,}1 \cdot \nu \cdot R \cdot \left(\dfrac{T_1}{2} - T_1\right) =$ $= -1{,}55 \cdot \nu \cdot R \cdot T_1 = -1{,}55 \cdot p_1 \cdot V_1$ $Q_{ced} = -1{,}55 \cdot 10^5 \text{ J}$	1p	

d.	$Q_{primit} = Q_{23} + Q_{31}$ $Q_{23} = \nu \cdot R \cdot T_2 \cdot \ln\frac{V_1}{V_2} = \nu \cdot R \cdot \frac{T_1}{2} \cdot \ln\frac{V_1 \cdot 2}{V_1} = \frac{p_1 \cdot V_1}{2} \cdot \ln\ 2$	1p	**3p**
	$Q_{23} = 0{,}35 \cdot 10^5$ J $Q_{31} = \nu \cdot C_v \cdot (T_1 - T_2) = 2{,}1 \cdot \nu \cdot R \cdot \left(T_1 - \frac{T_1}{2}\right) = 1{,}05 \cdot p_1 \cdot V_1$	1p	
	$Q_{31} = 1{,}05 \cdot 10^5$ J $Q_{primit} = 1{,}4 \cdot 10^5$ J	1p	
TOTAL pentru Subiectul al III-lea			**15p**

C. PRODUCEREA ȘI UTILIZAREA CURENTULUI CONTINUU

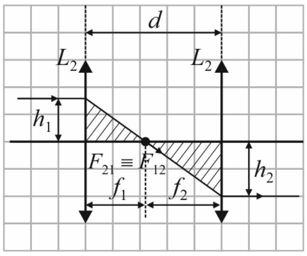
Subiectul I		Punctaj
1.	**a.** $\left.\begin{matrix} I = \dfrac{U_1 \cdot S_1}{\rho_1 \cdot l_1} = \dfrac{U_2 \cdot S_2}{\rho_2 \cdot l_2} = \dfrac{U_3 \cdot S_3}{\rho_3 \cdot l_3} \\ S_1 = S_2 = S_3 = S \end{matrix}\right\} \Rightarrow \dfrac{U_1}{\rho_1 \cdot l_1} = \dfrac{U_2}{\rho_2 \cdot l_2} = \dfrac{U_3}{\rho_3 \cdot l_3}$ Din grafic, $U_1 = 1$ V, $U_2 = 2$ V,$U_3 = 1{,}5$ V Înlocuind numeric, obținem: $\rho_1 = 27{,}75\ \text{n}\Omega \cdot \text{m}$ $\rho_2 = 222\ \text{n}\Omega \cdot \text{m}$	3
2.	**b.** $\left.\begin{matrix} I_1 = \dfrac{U}{R_1} \\ R_1 = R_0 \cdot (1 + \alpha \cdot \theta_1) \end{matrix}\right\} \Rightarrow I_1 = \dfrac{U}{R_0 \cdot (1 + \alpha \cdot \theta_1)}$ (1) Analog, $I_2 = \dfrac{U}{R_0 \cdot (1 + \alpha \cdot \theta_2)}$ (2) Raportând relațiile (1) și (2) și înlocuind numeric, obținem: $\theta_2 = 1280$ °C	3
3.	**b.** Alegând convenabil un ochi şi aplicând teorema a II-a a lui Kirchhoff : $E_1 + E_2 + E_3 = I \cdot R_1 \Rightarrow I = 1{,}5$ A	3
4.	**b.** Cei trei rezistori din circuitul exterior sunt grupați în paralel. $\dfrac{1}{R_p} = \dfrac{1}{R_1} + \dfrac{1}{R_2} + \dfrac{1}{R_3}$. Înlocuind numeric, $R_p = \dfrac{20}{7}\ \Omega$ $E = I \cdot R_p \Rightarrow I = 7$ A $P = E \cdot I \Rightarrow P = 140$ W	3
5.	**a.** $W = \dfrac{U^2 \cdot N \cdot S}{\rho \cdot l} \cdot \Delta t$ Înlocuind numeric: $W = 10\ \text{mW} \cdot \text{h}$	3
TOTAL pentru Subiectul I		**15p**

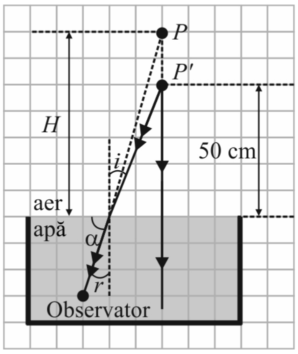
Subiectul al II-lea		Parțial	Punctaj
a.	$K \to 1$ $I_1 = \dfrac{E}{\dfrac{2 \cdot R}{3} + 2 \cdot R + r}$	2p	4p
	$\Rightarrow R = \dfrac{3}{8} \cdot \left(\dfrac{E}{I_1} - r\right)$	1p	
	$\Rightarrow R = 3\ \Omega$	1p	
b.	$K \to 2$ $I_2 = \dfrac{E}{2 \cdot R + r}$	1p	4p
	$I_2 = \dfrac{E}{2 \cdot R + r}$ $\Rightarrow I_2 = 1{,}54$ A	1p	
	$\Delta I = I_2 - I_1 \Rightarrow \Delta I = 0{,}34$ A	2p	

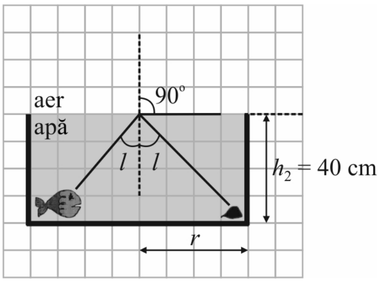
c.	$R_e = \frac{2 \cdot R}{3} \Rightarrow R_e = 2\ \Omega$	3p	**3p**
d.	$I_3 = \frac{E}{\frac{2 \cdot R}{3} + r} \Rightarrow I_3 = 3{,}6\ \text{A}$	2p	**4p**
	Intensitatea curentului între punctele 2 și B este egală cu $I_{2B} = I_3 = 3{,}6\ \text{A}$	2p	
TOTAL pentru Subiectul al II-lea			**15p**

Subiectul al III-lea		**Parțial**	**Punctaj**
a.	$K \rightarrow$ deschis $P_b = U_b \cdot I_b \Rightarrow I_b = 0{,}75\ \text{A}$ $R_b = \frac{U_b}{I_b} \Rightarrow R_b = \frac{400}{3}\ \Omega$	2p	**4p**
	$I_b = \frac{E}{R_b + R_c + r}$	1p	
	$\Rightarrow R_c = \frac{485}{3}\ \Omega = 161{,}6\ \Omega$	1p	
b.	$W_{ext} = (R_b + R_c) \cdot I^2 \cdot \Delta t \Rightarrow W_{ext} = 99562{,}5\ \text{J}$	3p	**3p**
c.	$K \rightarrow$ închis $\eta = \frac{P_b}{P_t}$ Cursorul împarte reostatul în două părți, având rezistențele electrice R_1 și R_2. Circuitul exterior sursei conține rezistorul R_1 în serie cu rezistorii R_2 și R_b legați în paralel. Becul funcționează normal, deci $U_{R_2} = U_b = 100\ \text{V}$. $R_1 + R_2 = R$ $E = I \cdot (R_1 + r) + U_b$ $I = I_b + I_{R_2}$ $U_b = I_{R_2} \cdot R_2$	2p	**4p**
	Rezolvând sistemul de ecuații și ținând cont de valoarea lui R, obținem: $I \cong 1\ \text{A}$	1p	
	Înlocuind, obținem $\eta = \frac{75}{225} = 33{,}3\%$	1p	
d.	Pentru ca sursa să transfere putere maximă circuitului exterior, rezistența acestuia trebuie să fie egală cu rezistența interioară a generatorului: $R_e = r$.	1p	**4p**
	Notăm cu R' rezistența rezistorului conectat în paralel cu reostatul și cu R_s rezistența porțiunii de circuit pe care se află becul și reostatul, cursorul fiind la mijlocul acestuia. $\frac{1}{R_e} = \frac{1}{R'} + \frac{1}{R_s}$	1p	
	Intensitatea curentului prin ramura principală a circuitului va fi: $I = \frac{E}{2 \cdot r} \Rightarrow I = 22{,}5\ \text{A}$. Aplicând teorema a doua a lui Kirchhoff ochiului care conține sursa de tensiune și porțiunea de rezistență R_s: $E = I \cdot r + I_s \cdot R_s$ $R_s = \frac{R}{2} + \frac{\frac{R}{2} \cdot R_b}{\frac{R}{2} + R_b} \Rightarrow R_s = 337\ \Omega$ $I_s = \frac{E - I \cdot r}{R_s} \Rightarrow I_s = 0{,}33\ \text{A}$ $E = I \cdot r + I_s \cdot \frac{R}{2} + U'_b \Rightarrow U'_b = 29\ \text{V}$, U'_b fiind tensiunea electrică la bornele becului în aceste condiții. Puterea consumată de bec va fi: $P_b = \frac{U_b'^2}{R_b} \Rightarrow P_b = 6{,}32\ \text{W}$.	2p	
TOTAL pentru Subiectul al III-lea			**15p**

D.OPTICĂ

Subiectul I		Punctaj
1.	**c.** $d_{\max} = 2\cdot\left(a^2 + (2\cdot a)^2\right)^{\frac{1}{2}} = 2\cdot\sqrt{5}\cdot a$	3
2.	**a.**	3
3.	**a.** $C = \dfrac{1}{f} \Rightarrow \begin{cases} f_1 = 50\text{ cm} \\ f_2 = 80\text{ cm}\end{cases}$  Observăm că $D = f_1 + f_2$, deci sistemul celor două lentile este afocal. Notând cu h_1 înălțimea obiectului şi cu h_2 înălțimea imaginii acestuia, din asemănarea triunghiurilor haşurate se obține $\dfrac{h_1}{f_1} = \dfrac{h_2}{f_2} \Rightarrow$ $h_2 = \dfrac{h_1\cdot f_2}{f_1} \Rightarrow$ $h_2 = 16\text{ cm}$	3
4.	**c.** $\varepsilon = L_{extr} + e\cdot U_s \Rightarrow U_s = \dfrac{\varepsilon - L_{extr}}{e} \Rightarrow U_s = 3{,}9\text{ V}$	3
5.	**a.** $\left.\begin{array}{l} \mathrm{tg}\,\theta = \dfrac{2\cdot i}{D} \\ i = \dfrac{\lambda\cdot D}{2\cdot l}\end{array}\right\} \Rightarrow \mathrm{tg}\,\theta = 20\cdot10^{-3} \Rightarrow \theta = 20\cdot10^{-3}\text{ rad} \Rightarrow \theta = \dfrac{3{,}6}{\pi} \Rightarrow \theta' = \theta = \dfrac{7{,}2}{\pi} = 2{,}3\,°$	3
TOTAL pentru Subiectul I		**15p**

Subiectul al II-lea		Parţial	Punctaj
a.	 	3p	**3p**
b.	$\alpha = 60° \Rightarrow r = 30°$	1p	**4p**
	$n_0 \cdot \sin i = n_a \cdot \sin r$	1p	
	Înlocuind, obținem: $\sin i = \dfrac{2}{3} \Rightarrow i = \arcsin\left(\dfrac{2}{3}\right)$	2p	
c.	$\sin r = \dfrac{2}{3} \Rightarrow \cos r = \dfrac{\sqrt{5}}{3} \Rightarrow \mathrm{tg}\, r = \dfrac{2}{\sqrt{5}}$	2p	**4p**
	$\left.\begin{array}{l} \mathrm{tg\,i} = \dfrac{x}{h_1},\ h_1 = 50\text{ cm} \\ \mathrm{tg}\, r = \dfrac{x}{H}\end{array}\right\} \Rightarrow \dfrac{\mathrm{tg}\, i}{\mathrm{tg}\, r} = \dfrac{H}{h_1} \Rightarrow H = 77{,}5\text{ cm}$	2p	

d.		2p	**4p**
	$n_0 \cdot \sin 90° = n_a \cdot \sin l$ $\Rightarrow \sin l = 0{,}75 \Rightarrow \text{tg}\, l = \dfrac{3}{\sqrt{7}}$	1p	
	$\text{tg}\, l = \dfrac{r}{h_2}$ $\Rightarrow D = 2 \cdot r = 90{,}7$ cm	1p	
TOTAL pentru Subiectul al II-lea			**15p**

Subiectul al III-lea		**Parţial**	**Punctaj**
a.	$\varepsilon_{\min} = \dfrac{h \cdot c}{\lambda_{\max}} = \dfrac{h \cdot c}{\lambda_R} \Rightarrow \varepsilon_{\min} = 2{,}62 \cdot 10^{-19}$ J = 1,63 eV	2p	**4p**
	$\varepsilon_{\max} = 2 \cdot \varepsilon_{\min} = 5{,}22 \cdot 10^{-19}$ J = 3,26 eV	1p	
	Pentru ca celula să funcționeze în vizibil, trebui ca $L_{extr} < \varepsilon_{\max} = \varepsilon_V$, astfel încât pot fi folosite: Li, Ba, Cs, K.	1p	
b.	$\varepsilon = \dfrac{h \cdot c}{\lambda} \Rightarrow \varepsilon = 3{,}98 \cdot 10^{-19}$ J = 2,49 eV	2p	**4p**
	$\left.\begin{array}{l} E_c = \max \\ \varepsilon = L_{extr} + E_c \end{array}\right\} \Rightarrow L_{extr} = \min im \Rightarrow$ trebuie folosit ca material Cs.	2p	
c.	$\varepsilon = L_{extr\,Cs} + e \cdot U_s \Rightarrow U_s = 0{,}49$ V	3p	**3p**
d.	$v = \max \Rightarrow \varepsilon = \max,\ L_{extr} = \min \Rightarrow$ folosim Cs şi radiație cu $\lambda = 380$ nm.	1p	**4p**
	$E_c = \dfrac{m \cdot v^2}{2} \Rightarrow v = \sqrt{\dfrac{2 \cdot E_c}{m}} \Rightarrow v = 6{,}6 \cdot 10^5\ \dfrac{\text{m}}{\text{s}}$	3p	
TOTAL pentru Subiectul al III-lea			**15p**

TESTUL 5

A. MECANICĂ

Subiectul I		**Punctaj**
1.	**b.**	**3**
2.	**a.**	**3**
3.	**c.**	**3**
4.	**a.**	**3**
5.	**d.**	**3**
TOTAL pentru Subiectul I		**15p**

Subiectul al II-lea		**Parţial**	**Punctaj**
a.	Aplicăm principiul I al dinamicii $\vec{F}+\vec{N}+\vec{Gn}+\vec{Gt}+\vec{Ff}=0$	1p	**4p**
	Făcând proiecția pe axe obținem $Gn - N = F - Gt - Ff = 0$	1p	
	Rezolvând sistemul obținem: $F = mg(\sin q + m \cos q)$	1p	
	Rezultă: $F = 20$ N	1p	
b.	Aplicăm principiul II al dinamicii $\vec{Ft}+\vec{N}+\vec{Gn}+\vec{Gt}+\vec{Ff}=m\cdot\vec{a}$	1p	**4p**
	Făcând proiecția pe axe obținem $Gn - N = 0$ $Ft - Gt - Ff = m \cdot a$	1p	
	Rezolvând sistemul obținem: $Ft = m(a + g\sin\theta + \mu g\cos\theta)$	1p	
	Rezultă: $Ft = 20{,}4$ N	1p	
c.	Aplicăm legea mişcării $d = v \cdot t$	2p	**3p**
	Rezultă: $t = 0{,}5$ s	1p	
d.	Corpul începe să alunece pe cărucior atunci când: $F \geq Ff$, unde F este forța aplicată corpului, iar Ff este forța de frecare care apare la suprafața de contact dintre corp şi cărucior	2p	**4p**
	$F \geq \mu N$, $F \geq \mu mg$	1p	
	$\mu \leq 0{,}1$	1p	
TOTAL pentru Subiectul al II-lea			**15p**

Subiectul al III-lea		**Parţial**	**Punctaj**
a.	Aplicăm teorema de variație a energiei cinetice $\frac{mv^2}{2}-\frac{mv_0^{\ 2}}{2}=-Fr\cdot D$	2p	**4p**
	$Fr=\frac{G}{f}\Rightarrow v^2=v_0^{\ 2}-\frac{2g}{f}\cdot d$	1p	
	$V = 9$ m/s	1p	
b.	Aplicăm legea conservării impulsului (în timpul ciocnirii rezultanta forțelor exterioare este 0) $m_1\vec{v}_1+m_2\vec{v}_2=(m_1+m_2)\vec{v}'$	2p	**4p**
	Pentru ciocnirea unidimensională şi frontală şi ținând cont de faptul că $v_2 = 0$, obținem: $m_1v_1=(m_1+m_2)\vec{v}'$	1p	
	Rezultă: $v'=\frac{m_1v_1}{m_1+m_2}=3$ m/s	1p	

c.	Scriem teorema variației energiei cinetice: $\Delta Ec = L$, unde L reprezintă lucru mecanic efectuat de rezultanta forțelor exterioare ce acționează asupra sistemului	1p	4p
	$0 - \frac{(m_1 + m_2)v_2'^2}{f} = Fr \cdot d$	1p	
	$Fr = \frac{(m_1 + m_2)g}{f}$	1p	
	Rezultă: $d = 45$ m	1p	
d.	$x = \frac{E_{cs}}{E_{cl}} = \frac{(m_1 + m_2)v'^2}{m_1 v_1^2}$, unde x reprezintă fracțiunea din energia cinetică pe care o posedă primul vagon imediat înainte de ciocnire	2p	3p
	Deci: $x = \frac{1}{3}$	1p	
TOTAL pentru Subiectul al III-lea			**15p**

B. TERMODINAMICĂ

Subiectul I		Punctaj
1.	b	3
2.	b	3
3.	a	3
4.	d	3
5.	d	3
TOTAL pentru Subiectul I		15p

Subiectul al II-lea		Parţial	Punctaj
a.	$\nu_1 = \frac{m}{\mu_{O_2}}$	1p	3p
	$\frac{\nu_1}{\nu_2} = \frac{1}{16}$	1p	
	$\nu_2 = \frac{m}{\mu_{H_2}}$	1p	
b.	Scriem ecuația de stare în cele două compartimente si punem condiția de echilibru mecanic pe piston: $p_1 = p_2 = p$	1p	4p
	$p\frac{V}{2} = \nu_1 R T_1$ $p\frac{V}{2} = \nu_2 R T_2$	2p	
	Rezultă: $\frac{T_1}{T_2} = \frac{\nu_2}{\nu_1} = 16$	1p	
c.	Deoarece $T_2 = 16T_1$ prin încălzire hidrogenul îşi măreşte volumul de la V_2 la V_2' iar O_2 va avea volumul V_1'. $pV_1' = \nu_1 R T_1$ $pV_2' = \nu_2 R T_1$	1p	4p
	$\frac{V_1'}{V_2'} = \frac{\nu_1}{\nu_2}$ $V_1' + V_2' = V$ Unde $V = L \cdot S$;	1p	
	$V_1' = \left(\frac{L}{2} - x\right)S \qquad V_2' = \left(\frac{L}{2} + x\right)S$	1p	
	$x = 0{,}88$ m; $x > 0 \Rightarrow$ pistonul se deplasează către compartimentul care conține O_2	1p	
d.	Numărul de moli din cele două baloane este: $\nu = \nu_1 + \nu_2$,	1p	4p
	$\frac{m}{\mu_1} + \frac{m}{\mu_2} = \frac{2m}{\bar{\mu}}$	1p	
	Obținem: $\bar{\mu} = \frac{2\mu_1\mu_2}{\mu_1 + \mu_2}$	1p	
	Rezultă: $\bar{\mu} = 3{,}76$ g/mol	1p	
TOTAL pentru Subiectul al II-lea			15p

Subiectul al III-lea		Parţial	Punctaj
a.	Reprezentarea grafică în coordonate P-V 1→2 (comprimare izotermă) 2→3 (încălzire izobară) 3→1 (răcire izocoră)	4p	4p
b.	Gazul cedează căldură pe procesele 1→2 şi 3→1 $Qc = Q_{12} + Q_{31}$	1p	4p
	Ținând cont de expresiile căldurilor în procesele respective, obținem: $Q_c = \nu R T_1 \ln\frac{V_2}{V_1} + \nu Cv(T_1 - T_3)$	1p	
	Pentru a calcula temperatura T_3, scriem ecuația de stare în stările I şi III obținem: $P_1V_1 = \nu RT_1$ $4P_1V_1 = \nu RT_3$ $\frac{1}{4} = \frac{T_1}{T_3} \Rightarrow T_3 = 4T_1$	1p	
	Rezultă: $Q_c = Q_{12} + Q_{31} = -29347{,}5$ J	1p	
c.	Expresia randamentului unei transformări ciclice biterme: $\eta = 1 - \frac{\lvert Q_c \rvert}{Q_p}$	1p	4p
	Sistemul primeşte căldură pe procesul 2→3 $Q_p = O_{23} = \nu C_p(T_3 - T_1) = 37395$ J	2p	
	$\eta = 21{,}5\%$	1p	
d.	$\eta_{Carnot} = 1 - \frac{T_{min}}{T_{max}}$, unde $T_{min} = T_1$ şi $T_{max} = T_3$	2p	3p
	$\eta_{Carnot} = \frac{3}{4} = 75\%$	1p	
TOTAL pentru Subiectul al III-lea			**15p**

C. PRODUCEREA ȘI UTILIZAREA CURENTULUI CONTINUU

Subiectul I		Punctaj
1.	**a**	**3**
2.	**c**	**3**
3.	**b**	**3**
4.	**d**	**3**
5.	**a**	**3**
TOTAL pentru Subiectul I		**15p**

Subiectul al II-lea		Parţial	Punctaj
a.	Când la bornele generatorului avem un singur voltmetru de rezistență R_V; $(1) U_1 = I_1 R_v = \frac{ER_v}{R_V + r}$	1p	**4p**
	Când sunt montate cele două voltmetre în paralel, rezistența lor echivalenta va fi $\frac{R_v}{2}$; $(2) U_2 = I_2 \frac{R_v}{2} = \frac{ER_v}{R_v + 2r}$	2p	
	Rezolvând sistemul format din relațiile (1), (2) obținem $E = 12$ V	1p	
b.	Aplicând legea lui Ohm pentru un circuit simplu când avem un singur ampermetru $I_1 = \frac{E}{R_A + r}$	1p	**4p**
	Când cele două ampermetre sunt legate în serie: $I_2 = \frac{E}{2R_A + r}$	2p	
	Rezolvând sistemul obținem $r = 2\ \Omega$.	1p	
c.	$R_V = \frac{r}{E\left(\frac{1}{U_2} - \frac{1}{U_1}\right)}$	1p	**4p**
	$R_A = E\left(\frac{1}{I_2} - \frac{1}{I_1}\right)$	2p	
	Obținem: $R_V = 4\ \Omega$, $R_A = 2\ \Omega$.	1p	
d.	$R_V \to \infty$	1p	**3p**
	$U_V = \frac{ER_V}{R_V + r} = \frac{E}{1 + \frac{r}{R_V}} = E$	1p	
	$U_v = 12$ V	1p	
TOTAL pentru Subiectul al II-lea			**15p**

Subiectul al III-lea		Parţial	Punctaj
a.	Când k este deschis rezistențele R_1, R_3 sunt legate în serie; R_2, R_4 serie	1p	**4p**
	$R_{S1} = R_1 + R_3$ $R_{S2} = R_2 + R_4$	1p	
	$\frac{1}{R_{tot}} = \frac{1}{R_{S1}} + \frac{1}{R_{S2}} \Rightarrow R_{tot} = \frac{(R_1 + R_3)(R_2 + R_4)}{R_1 + R_2 + R_3 + R_4}$	1p	
	Din legea lui Ohm pentru un circuit simplu obținem: $\frac{E}{I'} = \left[r + \frac{(R_1 + R_3)(R_2 + R_4)}{R_1 + R_2 + R_3 + R_4}\right] \Rightarrow R_4 = 4\ \Omega$	1p	
b.	$W = (E - rI')I't$	2p	**3p**
	$W = 504$ J	1p	

c.	Când k este închis, R_1, R_2 legate în paralel, R_3, R_4 legate în paralel $R_{tot} = R_{p_1} + R_{p_2}$	1p	**4p**
	$I = \dfrac{E}{r + \dfrac{R_1R_2}{R_1 + R_2} + \dfrac{R_3R_4}{R_3 + R_4}}$	2p	
	Rezultă: $I = 1{,}04$ A	1p	
d.	Când k este deschis $\eta_1 = \dfrac{R_{tot}}{R_{tot} + r} = 80{,}7\%$	2p	**4p**
	Când k este deschis $\eta_2 = \dfrac{R_{tot}}{R_{tot} + r} = 80\%$	2p	
TOTAL pentru Subiectul al III-lea			**15p**

D.OPTICĂ

Subiectul I		Punctaj
1.	**d**	**3**
2.	**a**	**3**
3.	**a**	**3**
4.	**a**	**3**
5.	**d**	**3**
TOTAL pentru Subiectul I		**15p**

Subiectul al II-lea		Parţial	Punctaj
a.	Pentru expresia distanței focale a unei lentile subțiri $f=\dfrac{1}{(n-1)\left(\dfrac{1}{R_1}-\dfrac{1}{R_2}\right)}$	2p	**4p**
	$R_1 \to \infty$ $R_2 < 0$	1p	
	$R = 15$ cm	1p	
b.	$\dfrac{1}{f'}=\dfrac{2}{f}+\dfrac{1}{f_2}$, unde f_2 reprezintă distanța focală a lentilei biconcavă formată prin introducerea lichidului; $f_2 = -20$ cm	2p	**4p**
	$f_2=\dfrac{1}{(n_l-1)\left(\dfrac{1}{R_1}-\dfrac{1}{R_2}\right)}$;	1p	
	$\lvert R_1\rvert = \lvert R_2\rvert = 15$ cm Rezultă n_l=1,37	1p	
c.	$\beta=\dfrac{y_2}{y_1}=\dfrac{x_2}{x_1}=-1$	1p	**3p**
	$\dfrac{1}{x_2}-\dfrac{1}{x_1}=\dfrac{1}{f}$	1p	
	Rezultă: $x_1 = -120$ cm	1p	
d.	Vom arăta că pentru un sistem afocal $d = f_1 + \lvert f_2\rvert$ mărirea liniară a sistemului nu depinde de poziția obiectului şi a imaginii. Considerăm obiectul luminos aflat la distanța x_1 de prima lentilă. $\beta_1=\dfrac{x_2}{x_1}$; $\dfrac{1}{x_2}-\dfrac{1}{x_1}=\dfrac{1}{f_1}$	1p	**4p**
	Imaginea obținută în prima lentilă devine obiect pentru cea de-a doua lentilă. $\dfrac{1}{x_2'}-\dfrac{1}{x_1'}=\dfrac{1}{f_2}$ $\beta_2=\dfrac{x_2'}{x_1'}$ Unde $x_1' = x_2 - d$; $d = f_1 + \lvert f_2\rvert$ $x_1'=\dfrac{f_1x_2}{f_1+x_1}-f_1-f_2$	1p	
	Mărimea dată de sistem $\beta=\beta_1\cdot\beta_2=\dfrac{f_1}{f_1+x_1}\cdot\dfrac{f_2}{\dfrac{-f_1^2}{f_1+x_1}}$	1p	
	$\beta=-\dfrac{f_2}{f_1}$ $d = f_1 + \lvert f_2\rvert$ Rezultă: $d = 60$ cm	1p	
TOTAL pentru Subiectul al II-lea			**15p**

Subiectul al III-lea		**Parțial**	**Punctaj**
a.	Scriem formula poziției maximului de ordin k: $x_k = \frac{k\lambda D}{2l}$ $k = 5$	2p	**3p**
	Rezultă: x_k=10 mm	1p	
b.	Formula interfranjei: $i = \frac{lD}{2l}$	2p	**3p**
	Rezultă: I = 2 mm	1p	
c.	Introducând o lamă de sticlă în dreptul fantei S_1, drumul optic parcurs de unda provenită de la S_1 crește cu $(n-1) \cdot e$: $r_1' = r_1 + e(n-1)$	1p	**5p**
	Diferența de drum optic: $\delta' = r_2 - r_1' = r_2 - r_1 - e\,(n-1) = k \cdot \lambda$	2p	
	Pentru maximul central k = 0 sistemul de franje se deplasează pe ecran cu $x_k = eD\frac{n-1}{2l}$ x_k = 0,4 m	1p	
	Sistemul de franje se deplasează spre fanta acoperită de lamă.	1p	
d.	Condiția de suprapunere a maximelor de interferență: $x_{k_1} = x_{k_2}$	1p	**4p**
	Din formula poziției maximului de ordin k, $\frac{k_1\lambda_1 D}{2l} = \frac{k_2\lambda_2}{2l}$	1p	
	Obținem k_1 = 13 și k_2 = 10	1p	
	Rezultă: x_{comun} = 26 mm	1p	
TOTAL pentru Subiectul al III-lea			**15p**

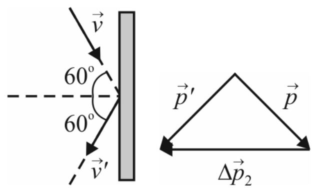
TESTUL 6

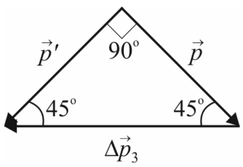
A. MECANICĂ

Subiectul I		Punctaj
1.	**d**	**3**
2.	**b**	**3**
3.	**a**	**3**
4.	**d**	**3**
5.	**d**	**3**
TOTAL pentru Subiectul I		**15p**

Subiectul al II-lea		Parţial	Punctaj
a.	$L_G + L_{F_f} = E_{cB} - E_{cA} \Leftrightarrow mgh - \mu Nl = \frac{mv_B^2}{2}$	2p	**4p**
	$v_B^2 = 2gh(1-\mu)$	1p	
	$v_B = 4$ m/s	1p	
b.	$\Delta E_c = 0$	1p	**3p**
	$\lvert\Delta E_p\rvert = mgh = 20\,\mathrm{J}$ $\lvert\Delta E\rvert = 20\,\mathrm{J}$	2p	
c.	$L'_{F_f} = 0 - E_{cB} \Leftrightarrow -\mu mgd = -\frac{mv_B^2}{2}$	2p	**4p**
	$\mu gd = \frac{v_B^2}{2} \Rightarrow d = \frac{v_B^2}{2\mu g}$	1p	
	$d = 4\,\mathrm{m}$	1p	
d.	$L(de\ readucere) + L''_G + L''_{F_f} = E_{c\ final} - E_{c\ initial} = 0 - 0$	1p	**4p**
	$L - mgh - \mu mgd - \mu mgl\cos\alpha = 0$	1p	
	$L = mgh + \mu mgd + \mu mg\cos\alpha\frac{h}{\sin\alpha} = mg(h + \mu d + \mu h)$	1p	
	$L = 40\,\mathrm{J}$	1p	
TOTAL pentru Subiectul al II-lea			**15p**

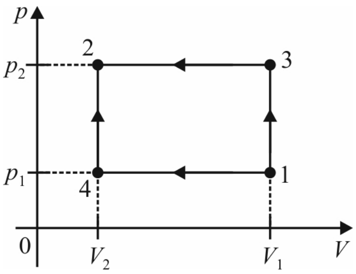
<table>
<tr><th colspan="2">Subiectul al III-lea</th><th>Parţial</th><th>Punctaj</th></tr>
<tr><td rowspan="4">a.</td><td>

$\vec{F}_1 \cdot \Delta t = \Delta\vec{p}_1$</td><td>1p</td><td rowspan="4">4p</td></tr>
<tr><td>$\vec{F}_1 \cdot \Delta t = -m\vec{v} - m\vec{v} = -2m\vec{v}$</td><td>1p</td></tr>
<tr><td>$F_1 = \dfrac{2mv}{\Delta t}$</td><td>1p</td></tr>
<tr><td>$F_1 = 2\,\mathrm{kN}$</td><td>1p</td></tr>
<tr><td rowspan="3">b.</td><td>

Triunghiul impulsurilor fiind echilateral se poate scrie $\left|\vec{v}'\right| = \left|\vec{v}\right| = v$</td><td>1p</td><td rowspan="3">4p</td></tr>
<tr><td>$\left|\Delta\vec{p}_2\right| = \left|\vec{p}\right| = mv$
$\vec{F}_2 \cdot \Delta t = \Delta\vec{p}_2$
$F_2 = \dfrac{\left|\Delta\vec{p}_2\right|}{\Delta t} = \dfrac{mv}{\Delta t}$</td><td>2p</td></tr>
<tr><td>$F_2 = 1\ \mathrm{kN}$</td><td>1p</td></tr>
<tr><td rowspan="2">c.</td><td>$\vec{H} = \vec{F} \cdot \Delta t$
$H = F \cdot \Delta t$</td><td>1p</td><td rowspan="2">3p</td></tr>
<tr><td>$H_1 = F_1 \cdot \Delta t = 2\ \mathrm{N \cdot s}$
$H_2 = F_2 \cdot \Delta t = 1\ \mathrm{N \cdot s}$</td><td>2p</td></tr>
<tr><td rowspan="2">d.</td><td>
</td><td>2p</td><td rowspan="2">4p</td></tr>
<tr><td>$\left|\Delta\vec{p}_3\right| = p\sqrt{2} = mv\sqrt{2} = \sqrt{2}\mathrm{N \cdot s}$</td><td>2p</td></tr>
<tr><td colspan="3">TOTAL pentru Subiectul al III-lea</td><td>15p</td></tr>
</table>

B. TERMODINAMICĂ

Subiectul I		Punctaj
1.	**a**	**3**
2.	**c**	**3**
3.	**b**	**3**
4.	**a**	**3**
5.	**d**	**3**
TOTAL pentru Subiectul I		**15p**

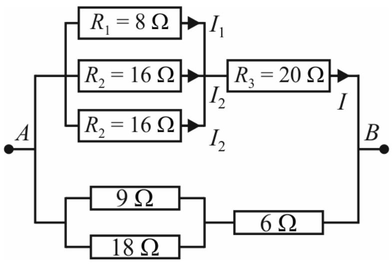
Subiectul al II-lea		Parțial	Punctaj
a.		4p	**4p**
b.	$\Delta U_A = \Delta U_B = \Delta U$	1p	**4p**
	$\Delta U = \nu C_V(T_2 - T_1) = \frac{5}{2}(\nu RT_2 - \nu RT_1) = \frac{5}{2}(p_2V_2 - p_1V_1)$	2p	
	$\Delta U = 250$ J	1p	
c.	$Q_A = Q_{13} + Q_{32} = \nu C_V(T_3 - T_1) + \nu C_p(T_2 - T_3) = \frac{5}{2}(\nu RT_3 - \nu RT_1) + \frac{7}{2}(\nu RT_2 - \nu RT_3)$	1p	**5p**
	$Q_A = \frac{5}{2}(p_2V_1 - p_1V_1) + \frac{7}{2}(p_2V_2 - p_2V_1) = \frac{5}{2}V_1(p_2 - p_1) + \frac{7}{2}p_2(V_2 - V_1)$	1p	
	$Q_A = -650$ J	1p	
	$Q_B = Q_{14} + Q_{42} = \frac{7}{2}p_1(V_2 - V_1) + \frac{5}{2}V_2(p_2 - p_1)$	1p	
	$Q_B = -50$ J	1p	
d.	$L_A = Q_A - \Delta U_A = -650 - 250 = -900$ J	1p	**2p**
	$L_B = Q_B - \Delta U_B = -50 - 250 = -300$ J	1p	
TOTAL pentru Subiectul al II-lea			**15p**

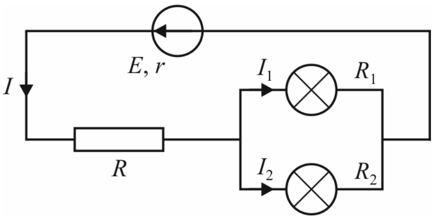
Subiectul al III-lea		Parțial	Punctaj
a.	$Q_{12} = Q_{34} = 0$ $Q_{23} = \nu C_V(T_3 - T_2) = \frac{5}{2}(\nu RT_3 - \nu RT_2) = \frac{5}{2}(p_3V_2 - p_2V_2) = \frac{5}{2}V_2(p_3 - p_2) = \frac{5}{2}\cdot\frac{V_1}{\varepsilon}(p_3 - p_2)$	2p	**5p**
	$1 \to 2:\ p_1V_1^\gamma = p_2V_2^\gamma \Rightarrow p_2 = p_1 \cdot \varepsilon^\gamma$ $3 \to 4:\ p_4V_1^\gamma = p_3V_2^\gamma \Rightarrow p_3 = p_4 \cdot \varepsilon^\gamma$ $Q_{primit} = Q_{23} = \frac{5}{2}\frac{V_1}{\varepsilon}\varepsilon^\gamma(p_4 - p_1) = \frac{5}{2}(p_4 - p_1)\varepsilon^{\gamma-1} \cdot V_1$	3p	

b.	$Q_{cedat} = Q_{41} = \frac{5}{2}(\nu RT_1 - \nu RT_4)$	2p	**4p**
	$Q_{cedat} = \frac{5}{2}(p_1V_1 - p_4V_1) = \frac{5}{2}(p_1 - p_4)\cdot V_1$	2p	
c.	$\eta = 1 - \frac{\lvert Q_{cedat}\rvert}{Q_{primit}}$	1p	**3p**
	$\eta = 1 - \frac{\frac{5}{2}(p_4 - p_1)\cdot V_1}{\frac{5}{2}(p_4 - p_1)\varepsilon^{\gamma\text{-}1}\cdot V_1} = 1 - \frac{1}{\varepsilon^{\gamma-1}}$	2p	
d.	$L = \eta \cdot Q_p =$	1p	**3p**
	$L = (1 - \frac{1}{\varepsilon^{\gamma\text{-}1}})\frac{5}{2}(p_4 - p_1)\varepsilon^{\gamma\text{-}1}\cdot V_1 = (\varepsilon^{\gamma\text{-}1} - 1)\frac{5}{2}(p_4 - p_1)\cdot V_1$	2p	
TOTAL pentru Subiectul al III-lea			**15p**

C. PRODUCEREA ȘI UTILIZAREA CURENTULUI CONTINUU

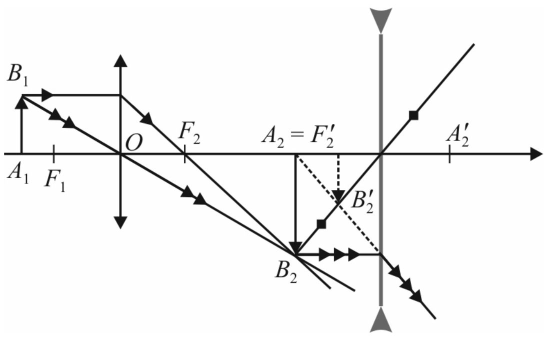
Subiectul I		**Punctaj**
1.	**a**	**3**
2.	**c**	**3**
3.	**b**	**3**
4.	**d**	**3**
5.	**a**	**3**
TOTAL pentru Subiectul I		**15p**

<table>
<tr><th colspan="2">Subiectul al II-lea</th><th>Parţial</th><th>Punctaj</th></tr>
<tr><td rowspan="5">a.</td><td>$\frac{1}{R_{p1}}=\frac{1}{8}+\frac{2}{16}=\frac{1}{8}+\frac{1}{8}=\frac{2}{8}=\frac{1}{4},\ R_{p1}=4\Omega$</td><td>1p</td><td rowspan="5">5p</td></tr>
<tr><td>$R_{s1}=4+20=24\ \Omega$</td><td>1p</td></tr>
<tr><td>$\frac{1}{R_{p2}}=\frac{1}{9}+\frac{1}{18}=\frac{3}{18}=\frac{1}{6},\ R_{p2}=6\Omega$</td><td>1p</td></tr>
<tr><td>$R_{s2}=6+6=12\ \Omega$</td><td>1p</td></tr>
<tr><td>$\frac{1}{R_{AB}}=\frac{1}{24}+\frac{1}{12}=\frac{3}{24}=\frac{1}{8},\ R_{AB}=8\ \Omega$</td><td>1p</td></tr>
<tr><td rowspan="2">b.</td><td>$U_{AB}=I_1R_1+IR_3$
$I_1R_1=0,5\cdot 8=4\ \text{V}$

</td><td>2p</td><td rowspan="2">4p</td></tr>
<tr><td>$I_1R_1=I_2R_2 \Rightarrow I_2=\frac{I_1R_1}{R_2}=\frac{4}{16}=\frac{1}{4}=0,25\ \text{A}$
$I=I_1+2I_2=1\ \text{A}$
$U_{AB}=4+1\cdot 20=4+20=24\ \text{V}$</td><td>2p</td></tr>
<tr><td rowspan="2">c.</td><td>$I_e=\frac{U_{AB}}{R_{AB}}$</td><td>2p</td><td rowspan="2">3p</td></tr>
<tr><td>$I_e=3\text{A}$</td><td>1p</td></tr>
<tr><td rowspan="2">d.</td><td>$E=U_{AB}+I_eR_e \Rightarrow r=\frac{E-U_{AB}}{I_e}$</td><td>2p</td><td rowspan="2">3p</td></tr>
<tr><td>$r=1\Omega$</td><td>1p</td></tr>
<tr><td colspan="3">TOTAL pentru Subiectul al II-lea</td><td>15p</td></tr>
</table>

Subiectul al III-lea		**Parţial**	**Punctaj**
a.	 $E = I(R+r)+U_b$ $E = I(R+r)+\dfrac{P_1+P_2}{I}$	3p	**5p**
	$24 = 2{,}4I + \dfrac{60}{I}$ $2I^2 - 20I + 50 = 0$ $I = 5\,\text{A}$	2p	
b.	$E = I(r+R_e) \Rightarrow R_e + r = \dfrac{E}{I} \Rightarrow R_e = \dfrac{E}{I} - r$	2p	**3p**
	$R_e = 4{,}3\ \Omega$	1p	
c.	$U_b = E - I(R+r) = 24 - 5\cdot 2{,}4 = 24 - 12 = 12\,\text{V}$	2p	**4p**
	$I_1 = \dfrac{P_1}{U_b} = \dfrac{24}{12} = 2\text{A}$ $I_1 = \dfrac{P_2}{U_b} = \dfrac{36}{12} = 3\text{A}$	2p	
d.	$R_1 = \dfrac{U_b}{I_1} = \dfrac{12}{2} = 6\ \Omega$ $R_2 = \dfrac{U_b}{I_2} = \dfrac{12}{3} = 4\Omega$	2p	**3p**
	$W_{ext} = I^2 \cdot R_e \cdot \Delta t = 25 \cdot 4{,}3 \cdot 3600 = 387\,\text{kJ}$	1p	
TOTAL pentru Subiectul al III-lea			**15p**

D.OPTICĂ

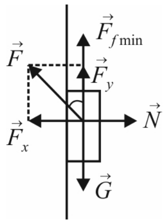
Subiectul I		Punctaj
1.	a	3
2.	d	3
3.	a	3
4.	a	3
5.	c	3
TOTAL pentru Subiectul I		15p

Subiectul al II-lea		Parţial	Punctaj
a.	$\frac{1}{x_2}=\frac{1}{x_1}+\frac{1}{f_1} \Leftrightarrow \frac{1}{x_2}=\frac{f_1+x_1}{f_1x_1} \Leftrightarrow x_2=\frac{f_1x_1}{f_1+x_1}$	2p	3p
	$x_2=15\,\text{cm}$, poziția imaginii dată de prima lentilă.	1p	
b.	$x_1'=-(d-x_2)=-(20-15)=-5\,\text{cm}$, poziția imaginii dată de prima lentilă în raport cu a doua lentilă, pentru care joacă rolul de obiect.	1p	4p
	$\frac{1}{x_2'}=\frac{1}{x_1'}+\frac{1}{f_2} \Leftrightarrow \frac{1}{x_2'}=\frac{f_2+x_1'}{f_2x_1'} \Leftrightarrow x_2'=\frac{f_2x_1'}{f_2+x_1'}$, poziția imaginii finale, în raport cu a doua lentilă.	2p	
	$x_2'=-2{,}5\,\text{cm}$, poziția imaginii finale, în raport cu a doua lentilă.	1p	
c.	$\beta_{sistem}=\beta_1\cdot\beta_2=\frac{x_2}{x_1}\cdot\frac{x_2'}{x_1'}$	2p	3p
	$\beta_{sistem}=-2\cdot\frac{1}{2}=-1$	1p	
d.		5p	5p
TOTAL pentru Subiectul al II-lea			15p

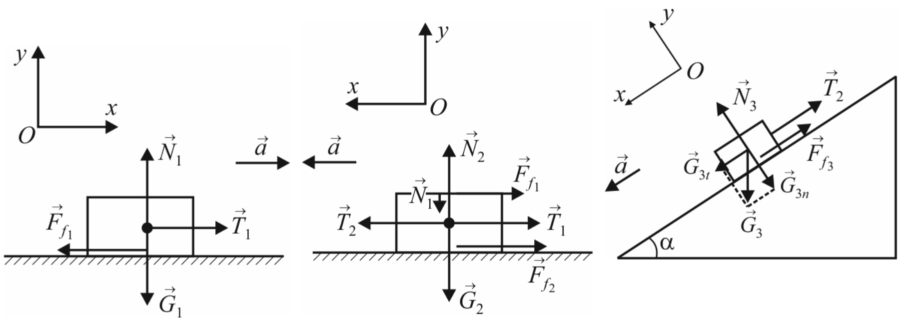
Subiectul al III-lea		**Parţial**	**Punctaj**
a.	Introducerea unui strat subțire (lamă, film, peliculă) în calea unuia din fasciculele luminoase care interferă conduce la deplasarea figurii de interferență spre acel fascicul, dar nu modifică interfranja.	2p	**3p**
	Aşadar raportul cerut este 1.	1p	
b.	În cazul acoperirii cu acelaşi film a ambelor fante figura de interferență rămâne aceeaşi ca şi în cazul absenței filmului, atât ca poziție cât şi ca interfranjă, întrucât fiecare fantă acoperită introduce acelaşi drum optic suplimentar, deci diferența de drum optic între razele care interferă nu se schimbă.	2p	**3p**
	Aşadar şi în acest caz raportul cerut este 1.	1p	
c.	În acest caz, analizând distribuția maximelor şi minimelor din figura de interferență, reiese că deplasarea figurii de interferență este $\Delta x = 4,5 \cdot i$, unde i este interfranja, $i = \dfrac{\lambda D}{2l}$.	2p	**5p**
	Între deplasarea figurii de interferență Δx şi diferența de drum optic suplimentară δ, introdusă de film există relația $\dfrac{\Delta x}{D} = \dfrac{\delta}{2l}$, care devine $\dfrac{\Delta x}{D} = \dfrac{e(n-1)}{2l} \Leftrightarrow \dfrac{4,5i}{D} = \dfrac{e(n-1)}{2l} \Leftrightarrow \dfrac{4,5}{D}\dfrac{\lambda D}{2l} = \dfrac{e(n-1)}{2l}$, de unde rezultă $e = \dfrac{4,5\lambda}{n-1}$	2p	
	$e = 522 \cdot 10^{-8}\,\text{m} = 5,22\ \mu\text{m}$	1p	
d.	$e'(n-1) = k_{nou} \cdot \lambda$	2p	**4p**
	$e' = \dfrac{k_{nou}\lambda}{(n-1)}$	1p	
	$e' = 232 \cdot 10^{-8}$ m = 2,32 ηm	1p	
TOTAL pentru Subiectul al III-lea			**15p**

TESTUL 7

A. MECANICĂ

Subiectul I		**Punctaj**
1.	**c**	**3**
2.	**b**	**3**
3.	**d.** Din grafic $E_p = 16\text{ J}$ şi h=4m. Expresia energiei potențiale este: $E_p = mgh \Rightarrow m = \dfrac{E_p}{gh} = 0,4\text{kg}$ Aplicând legea conservării energiei mecanice: $E_{co} + E_{po} = E_c + E_p \Rightarrow \dfrac{mv_o^{\,2}}{2} = E_p \Rightarrow v_o = \sqrt{\dfrac{2E_p}{m}} = 8,92\text{ m/s}$	**3**
4.	**c**	**3**
5.	**d** $\vec{F} + \vec{N} + \vec{G} + \vec{F_f} = 0$ $Ox: N - F_x = 0 \Rightarrow N = F \cdot \sin\alpha$ $Oy: F_f + F_y - G = 0 \Rightarrow F_f = mg - F \cdot \cos\alpha$ $F_f = \mu \cdot N \Rightarrow \mu = \dfrac{F_f}{N} = \dfrac{mg - F\cdot\cos\alpha}{F\cdot\sin\alpha} = \dfrac{20 - 10\sqrt{3}}{10} = 0,27$  	**3**
TOTAL pentru Subiectul I		**15p**

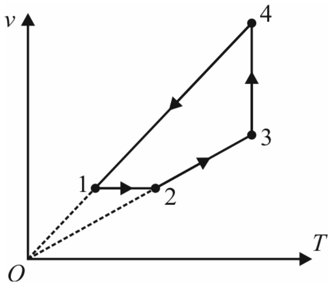
Subiectul al II-lea		**Parţial**	**Punctaj**
a.	Reprezentarea corectă a forțelor care acționează asupra corpurilor.	4p	**4p**
b.	Pentru corpul (1) avem: $F_{e_1} = m_1 g \Rightarrow k\Delta l_1 = m_1 g$	1p	**4p**
	Pentru corpul (2) avem: $F_{e_2} = m_2 g + F_{e_1} \Rightarrow k\Delta l_2 = g(m_1 + m_2)$	1p	
	$\dfrac{\Delta l_1}{\Delta l_2} = \dfrac{m_1}{m_1 + m_2}$	1p	
	$\dfrac{\Delta l_1}{\Delta l_2} = \dfrac{2}{5}$	1p	
c.	Pentru corpul (3) avem: $N_3 = G_3 + F_{e_2}$	1p	**4p**
	$F_{e_2} = m_2 g + m_1 g \qquad G_3 = m_3 g$	1p	
	$N_3 = m_3 g + m_1 g + m_2 g \Rightarrow N_3 = g(m_1 + m_2 + m_3) = 9\,\text{N}$	2p	
d.	Din condiția de echilibru rezultă: $m_1 g = kx \Rightarrow k = \dfrac{m_1 g}{x}$	2p	**3p**
	$k = 100\dfrac{N}{m}$	1p	
TOTAL pentru Subiectul al II-lea			**15p**

Subiectul al III-lea		Parţial	Punctaj
a.	Forțele ce acționează asupra corpurilor 	2p	4p
	$N_1 - m_1 g = 0 \Rightarrow N_1 = m_1 g$	1p	
	$N_2 - N_1 - G_2 = 0 \quad \Rightarrow \quad N_2 = (m_1 + m_2)g$ $N_2 = 80\ \mathrm{N}$	1p	
b.	Pentru corpul (1): $\vec{T_1} + \vec{F_{f_1}} + \vec{G_1} + \vec{N_1} = m_1\vec{a}$ Ox: $T_1 - F_{f_1} = m_1 a$ Oy: $N_1 - m_1 g = 0 \Rightarrow N_1 = m_1 g$ $F_f = \mu_1 N_1 \Rightarrow F_{f_1} = \mu_1 m_1 g \Rightarrow T_1 - \mu_1 m_1 g = m_1 a$	1p	5p
	Pentru corpul (2): $\vec{T_1} + \vec{T_2} + \vec{F_{f_1}} + \vec{F_{f_2}} + \vec{N_1} + \vec{N_2} + \vec{G_2} = m_2\vec{a}$ $Ox: T_2 - T_1 - F_{f_1} - F_{f_2} = m_2 a$ $Oy: N_2 - N_1 - G_2 = 0 \quad \Rightarrow \quad N_2 = (m_1 + m_2)g$ $F_{f_2} = \mu_2 N_2 \quad \Rightarrow \quad F_{f_2} = \mu_2(m_1 + m_2)g$ $\Rightarrow \quad T_2 - T_1 - \mu_1 m_1 g - \mu_2(m_1 + m_2)g = m_2 a$	1p	
	Pentru corpul (3): $\vec{G_3} + \vec{T_2} + \vec{F_{f_3}} + \vec{N_3} = m_3\vec{a}$ $Ox: m_3 g \sin\alpha - F_{f_3} - T_2 = m_3 a$ $Oy: N_3 - m_3 g\cos\alpha = 0 \Rightarrow N_3 = m_3 g\cos\alpha$ $F_{f_3} = \mu_2 N_3 \Rightarrow F_{f_3} = \mu_2 m_3 g\cos\alpha$ $m_3 g\sin\alpha - \mu_2 m_3 g\cos\alpha - T_2 = m_3 a$	2p	
	Rezultă: $m_3 g(\sin\alpha - \mu_2\cos\alpha) - 2\mu_1 m_1 g - \mu_2(m_1 + m_2)g = a(m_1 + m_2 + m_3)$ $a = g\dfrac{m_3(\sin\alpha - \mu_2\cos\alpha) - 2\mu_1 m_1 - \mu_2(m_1 + m_2)}{m_1 + m_2 + m_3} = 3{,}42\dfrac{m}{s^2}$	1p	
c.	$T_1 = m_1(a + \mu_1 g) \qquad T_1 = 16{,}26\mathrm{N}$	1p	3p
	$T_2 = a(m_1 + m_2) + 2\mu_1 m_1 g + \mu_2(m_1 + m_2)g$ $T_2 = 47{,}36N$	2p	
d.	$R = 2T_1$ $R = 2m_1(a + \mu_1 g)$	2p	3p
	$R = 32{,}52\ \mathrm{N}$	1p	
TOTAL pentru Subiectul al III-lea			**15p**

B. TERMODINAMICĂ

Subiectul I		Punctaj
1.	c	3
2.	c	3
3.	d	3
4.	**c** Aplicăm primul principiu al termodinamicii: $Q_{1\to 2} = \Delta U_{1\to 2} + L_{1\to 2}$ $\upsilon C\Delta T = \upsilon C_v \Delta T + \frac{(p_1+p_2)(V_2-V_1)}{2}$ $\Delta T = T_2 - T_1$, $C_v = \frac{3}{2}R$ $\upsilon C(T_2-T_1) = \upsilon\frac{3}{2}R(T_2-T_1) + \frac{p_1V_2 - p_1V_1 + p_2V_2 - p_2V_1}{2}$ Cum procesul 1→2 este de forma : $p = aV$, rezultă: $\left\{\begin{matrix} p_1 = aV_1 \\ p_2 = aV_2 \end{matrix}\right\} \Rightarrow \frac{p_1}{p_2} = \frac{V_1}{V_2} \Rightarrow p_1V_2 = p_2V_1$ Obținem: $\upsilon C(T_2-T_1) = \upsilon\frac{3}{2}R(T_2-T_1) + \frac{p_2V_2 - p_1V_1}{2}$ Din ecuația de stare; obținem: $p_1V_1 = \upsilon RT_1$ $p_2V_2 = \upsilon RT_2$ Rezultă: $2\upsilon C\Delta T = 3\upsilon R\Delta T + \upsilon R\Delta T \Rightarrow C = 2R$	3
5.	**c** Aplicăm legile celor două procese: izoterm: $p_1V_1 = p_2V_2$ dar $V_2 = 2V_1 \Rightarrow p_2 = \frac{p_1}{2}$ adiabat: $p_1V_1^{\gamma} = p_2V_2^{\gamma} \Rightarrow p_2^{'} = \frac{p_1}{2^{\gamma}}$ Rezultă raportul: $\frac{p_2}{p_2^{'}} = 2^{\gamma-1}$	3
TOTAL pentru Subiectul I		**15p**

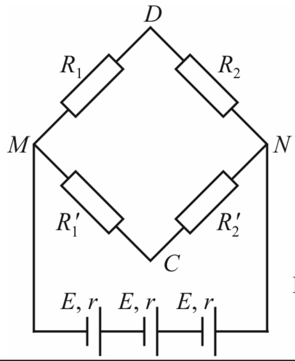
Subiectul al II-lea		Parțial	Punctaj
a.	Legea conservării numărului de moli: $\nu = \nu_1 + \nu_2$	1p	4p
	Ecuațiile de stare pentru heliu și azot în starea inițială și pentru amestecul de gaze în starea finală. $p_1V_1 = \nu_1 RT \Rightarrow \nu_1 = \frac{p_1V_1}{RT}$ $p_2V_2 = \nu_2 RT \Rightarrow \nu_2 = \frac{p_2V_2}{RT}$ $p(V_1+V_2) = \nu RT \Rightarrow \nu = \frac{p(V_1+V_2)}{RT}$	1p	
	Rezultă: $p(V_1+V_2) = p_1V_1 + p_2V_2 \Rightarrow p_2 = \frac{p(V_1+V_2) - p_1V_1}{V_2} = 2{,}5\cdot 10^5\ \frac{N}{m^2}$	2p	
b.	Raportul dintre numerele de moli de gaz este: $\frac{\nu_1}{\nu_2} = \frac{p_2V_2}{p_1V_1}$	2p	3p
	$\frac{\nu_1}{\nu_2} = 7$	1p	
c.	Din legea conservării numărului de moli, rezultă: $\frac{m}{\mu} = \frac{m_1}{\mu_1} + \frac{m_2}{\mu_2}$	1p	4p
	$m_1 = m_2$ $m = m_1 + m_2 \Rightarrow \mu = \frac{2\mu_1\mu_2}{\mu_1 + \mu_2}$	2p	
	$\mu = 7\,\text{g/mol}$	1p	
d.	Variația energiei interne este: $\Delta U = \nu C_V \Delta T$ C_V este căldura molară la volum constant a amestecului	2p	4p
	Energia internă a amestecului este: $U = U_1 + U_2$ $\Rightarrow \nu C_V T = \nu_1 C_{V_1} T + \nu_2 C_{V_2} T \Rightarrow \frac{m}{\mu} C_V = \frac{m_1}{\mu_1} C_{V_1} + \frac{m_2}{\mu_2} C_{V_2} \Rightarrow$ $\frac{2C_V}{\mu} = \frac{C_{V_1}}{\mu_1} + \frac{C_{V_2}}{\mu_2} \Rightarrow C_V = \frac{(C_{V_1}\mu_2 + C_{V_2}\mu_1)\mu}{2\mu_1\mu_2}$	1p	
	$C_V = \frac{C_{V_1}\mu_2 + C_{V_2}\mu_1}{\mu_1 + \mu_2} = \frac{13}{4}R$ $\Delta U = \frac{m}{\mu} C_V \Delta T = 7{,}716 KJ$	1p	
TOTAL pentru Subiectul al II-lea			**15p**

	Subiectul al III-lea	**Parţial**	**Punctaj**
a.	Reprezentarea în coordonate V şi T este: 	3p	**3p**
b.	1→2 este un proces izocor $\Rightarrow V_2 = V_1$ 2→3 este un proces izobar $\Rightarrow p_2 = p_3$ 1→3 este un proces de forma $p = aV$ Procesul 3→4 este un proces izoterm	1p	**4p**
	$\left\{\begin{array}{l} p_1 = aV_1 \\ p_3 = aV_3 \end{array}\right\} \Rightarrow p_3 = \frac{p_1V_3}{V_1} = 3p_1 \Rightarrow p_2 = 3p_1$	1p	
	Parametrii stării 2 sunt: $V_2 = V_1$ şi $p_2 = 3p_1$ Parametrii stării 3 sunt: $V_3 = 3V_1$ şi $p_3 = 3p_1$	1p	
	$p_3V_3 = p_4V_4$ $p_4 = p_1$ $\Rightarrow 9p_1V_1 = p_1V_4$ $\Rightarrow V_4 = 9V_1 = 45l$	1p	
c.	Din ecuația termică de stare, determinăm temperatura pentru cele 4 stări: $p_1V_1 = \upsilon RT_1 \Rightarrow T_1 = \frac{p_1V_1}{\upsilon R}$ $p_2V_2 = \upsilon RT_2 \Rightarrow 3p_1V_1 = \upsilon RT_2 \Rightarrow T_2 = \frac{3p_1V_1}{\upsilon R} = 3T_1$ $p_3V_3 = \upsilon RT_3 \Rightarrow 3p_1 3V_1 = \upsilon RT_3 \Rightarrow T_3 = \frac{9p_1V_1}{\upsilon R} = 9T_1$ $T_4 = T_3 = 9T_1$	2p	**5p**
	$C_v = \frac{3}{2}R$ $\Rightarrow$ $\Delta U_{1\to3} = \upsilon C_v(T_3 - T_1) = \upsilon\frac{3}{2}R\frac{8p_1V_1}{\upsilon R} = 12p_1V_1$	2p	
	$\Delta U_{1\to3} = 6000\text{ J} = 6\text{ kJ}$	1p	
d.	$\eta_c = 1 - \frac{T_{min}}{T_{max}} \Rightarrow \eta_c = 1 - \frac{T_1}{T_3}$	2p	**3p**
	$\eta_c = 88\%$	1p	
TOTAL pentru Subiectul al III-lea			**15p**

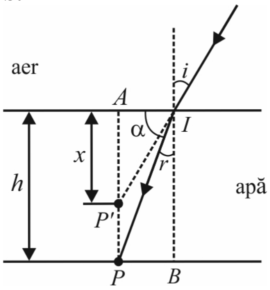
C. PRODUCEREA ȘI UTILIZAREA CURENTULUI CONTINUU

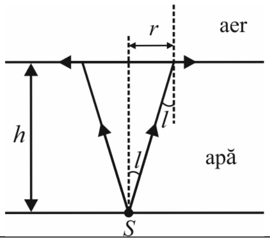
Subiectul I		Punctaj
1.	**b.**	**3**
2.	**c.**	**3**
3.	**a.** Din grafic avem $U = 20$ V și $I = 5$ A $\Rightarrow R = \frac{U}{I} = 4\Omega$ Intensitatea de scurtcircuit: $I_{sc} = \frac{E}{r} \Rightarrow r = 2\Omega$ Randamentul circuitului este: $\eta = \frac{R}{R+r} = 0{,}66 \Rightarrow \eta = 66\%$	**3**
4.	**b.** Calculăm parametrii sursei echivalente: $E_e = \frac{\Sigma \frac{E_k}{r_k}}{\Sigma \frac{1}{r_k}} = \frac{\frac{E}{r} + \frac{2E}{2r} + \frac{3E}{3r}}{\frac{1}{r} + \frac{1}{2r} + \frac{1}{3r}} = \frac{18E}{11}$ $\quad r_e = \frac{1}{\Sigma \frac{1}{r_k}} = \frac{1}{\frac{1}{r} + \frac{1}{2r} + \frac{1}{3r}} = \frac{6r}{11}$	**3**
5.	**d.** Puterea maximă: $P_{\max} = \frac{E^2}{4r}$ Din relația: $P = 0{,}5 \cdot P_{\max} \Rightarrow P_{\max} = 2P$ $\frac{E^2}{4r} = \frac{2E^2 R}{(R+r)^2} \Rightarrow R^2 - 6Rr + r^2 = 0$ Rezolvând ecuația de gradul doi, găsim valorile rezistenței R: $R_{1,2} = 3r \pm 2\sqrt{2}r$ $R_1 = 5{,}82r = 29{,}1\ \Omega$ $\quad R_2 = 0{,}18r = 0{,}9\ \Omega$	**3**
TOTAL pentru Subiectul I		**15p**

Subiectul al II-lea		Parţial	Punctaj
a.	K_1, K_2 deschise, rezistența echivalentă este: $\frac{1}{R_{e_1}} = \frac{1}{2R} + \frac{1}{R} \Rightarrow R_{e_1} = \frac{2R}{3}$	1p	**4p**
	$U_1 = 8\text{V}$ $\ I_1 = 2\text{A}$ $\quad U_1 = I_1 \cdot R_{e_1}$	1p	
	$U_1 = I_1 \cdot \frac{2R}{3} \Rightarrow R = \frac{3U_1}{2I_1}$	1p	
	$R = 6\Omega$	1p	
b.	K_1 este închis, iar K_2 deschis, rezistența echivalentă: $\frac{1}{R_{e_2}} = \frac{1}{R} + \frac{1}{R} \Rightarrow R_{e_2} = \frac{R}{2} = 3\Omega$	1p	**5p**
	$U_1 = E - I_1 r$ $\quad E = U_1 + I_1 r$ $U_2 = E - I_2 r$ $\quad E = U_2 + I_2 r$	1p	
	$\Rightarrow U_1 + I_1 r = U_2 + I_2 r$	1p	
	$r = \frac{U_1 - U_2}{I_2 - I_1} = 1\Omega$ $\quad E = 10$ V	2p	
c.	$I_{sc} = \frac{E}{r}$	2p	**3p**
	$I_{sc} = 10\,\text{A}$	1p	
d.	$P_{\max} = \frac{E^2}{4r}$	2p	**3p**
	$\Rightarrow P_{\max} = 25$ W	1p	
TOTAL pentru Subiectul al II-lea			**15p**

Subiectul al III-lea		Parţial	Punctaj
a.	$R_1^{'}$ şi $R_2^{'}$ rezistenţele electrice ale celor două porţiuni de fir *MC* şi *CN*, de lungimi l_1 şi l_2 $R_1^{'} = \rho \frac{l_1}{S}$ $R_2^{'} = \rho \frac{l_2}{S}$	1p	**3p**
	 Prin R_3 nu trece curent electric, rezultă o punte Wheastone echilibrată: $R_1 \cdot R_2^{'} = R_2 \cdot R_1^{'} \Rightarrow R_1 \frac{\rho l_1}{S} = R_2 \frac{\rho l_2}{S} \Rightarrow R_1 l_1 = R_2 l_2$	1p	
	$l = l_1 + l_2 \Rightarrow l_2 = 2l_1$ $l_1 = 20\,\text{cm}$ şi $l_2 = 40\,\text{cm}$	1p	
b.	Rezistenţa echivalentă a circuitului exterior este: $\frac{1}{R_e} = \frac{1}{R_1 + R_2} + \frac{1}{R} \Rightarrow R_e = \frac{(R_1 + R_2) \cdot R}{R_1 + R_2 + R}$	3p	**4p**
	$R_e = 5\Omega$	1p	
c.	legea lui Ohm pe întregul circuit: $I = \frac{nE}{R_e + nr} = \frac{3E}{R_e + 3r} = 4{,}5\text{A}$	2p	**4p**
	Tensiunea la borne este: $U = IR_e = 22{,}5\ \text{V}$	2p	
d.	Parametrii generatorului echivalent sunt: $E_e = 3E, r_e = 3r$	2p	**4p**
	Intensitatea de scurtcircuit este: $I_{sc} = \frac{E_e}{r_e} = 12\,\text{A}$	2p	
TOTAL pentru Subiectul al III-lea			**15p**

D.OPTICĂ

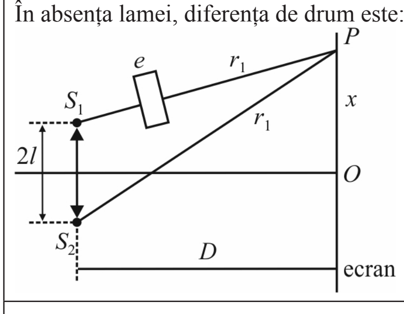
<table>
<tr><th colspan="2">Subiectul I</th><th>Punctaj</th></tr>
<tr><td>1.</td><td>b.</td><td>3</td></tr>
<tr><td>2.</td><td>a.
Scriem ecuația lui Einstein pentru cele două frecvențe: $\begin{cases} h\nu_1 = L + eU_1 \\ h\nu_2 = L + eU_2 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} eU_1 = h\nu_1 - L \\ eU_2 = h\nu_2 - L \end{cases} unde U_2 = 6,2V; U_1 = 4\text{V}$
$L = h \cdot \nu_0 \Rightarrow \nu_0 = \frac{L}{h} = 1,18 \cdot 10^{14}\text{Hz}$ $\frac{U_2}{U_1} = \frac{h\nu_2 - L}{h\nu_1 - L} dar \frac{U_2}{U_1} = 1,55 \Rightarrow L = \frac{h(1,55\nu_1 - \nu_2)}{0,55}$</td><td>3</td></tr>
<tr><td>3.</td><td>b.


Aplicăm legea refracției $(n_{aer} = 1)$: $\sin i = n \sin r \Rightarrow \sin r = \frac{3}{8}$
În triunghiul IPB:
$\text{tg}\, r = \frac{PB}{h} \Rightarrow PB = h\,\text{tg}\, r = h\frac{\sin r}{\sqrt{1-\sin^2 r}}$
În triunghiul $AP'I$: $\alpha = 90^o - i = 60^o$
$\text{tg}\,\alpha = \frac{x}{PB} \Rightarrow x = PB\,\text{tg}\,\alpha = h\sqrt{3}\frac{\sin r}{\sqrt{1-\sin^2 r}} = 0,7\text{m}$</td><td>3</td></tr>
<tr><td>4.</td><td>d.
Formula interfranjei este: $i = \frac{\lambda D}{2l} \Rightarrow \frac{i_r}{i_v} = \frac{\lambda_r}{\lambda_v} = 1,3$
Relația dintre cele două interfranje este: $i_r = i_v + fi_v = i_v(1+f) \Rightarrow f = \frac{i_r}{i_v} - 1 = 0,3$
$f = 30\%$</td><td>3</td></tr>
<tr><td>5.</td><td>

c.
Unghiul limită este: $\sin l = \frac{1}{n} = \frac{3}{4}$
$\text{tg}\, l = \frac{r}{h} \Rightarrow r = h\,\text{tg}\, l$
$r = h\frac{\sin l}{\cos l} = h\frac{\sin l}{\sqrt{1-\sin^2 l}} = 1,15m$</td><td>3</td></tr>
<tr><td colspan="2">TOTAL pentru Subiectul I</td><td>15p</td></tr>
</table>

<table>
<tr><th colspan="2">Subiectul al II-lea</th><th>Parţial</th><th>Punctaj</th></tr>
<tr><td rowspan="3">a.</td><td>Lentila plan concavă este o lentilă divergentă cu $R_1 = -R$ şi $R_2 \to \infty$
Distanța focală a lentilei este: $f = \frac{1}{(n-1)(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2})} = -\frac{R}{n-1} = -20\text{ cm}$</td><td>1p</td><td rowspan="3">4p</td></tr>
<tr><td>Formula lentilelor subțiri: $\frac{1}{x_2} - \frac{1}{x_1} = \frac{1}{f} \Rightarrow x_2 = \frac{fx_1}{f + x_1} = \frac{(-20)(-30)}{-20-30} = -12\text{cm}$</td><td>2p</td></tr>
<tr><td>Mărirea liniară transversală este: $\beta = \frac{x_2}{x_1} = \frac{y_2}{y_1} \Rightarrow y_2 = \frac{x_2 y_1}{x_1} = \frac{(-12)\cdot 2}{-30} = 0,8\text{ cm}$
Imaginea este virtuală, dreaptă, mai mică decât obiectul.</td><td>1p</td></tr>
<tr><td rowspan="2">b.</td><td>Dacă introducem lentila în apă $(R_1 = -R, R_2 \to \infty)$:
$f' = \frac{1}{(\frac{n}{n_a} - 1)(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2})} = \frac{-n_a R}{n - n_a}$</td><td>2p</td><td rowspan="2">3p</td></tr>
<tr><td>$f' = -80\text{ cm}$</td><td>1p</td></tr>
</table>

c.	Alipind cele două lentile se formează o lentilă biconcavă $(R_1 = -R, R_2 = R)$ cu distanța focală: $f^* = \frac{1}{(n-1)(\frac{1}{-R} - \frac{1}{R})} = \frac{-R}{2(n-1)} = \frac{f}{2} = -10\text{ cm}$	2p	**4p**
	Formula lentilelor subțiri: $\frac{1}{x_2'} - \frac{1}{x_1} = \frac{1}{f^*} \Rightarrow x_2' = \frac{f^* x_1}{f^* + x_1} = \frac{(-10)(-30)}{-10-10} = -15\text{ cm}$	1p	
	Din formula pentru mărirea liniară transversală: $\beta = \frac{x_2'}{x_1} = \frac{y_2'}{y_1}$ rezultă $y_2' = \frac{x_2' y_1}{x_1} = \frac{(-15)\cdot 2}{-30} = 1\text{cm}$	1p	
d.	Distanța focală a sistemului de lentile este: $\frac{1}{F} = \frac{2}{f} + \frac{1}{f_a} \Rightarrow F = \frac{f \cdot f_a}{2f_a + f}$	1p	**4p**
	$f_a = \frac{1}{(n_a - 1)(\frac{1}{R} - \frac{1}{(-R)})} = \frac{R}{2(n_a - 1)} = 15\text{ cm}$	1p	
	$\Rightarrow F = \frac{(-20)\cdot 15}{30-20} = -30\text{ cm}$	1p	
	$\frac{1}{x_2^*} - \frac{1}{x_1} = \frac{1}{F} \Rightarrow x_2^* = \frac{F \cdot x_1}{F + x_1} = \frac{(-30)(-30)}{-30-30} = -15\text{ cm}$	1p	
TOTAL pentru Subiectul al II-lea			**15p**

Subiectul al III-lea		**Parțial**	**Punctaj**
a.	Utilizând formula interfranjei: $i = \frac{\lambda D}{2l} = 1,5\text{ mm}$	2p	**3p**
	Din relația: $d = Ni \Rightarrow N = \frac{d}{i} = 8$ franje	1p	
b.	Maximul luminos de ordinul K se formează la distanța: $x_M = \frac{K\lambda D}{2l}$ pentru $K = 5$: $x_5 = \frac{5\lambda D}{2l} = 7,5\text{ mm}$	1p	**4p**
	Distanța la care se formează franje întunecoase este: $x_M = (2K+1)\frac{D}{2l}\cdot\frac{\lambda}{2}$	1p	
	Pentru a treia franjă întunecoasă: $K = 2 \Rightarrow x_3 = \frac{5}{2}\cdot\frac{\lambda D}{2l} = 3,75\text{ mm}$ $\Delta x = x_5 - x_3$ Rezultă: $\Delta x = 3,75\text{ mm}$	2p	
c.	În absența lamei, diferența de drum este: $\delta = r_2 - r_1 = \frac{2lx_K}{D}$  În prezența lamei, diferența de drum este: $\Delta = (S_2P) - (S_1P) = r_2 - (r_1 - e + ne) = r_2 - r_1 - e(n-1)$ Rezultă: $\Delta = \frac{2l \cdot x_K}{D} - e(n-1)$	2p	**5p**
	Din condiția de maxim $\Delta = K\lambda$ rezultă: $K\lambda = \frac{2l \cdot x_K}{D} - e(n-1)$ Maximul central se obține pentru $K = 0 \Rightarrow \frac{2l \cdot x_0}{D} = e(n-1) \Rightarrow e = \frac{2l \cdot x_0}{D(n-1)}$	2p	
	$x_0 = x_3 = \frac{3\lambda D}{2l} = 4,5\text{ mm} \Rightarrow e = 18\ \mu\text{m}$	1p	
d.	Din relația: $x_K = \frac{K\lambda D}{2l}$ $K = 1 \Rightarrow \lambda_2 = \frac{2l \cdot x}{D}$	2p	**3p**
	$\lambda_2 = 480\text{nm}$	1p	
TOTAL pentru Subiectul al III-lea			**15p**

TESTUL 8

A. MECANICĂ

Subiectul I		Punctaj
1.	b .	3
2.	c.	3
3.	b.	3
4.	b.	3
5.	c.	3
TOTAL pentru Subiectul I		15p

Subiectul al II-lea		Parţial	Punctaj
a.	$E_c = \dfrac{p^2}{2m}$	2p	3p
	rezultat final: $E_c = 400\ \text{J}$	1p	
b.	$F = \dfrac{\Delta p}{\Delta t}$	1p	4p
	$F = ma$	1p	
	$a = \dfrac{\Delta p}{m\Delta t}$	1p	
	rezultat final: $a = 5\,\text{m/s}^2$	1p	
c.	$d = \dfrac{at^2}{2}$	1p	4p
	$\Delta = d_2 - d_1$; $d_1 = \dfrac{at_1^2}{2}$; $d_2 = \dfrac{at_2^2}{2}$; $t_1 = 1\ \text{s}$; $t_2 = 2\,\text{s}$	2p	
	rezultat final: $\Delta = 7{,}5\,\text{m}$	1p	
d.	$\Delta E_c = L_{total}$ $L_{total} = \dfrac{mv^2}{2} = 400\ J$		4p
TOTAL pentru Subiectul al II-lea			15p

Subiectul al III-lea		Parţial	Punctaj
a.	Energia căruciorului se conservă: $E_i = E_f$	1p	4p
	$E_i = m_1 gh$; $E_f = \frac{m_1 v^2}{2}$	2p	
	rezultat final: $v = \sqrt{2gh} = 2\sqrt{10} \cong 6{,}32$ m/s	1p	
b.	Pentru mişcarea bilei: $h = \frac{gt^2}{2}$	1p	4p
	Pentru mişcarea căruciorului pe orizontală: $d = vt + \frac{at^2}{2}$	1p	
	Acceleraţia căruciorului: $m_1 a = -F_f$; $F_f = \mu mg$; $a = -\mu g$ $d = h(2-\mu)$	1p	
	rezultat final: $d = 3$ m	1p	
c.	Teorema de variaţie a energiei pentru cărucior pe pista orizontală: $\frac{m_1 v_1^2}{2} - \frac{m_1 v^2}{2} = -\mu m_1 gd$ legea conservării impulsului $\vec{p}_i = \vec{p}_f \Leftrightarrow m_1 v_1 = (m_1 + m_2) v'$	2p	4p
	$v' = \frac{m_1 \sqrt{2g(h - \mu d)}}{m_1 + m_2}$	1p	
	rezultat final: $v' = \frac{2}{3}\sqrt{10} \cong 2{,}1$ m/s	1p	
d.	Legea conservării energiei pentru sistemul cărucior-bilă, după cionire: $E_{sistem} = \frac{(m_1 + m_2) v'^2}{2}$; $E_{sistem} = \frac{k \Delta l^2}{2}$ $\Delta l = v' \sqrt{\frac{m_1 + m_2}{k}}$	2p	3p
	rezultat final: $\Delta l = \frac{\sqrt{2}}{30} \cong 4{,}7$ cm	1p	
TOTAL pentru Subiectul al III-lea			**15p**

B. TERMODINAMICĂ

Subiectul I		Punctaj
1.	b	3
2.	d	3
3.	c	3
4.	a	3
5.	d	3
TOTAL pentru Subiectul I		15p

Subiectul al II-lea		Parţial	Punctaj
a.	$pV = \nu RT$	1p	4p
	$\frac{p_1}{p_2} = \frac{\nu_1}{\nu_2} = \frac{m_1}{m_2} \cdot \frac{\mu_2}{\mu_1}$	2p	
	rezultat final: $\frac{p_1}{p_2} = \frac{7}{4}$	1p	
b.	$\mu_{amestec} = \frac{m_1 + m_2}{\frac{m_1}{\mu_1} + \frac{m_2}{\mu_2}}$	2p	3p
	$\mu_{amestec} = 12{,}7\,\text{g/mol}$	1p	
c.	$\frac{p_0}{2} V = \nu RT$	1p	4p
	$p_0 V = \nu RT_{final}$	1p	
	rezultat final: $T_f = 4T$; $T_f = 1200\,\text{K}$	2p	
d.	În decursul transformării gazul parcurge o încălzire izocoră până când presiunea devine p_0, apoi se dilată izobar până la volumul $2V$.	2p	4p
	$L = p_0 \cdot \Delta V = p_0 \cdot V = 2\nu RT$	1p	
	rezultat final: $L = 19{,}6\,\text{kJ}$	1p	
TOTAL pentru Subiectul al II-lea			15p

Subiectul al III-lea		Parţial	Punctaj
a.	reprezentare corectă	4p	4p
b.	$L = \Delta p \cdot \Delta V = p_1 V_1$	2p	3p
	rezultat final: $L = 1000\,\text{J}$	1p	
c.	$\eta_C = 1 - \frac{T_{\min}}{T_{\max}}$	1p	3p
	$T_{\min} = T_1$, $T_{\max} = 4T_1$	1p	
	rezultat final: $\eta_C = \frac{3}{4} = 75\%$	1p	

d.	$\eta = \frac{L_{efectuat}}{Q_{primit}}$ $Q_{primit} = Q_{1\text{-}2} + Q_{2\text{-}3}$;	2p	**5p**
	$Q_{1\text{-}2} = \nu C_V (T_2 - T_1) = \nu C_V T_1$; $Q_{2\text{-}3} = \nu C_p (T_3 - T_2) = \nu C_p 2T_1$	1p	
	$\gamma = \frac{C_p}{C_V}$; $C_p = C_V + R$; $C_p = \frac{\gamma R}{\gamma - 1}$; $C_V = \frac{R}{\gamma - 1}$	1p	
	$\eta = \frac{\gamma - 1}{2\gamma + 1}$	1p	
	rezultat final: $\eta = \frac{2}{19} = 11\%$	1p	
TOTAL pentru Subiectul al III-lea			**15p**

C. PRODUCEREA ȘI UTILIZAREA CURENTULUI CONTINUU

Subiectul I		**Punctaj**
1.	**d**	**3**
2.	**c**	**3**
3.	**a**	**3**
4.	**b**	**3**
5.	**d**	**3**
TOTAL pentru Subiectul I		**15p**

Subiectul al II-lea		**Parţial**	**Punctaj**
a.	$R_s = R_2 + \dfrac{R_4 R_5}{R_4 + R_5}$	2p	**4p**
	$R_e = R_1 + \dfrac{R_3 R_s}{R_3 + R_3}$	1p	
	rezultat final: $R_e = 10\ \Omega$	1p	
b.	$I_1 = \dfrac{E}{R_e}$	1	**4p**
	tensiunea la bornele rezistorului R_3 se poate scrie: $I_1 \cdot R_p = I_2 \cdot R_s$ unde: $R_p = \dfrac{R_3 R_s}{R_3 + R_3}$	2p	
	rezultat final: $I_2 = 0{,}625$ A	1p	
c.	$I' = \dfrac{E}{R_1}$	2p	**3p**
	rezultat final: $I' = 4$ A	1p	
d.	$I_3 = \dfrac{E}{R_1 + R_3}$	3p	**4p**
	rezultat final: $I_3 = 2{,}22$ A	1p	
TOTAL pentru Subiectul al II-lea			**15p**

Subiectul al III-lea		**Parţial**	**Punctaj**
a.	$R = \dfrac{\rho l}{S}$	2p	**3p**
	rezultat final: $R = 22\Omega$	1p	
b.	$U = U_b + 2I \cdot R$	3p	**4p**
	rezultat final: $n = 8$	1p	
c.	$\eta = \dfrac{P_{becuri}}{P_{sursă}} = \dfrac{U_b}{U}$	3p	**4p**
	rezultat final: $\eta = \dfrac{11}{19} \simeq 57{,}9\%$	1p	
d.	$R_x = \dfrac{\rho \cdot x}{S}$	1p	**4p**
	$I = \dfrac{U}{2R_x}$	2p	
	rezultat final: $x \simeq 8{,}64$ km	1p	
TOTAL pentru Subiectul al III-lea			**15p**

D.OPTICĂ

Subiectul I		**Punctaj**
1.	**d .**	**3**
2.	**d.**	**3**
3.	**c.**	**3**
4.	**a.**	**3**
5.	**a.**	**3**
TOTAL pentru Subiectul I		**15p**

Subiectul al II-lea		**Parţial**	**Punctaj**
a.	reprezentarea grafică a imaginii	3p	**3p**
b.	$\frac{1}{x_2}-\frac{1}{x_1}=\frac{1}{f_2}$; $\beta=\frac{y_2}{y_1}=\frac{x_2}{x_1}=\frac{1}{2}$	2p	**4p**
	$\frac{2}{f_1}+\frac{1}{f_2}=0$	1p	
	rezultat final: $f_2=-20$ cm ; $f_1=40$ cm	1p	
c.	$\frac{1}{f_1}=(n-1)\frac{1}{R}$	2p	**4p**
	$R=(n-1)f_1$	1p	
	rezultat final: $R=20$ cm	1p	
d.	reprezentare grafică a imaginii	1p	**4p**
	$\frac{1}{x_2}-\frac{1}{x_1}=\frac{1}{f_1}$; $x_2=120$ cm	1p	
	$\frac{1}{x_2'}-\frac{1}{x_1'}=\frac{1}{f_2}$; $-x_1'=x_2-d$	1p	
	rezultat final: $x_2'=\frac{x_1' f_2}{x_1'+f_2}$; $x_2'=-16$ cm	1p	
TOTAL pentru Subiectul al II-lea			**15p**

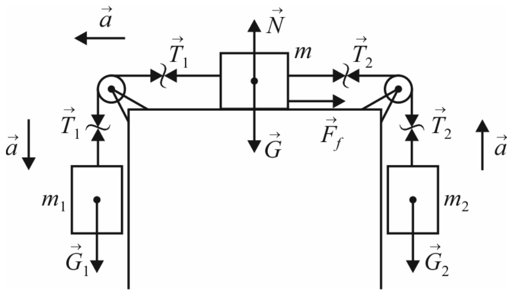
Subiectul al III-lea		**Parţial**	**Punctaj**
a.	$x_0'=x_3$; maximul de ordinul $k'=0$ se deplaseaza în locul maximului de ordinul $k=3$	1p	**4p**
	$\delta-\delta'=3\lambda$	2p	
	rezultat final: $\delta-\delta'=15\cdot10^{-7}$ m	1p	
b.	$\delta=r_2-r_1$	1p	**4p**
	$\delta'=r_2-r_1-e(n-1)$	1p	
	$\delta-\delta'=e(n-1)$; $e=\frac{\delta-\delta'}{n-1}$	1p	
	rezultat final : $e=3\cdot10^{-6}$ m	1p	
c.	$i=\frac{\lambda D}{2l}$	2p	**3p**
	rezultat final: $i=10^{-3}$ m	1p	

d.	Pentru dispozitivul Young în aer, diferența de drum este: $\delta = \frac{2l \cdot y}{D}$	1p	4p
	Pentru dispozitivul Young cu sursa deplasată cu distanța h față de axul de simetrie al dispozitivului, diferența de drum este: $\delta'' = \delta + \frac{2l \cdot h}{d}$	1p	
	Cele două diferențe de drum suplimentare trebuie să se anuleze reciproc: $\frac{2l \cdot h}{d} = e(n-1)$	1p	
	rezultat final: $h = \frac{ed(n-1)}{2l}$; $h = 7{,}5\ \mu\text{m}$	1p	
TOTAL pentru Subiectul al III-lea			**15p**

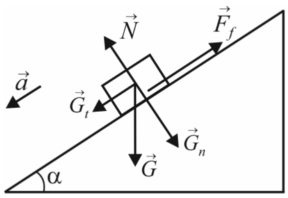
TESTUL 9

A. MECANICĂ

Subiectul I		Punctaj
1.	**c.**	**3**
2.	**c.** 1 J = 1 N · m = 1 kg · m · s^{-2} · m = 1 kg · m^2 · s^{-2}	**3**
3.	**b.** $F\cdot\Delta t = m\cdot v$ $v=\frac{F\cdot\Delta t}{m}\Rightarrow v=\frac{5\cdot 20}{5}=20\ \text{m/s}$	**3**
4.	**d.** $[C]_{s1}=1\frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ $x(t)=x_0+v_0t+\frac{at^2}{2}$ $C\to a$	**3**
5.	**a.** $F=k_1\Delta\ell_1; F=k_2\Delta\ell_2$ $F=k_s(\Delta\ell_1+\Delta\ell_2)$ $\Rightarrow k_s=\frac{F}{\Delta\ell_1+\Delta\ell_2}=\frac{F}{\frac{F}{k_1}+\frac{F}{k_2}}$ $\Rightarrow k_s=\frac{k_1k_2}{k_1+k_2}$ $k_s=12\ \frac{\text{N}}{\text{m}}$	**3**
TOTAL pentru Subiectul I		**15p**

Subiectul al II-lea		Parţial	Punctaj
a.		1p	**4p**
	$m_1g-T_1=m_1a$	1p	
	$T_1-T_2-Ff=ma; N=G=mg$ $T_2-G=m_2a$	1p	
	$a=g\frac{m_1-m_2-\mu m}{m_1+m_2+m}\Rightarrow\ a=2\frac{\text{m}}{\text{s}^2}$	1p	
b.	$T_1=m_1(g-a)\Rightarrow T_1=1{,}6\ \text{N}$	2p	**4p**
	$T_2=m_2(g+a)\Rightarrow T_2=1{,}2\ \text{N}$	2p	

c.	In această situație, corpul cu masa m nu se deplasează: $a = 0$	1p	**3p**
	$T_1' = m_1 g; T_1' = 0,2 \cdot 10 = 2\ \text{N}$	1p	
	$T_2' = (m_0 + m_2) g; T_2' = 0,2 \cdot 10 = 2\ \text{N}$	1p	
d.	$m_1 g - T_1'' = 0$ $T_1'' - \mu(m + m_3) g - T_2'' = 0$	2p	**4p**
	$T_2'' - m_2 g = 0$	1p	
	$m_3 = 0,4\ \text{kg}$	1p	
TOTAL pentru Subiectul al II-lea			**15p**

Subiectul al III-lea		**Parţial**	**Punctaj**
a.	$E_A = mgh$ $E_A = 1,5\ \text{J}$	2p	**3p**
		1p	
b.		2p	**4p**
	$G_t - F_f = ma; N - G_n = 0$	1p	
	$a = g(\sin\alpha - \mu\cos\alpha)$ $a = 3,27\ \dfrac{\text{m}}{\text{s}^2}$	1p	
c.	Conform teoremei de variație a enegiei mecanice: $E_B - E_A = L_{F_{f\ AB}}$	1p	**4p**
	$E_B - E_A = -\mu_1 mg \dfrac{h}{\sin\alpha} \cdot \cos\alpha$	1p	
	$E_B = mgh(1 - \mu_1 \text{ctg}\alpha)$	1p	
	$E_B = 0,981\ \text{J}$	1p	
d.	Conform teoremei de variație a enegiei cinetice: $E_D - E_B = L_{F_{f\ BD}}$	1p	**4p**
	$0 - E_B = -\mu_2 mgX$	1p	
	$\Rightarrow X = \dfrac{E_B}{\mu_2 mg}$	1p	
	$X = 3,92\text{m}$	1p	
TOTAL pentru Subiectul al III-lea			**15p**

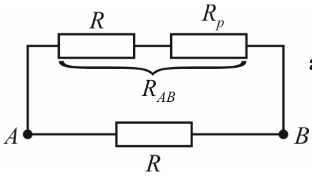
B. TERMODINAMICĂ

Subiectul I		Punctaj
1.	**b.** $[C]_{SI} = \dfrac{\text{J}}{\text{mol}\cdot\text{K}}$	3
2.	**a.** $Q = m\cdot c\cdot\Delta t$ $Q = 2100\ \text{kJ}$	3
3.	**d.** $\mu = \dfrac{N_1\mu_1 + N_2\mu_2}{N_1 + N_2}$ $\mu = 30{,}28\ \dfrac{\text{g}}{\text{mol}} = 30{,}28\ \dfrac{\text{kg}}{\text{mol}}$	3
4.	**c.** $L = \nu RT\ln\dfrac{V_2}{V_1}$ $L = p_1V_1\ln\dfrac{p_1}{p_2}$ $L = -280\ \text{J}$	3
5.	**c.** Gazul efectuează lucru mecanic asupra mediului exterior atunci când volumul său crește, deci în procesul $A \rightarrow B$.	3
TOTAL pentru Subiectul I		**15p**

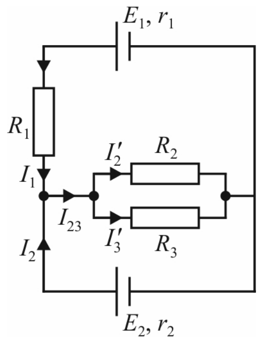
Subiectul al II-lea		Parțial	Punctaj
a.	$m_0 = \dfrac{\mu}{N_A}$	2p	3p
	$\Rightarrow m_0 = 5{,}31\cdot10^{-23}\ \text{g}$	1p	
b.	$n = \dfrac{N}{V}$	1p	4p
	$\nu = \dfrac{N}{N_A} \Rightarrow N = \nu\cdot N_A$	1p	
	$n = \dfrac{\nu N_A}{V}$	1p	
	$\eta = 6{,}023\cdot10^{26}\ \text{m}^{-3}$	1p	
c.	$\rho_3 = \dfrac{m}{V_3}$	1p	4p
	$\nu = \dfrac{m}{\mu} \Rightarrow m = \nu\mu$	1p	
	$V_3 = \dfrac{V_1}{2}$	1p	
	$\Rightarrow \rho_3 = \dfrac{2\nu\mu}{V_1} \quad \Rightarrow \rho_3 = 64\cdot10^{-3}\ \dfrac{\text{g}}{\text{cm}^3}$	1p	
d.	$p_3\dfrac{V_1}{2} = p_2V_1 \Rightarrow p_3 = 2p_2$	1p	4p
	$\dfrac{p_2}{T_2} = \dfrac{p_1}{T_1} \Rightarrow p_2 = 2p_1$	1p	
	$\Rightarrow p_3 = 4p_1$	1p	
	$\dfrac{p_3 - p_1}{p_3} = \dfrac{3}{4} = 75\%$	1p	
TOTAL pentru Subiectul al II-lea			**15p**

Subiectul al III-lea		**Parţial**	**Punctaj**
a.	$U_3 = \nu C_V T_3$	1p	**3p**
	$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_3}{T_3} \Rightarrow T_3 = T_1 \cdot \frac{V_3}{V_1}$	1p	
	$\Rightarrow T_3 = 3T_1 \Rightarrow T_3 = 900\ \text{K}$ $U_3 = 18700\ \text{KJ} = 18{,}7\ \text{MJ}$	1p	
b.	$Q_{1\to 2} = \Delta U_{1-2} + L_{12}$ $L_{1-2} = \text{Aria}_{1-2} = \frac{4p_0 \cdot 4V_0}{2} = 4p_0V_0 = 4\nu RT_1 = 10\ \text{MJ}$	1p	**5p**
	$\frac{p_0}{V_0} = \frac{p_2}{3V_0} \Rightarrow p_2 = 3p_0$	1p	
	$\Delta U_{1-2} = \nu C_V (T_2 - T_1)$	1p	
	$3p_0 \cdot 3V_0 = \nu RT_2$ $\Rightarrow T_2 = \frac{9p_0V_0}{\nu R} = 9T_1$	1p	
	$\Delta U_{1-2} = \nu \cdot \frac{5R}{2} \cdot 8T_1$ $\Delta U_{1-2} = 20\nu RT_1$ $\Delta U_{1-2} = 50\ \text{MJ} \Rightarrow Q_{1\to 2} = 60\ \text{MJ}$	1p	
c.	$Q_{3-1} = \nu C_P (T_1 - T_3)$	2p	**3p**
	$Q_{3-1} = 17{,}45\ \text{MJ}$	1p	
d.	$L_{1-2-3-1} = \text{Aria}_{1-2-3-1}$	1p	**4p**
	$L_{1-2-3-1} = \frac{(3p_0 - p_0)(3V_0 - V_0)}{2}$	1p	
	$L_{1-2-3-1} = 2p_0V_0$	1p	
	$L_{1-2-3-1} = 2p_0V_0$	1p	
TOTAL pentru Subiectul al III-lea			**15p**

C. PRODUCEREA ȘI UTILIZAREA CURENTULUI CONTINUU

Subiectul I		Punctaj
1.	**d.** $t = \frac{WR}{U^2}$; $[t]_{SI} = 1\,\text{s}$	**3**
2.	**b.** $I = \frac{nE}{ne + r}$	**3**
3.	 **a.** $R'_{AB} = R + \frac{2R \cdot \frac{3R}{2}}{2R + \frac{3R}{2}} = R + \frac{2 \cdot 3R^2}{7R}$ $R_{AB} = \frac{R \cdot R'_{AB}}{R + R'_{AB}} = \frac{13R}{20}$	**3**
4.	**c.** $R = R_0(1 + \alpha t)$ $R - R_0 = \alpha A \Rightarrow \alpha = \frac{R - R_0}{R_0} \cdot t$ $\Rightarrow \alpha = 10^{-2}\ \text{grad}^{-1}$	**3**
5.	**c.** Ampermetrul se conectează în serie, iar voltmetrul în paralel cu rezistorul.	**3**
TOTAL pentru Subiectul I		**15p**

Subiectul al II-lea		Parţial	Punctaj
a.	$R_e = R_1 \frac{R_2 R_3}{R_2 + R_3}$ $R_e = 10 + \frac{20 \cdot 30}{20 + 30}$	2p	**3p**
	$R_e = 22\ \Omega$	1p	
b.	$I = \frac{E_1}{r_1 + R_e}$	2p	**3p**
	$I = \frac{12}{2 + 22} = 0{,}5\ \text{A}$	1p	
c.	$V_{AB} = V_B - V_A$	1p	**5p**
	$V_B + E_1 - I'r_1 = V_A$	1p	
	$I' = \frac{E_1 - E_2}{r_1 + r_2 + R_1} \Rightarrow I' = 0{,}4\ \text{A}$	1p	
	$V_B + E_1 - I'r_1 = V_A$	1p	
	$\Rightarrow U_{AB} = V_B - V_A = I'r_1 - E_1 \quad \Rightarrow U_{AB} = -11{,}2\ \text{V}$	1p	

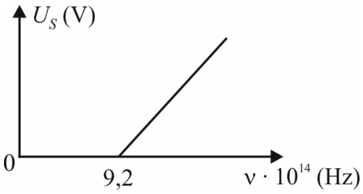
d.	În acord cu sensurile curenților indicate în schema alăturată, legile Kirchhoff devin: $I_1+I_2=I_{23}$ $E_1=I_1(R_1+r_1)+I_{23}\cdot R_{23}$ $E_2=I_2(R_2+r_2)+I_{23}\cdot R_{23}$ 	1p	**4p**
	cu $R_{23}=\dfrac{R_2R_3}{R_2+R_3}=12\Omega$ $\Rightarrow I_{23}=\dfrac{8}{3}$ A	1p	
	Din $I_2'R_2=I_3'R_3$ $I_2'+I_3'=I_{23}$	1p	
	$\Rightarrow I_2'=1{,}6$ A	1p	
TOTAL pentru Subiectul al II-lea			**15p**

Subiectul al III-lea		**Parţial**	**Punctaj**
a.	Intensitatea curentului prin generator este: $I=\dfrac{E}{r+R_e}$ unde: $R_e=R+\dfrac{R}{2}+\dfrac{R}{3}$ $\quad R_e=220\,\Omega$ $\quad \Rightarrow r=\dfrac{E}{I}-R_e$	1p	**4p**
	Din: $P_{BC}=\dfrac{R}{2}\cdot i^2$	1p	
	$\Rightarrow I=\sqrt{\dfrac{2P_{BC}}{R}}\Rightarrow I=0{,}1$ A	1p	
	$\Rightarrow r=20\ \Omega$	1p	
b.	$P_{CD}=R_{CD}\cdot I^2$	1p	**3p**
	$P_{CD}=\dfrac{R}{3}\cdot I^2$	1p	
	$P_{CD}=0{,}4$ W	1p	
c.	$W_{AC}=R_{AC}\cdot I^2\cdot t$	2p	**4p**
	$W_{AC}=\dfrac{3R}{2}\cdot I^2\cdot t$	1p	
	$\Rightarrow W_{AC}=108$ J	1p	
d.	$\eta=\dfrac{R_e}{R_e+r}$	1p	**4p**
	$\eta=\dfrac{220}{240}\cong 92\%$	1p	
	$P_{\max}=\dfrac{E_2}{4r}$ şi $R_e=r$	2p	
TOTAL pentru Subiectul al III-lea			**15p**

D.OPTICĂ

Subiectul I		Punctaj
1.	**b.** 1 d = 1 m^{-1}	**3**
2.	**a.** $h\nu - L = h\nu_0$ se măsoară în J ca şi $E_c = \frac{mv^2_{max}}{2}$	**3**
3.	**b.** Scafandrul vede pescăruşul mai departe decât este în realitate. $h_{aparent} = n \cdot h, n > 1 \Rightarrow h_{aparent} > h$	**3**
4.	**d.** $\beta = \frac{x_2}{x_1} = \frac{y_2}{y_1} \rightarrow x_2 = x_1 \frac{y_2}{y_1}$ Din grafic $\Rightarrow \lvert x_1 \rvert = 40$ cm; $\lvert y_2 \rvert = 10$ cm $\Rightarrow x_2 = 40$ cm $\Rightarrow f = \frac{x_1 x_2}{x_1 - x_2} \Rightarrow f = 20$ cm	**3**
5.	**b.** $i = \frac{\lambda D}{2e}; i = \frac{550 \cdot 10^{-9} \cdot 1}{2 \cdot 10^{-3}} = 275 \cdot 10^{-6}$ m ; $i = 275$ µm.	**3**
TOTAL pentru Subiectul I		**15p**

Subiectul al II-lea		Parţial	Punctaj
a.	Din grafic $\Rightarrow x_1 = -75$ cm	1p	**3p**
	corespunde cu $\frac{1}{\beta} = -2$	1p	
	$\Rightarrow \beta = -0,5$	1p	
b.	$\beta = \frac{x_2}{x_1} = -0,5$	1p	**4p**
	$\Rightarrow x_2 = 37,5$ cm	1p	
	$f = \frac{x_1 x_2}{x_1 - x_2}$	1p	
	$\Rightarrow f = 25$ cm	1p	
c.	$C_3 = C_1 + C_2$ $C_s = 2C_1$	1p	**4p**
	$C_1 = \frac{1}{f}$	1p	
	$\Rightarrow C_s = \frac{2}{f}$	1p	
	$\Rightarrow C_s = \frac{2}{0,25} = 8\ m^{-1}$	1p	
d.	$\beta_{sistem} = \frac{x'_2}{x_1}$ $\quad x'_2 = \frac{f_s \cdot x_1}{f_s + x_1}$	1p	**4p**
	$f_s = \frac{1}{C_s} \Rightarrow f_s = 12,5$ cm	1p	
	$\Rightarrow x'_2 = 15$ cm	1p	
	$\Rightarrow \beta_{sistem} = \frac{15}{-75} = -\frac{1}{5}$	1p	
TOTAL pentru Subiectul al II-lea			**15p**

Subiectul al III-lea		**Parţial**	**Punctaj**
a.		4p	**4p**
b.	$L_{extr} = h\nu_0$	2p	**3p**
	$L_{extr} = 6{,}6\cdot10^{-34}\cdot9{,}2\cdot10^{-14} = 6\cdot10^{-15}$ J	1p	
c.	$\lambda_0 = \dfrac{C}{\nu_0}$	2p	**3p**
	$\lambda_0 = \dfrac{3\cdot10^8}{9{,}2\cdot10^{14}} = 0{,}326\cdot10^{-6} = 326$ nm	1p	
d.	$h\nu = h\nu_0 + m_e\dfrac{v_{\max}^2}{2}$	2p	**5p**
	$v_{\max} = \sqrt{\dfrac{2h(\nu-\nu_0)}{m_e}}$	1p	
	$v_{\max} = \sqrt{\dfrac{2\cdot6{,}6\cdot10^{-34}\cdot4{,}8\cdot10^{14}}{9{,}1\cdot10^{-31}}}$	1p	
	$v_{\max} = 8{,}36\cdot10^5\ \dfrac{\text{m}}{\text{s}}$	1p	
TOTAL pentru Subiectul al III-lea			**15p**

TESTUL 10

A. MECANICĂ

Subiectul I		Punctaj
1.	a	3
2.	a	3
3.	d	3
4.	c	3
5.	b	3
TOTAL pentru Subiectul I		15p

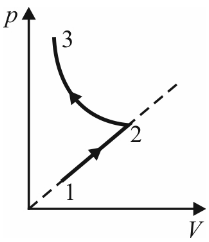
Subiectul al II-lea		Parţial	Punctaj
a.	Corpul de masă m_1 de deplasează cu accelerația $a_1 = -\mu_1 g = -0,5\,\mathrm{m/s^2}$ Aplicând legea vitezei pentru corpul de masă m_1 se obține viteza acestuia $v_1 = a_1 t_1$	1p	4p
	Din conservarea impulsului pentru momentul destinderii resortului se determină viteza corpului de masă m_2: $m_1 v_1 = m_2 v_2$ $v_2 = \dfrac{m_1 v_1}{m_2}$	1p	
	rezultat final: $v_1 = 2\ \mathrm{m/s}$ $v_2 = 1,5\ \mathrm{m/s}$	2p	
b.	Aplicând legea lui Galilei se determină distanța parcursă de corpul de masă m_1: $d_1 = \dfrac{v_1^2}{2a_1} = \dfrac{\mu_1 g t_1^2}{2}$	2p	3p
	rezultat final: $d_1 = 4\ \mathrm{m}$	1p	
c.	Aplicând legea vitezei şi legea lui Galilei pentru corpul de masă m_2 se obține accelerația acestuia $a_2 = \dfrac{v_2^2}{2d_2} = 0,375\,\mathrm{m/s^2}$	1p	3p
	Corpul de masă m_2 de deplasează cu accelerația $a_2 = -\mu_2 g \Rightarrow \mu_2 = \dfrac{a_2}{g}$	1p	
	rezultat final: $\mu_2 = 0,0375$	1p	
d.	Distanța dintre corpuri reprezintă suma distanțelor parcurse de cele două corpuri în timp de 2 s, determinate aplicând legea spațiului: $D = D_1 + D_2$	1p	5p
	$D_1 = v_1 t - \dfrac{a_1 t^2}{2}$	1p	
	$D_2 = v_2 t - \dfrac{a_2 t^2}{2}$	1p	
	$D = v_1 t - \dfrac{a_1 t^2}{2} + v_2 t - \dfrac{a_2 t^2}{2} = (v_1 + v_2)t - (a_1 + a_2)\dfrac{t^2}{2}$	1p	
	rezultat final: $D = 5,25\ \mathrm{m}$	1p	
TOTAL pentru Subiectul al II-lea			15p

Subiectul al III-lea		Parţial	Punctaj
a.	conservarea energiei: $E_{tA} = E_{tD}$ $\quad E_{tD} = E_{cD} + E_{pD}$	1p	4p
	$E_{tA} = mgh = mgl(1-\cos\alpha)$ $\quad E_{pD} = mgh_1 = mgl(1-\cos\beta)$ $\quad E_{cD} = E_{tA} - E_{pD}$	1p	
	$E_{cD} = mgl(1-\cos\alpha) - mgl(1-\cos\beta)$ $\quad E_{cD} = mgl(\cos\beta - \cos\alpha)$	1p	
	rezultat final: $E_{cD} = 2{,}19$ J	1p	
b.	Aplicând conservarea energiei, pentru poziția inițială și poziția de echilibru, se obține: $E_{tA} = E_B$	1p	3p
	$mgl(1-\cos\alpha) = \dfrac{mv_0^2}{2} \Rightarrow v_0 = \sqrt{2gl(1-\cos\alpha)}$	1p	
	rezultat final: $v_0 = 3{,}87$ m/ s	1p	
c.	Când firul face cu verticala unghiul $\gamma = 30°$ viteza este dată de relația $v = \sqrt{2gl\cos\alpha}$ $\quad v = \sqrt{\dfrac{2E_{cD}}{m}} = 3{,}3$ m/s	1p	4p
	iar componenta orizontală a vitezei este $v_x = v\cos\gamma = 1{,}65$ m/s	1p	
	Corpul de masă m are deci viteza v_x, corpul de masă M fiind în repaus, și aplicând legea de conservare a impulsului, viteza corpului nou format va fi dată de: $v' = \dfrac{m}{m+M}v_x = 0{,}66$ m/s Accelerația corpurilor fiind $a = -\mu g$ spațiul parcurs până la oprire de cele două corpuri se determină din ecuația vitezei $d = \dfrac{v'^2}{2\mu g}$	1p	
	rezultat final: $d = 1{,}08$ m	1p	
d.	Căldura degajată în procesul ciocnirii plastice este determinată de variația de energie cinetică $Q = \dfrac{mv_x^2}{2} - \dfrac{m^2v_x^2}{2(m+M)} = \dfrac{mMv_x^2}{2(m+M)}$	2p	4p
	rezultat final: $Q = 0{,}326$ J	2p	
TOTAL pentru Subiectul al III-lea			**15p**

B. TERMODINAMICĂ

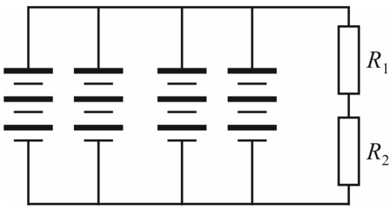
Subiectul I		**Punctaj**
1.	**b**	**3**
2.	**a**	**3**
3.	**a**	**3**
4.	**c**	**3**
5.	**c**	**3**
TOTAL pentru Subiectul I		**15p**

Subiectul al II-lea		**Parţial**	**Punctaj**
a.	Din ecuația de stare şi formula de definiție a densității se obține: $\left.\begin{array}{l} pV = \nu RT \\ \nu = \dfrac{m}{\mu} \end{array}\right\} \Rightarrow pV = \dfrac{m}{\mu}RT$	1p	**4p**
	$\rho = \dfrac{m}{V} = \dfrac{p\mu}{RT}$	1p	
	rezultat final: $\rho_0 = 1{,}41\ \mathrm{kg/m^3}$	1p	
	$\rho = 12{,}8\ \mathrm{kg/m^3}$	1p	
b.	Din ecuația de stare se obține: $\left.\begin{array}{l} p_1V_1 = \nu RT_1 \\ \nu_1 = \dfrac{m}{\mu} \end{array}\right\} \Rightarrow p_1V_1 = \dfrac{m}{\mu}RT_1$	1p	**3p**
	$m = \dfrac{p_1V_1\mu}{RT_1}$	1p	
	rezultat final: $m = 0{,}25\ \mathrm{kg}$	1p	
c.	Se determină numărul de moli rămaşi în recipient la presiunea $p_2 = 10^5\ \mathrm{N/m^2}$ din ecuația de stare: $p_2V_1 = \nu_2RT_1$ $\nu_2 = \dfrac{p_2V}{RT_1}$	1p	**3p**
	Numărul de moli ce trebuie scoşi se calculează ca diferență dintre numărul de moli aflați inițial în recipient şi numărul de moli rămaşi: $\Delta\nu = \nu_1 - \nu_2 = \dfrac{(p_1 - p_2)V_1}{RT_1} = 7{,}22$ moli	1p	
	rezultat final: $\Delta\nu = \nu_1 - \nu_2 = \dfrac{(p_1 - p_2)V_1}{RT_1} = 7{,}22$ moli	1p	
d.	Din conservarea numărului de moli şi aplicând ecuația de stare se obține: $\nu = \nu_1 + \nu_2$	1p	**5p**
	$\left.\begin{array}{l} \nu_1 = \dfrac{p_1V_1}{RT_1} \\ \nu_2 = \dfrac{p_2V_2}{RT_1} \end{array}\right\} \Rightarrow \nu = \dfrac{(p_1V_1 + p_2V_2)}{RT_1}$	1p	
	$p(V_1 + V_2) = \nu RT_1 = p_1V_1 + p_2V_2$	1p	
	$p_{final} = \dfrac{p_1V_1 + p_2V_2}{V_1 + V_2}$	1p	
	rezultat final: $p_{final} = 1{,}6 \cdot 10^6\ \mathrm{N/m^2}$	1p	
TOTAL pentru Subiectul al II-lea			**15p**

Subiectul al III-lea		Parţial	Punctaj
a.	Reprezentare corectă 	3p	**3p**
b.	Pentru trecerea din starea (1) în starea (2) lucrul mecanic reprezintă aria porțiunii situate sub grafic. Presiunea în cele două stări este $p_1 = kV_1$ respectiv $p_2 = kV_2$. Astfel, lucrul mecanic se poate scrie ca fiind: $L = \frac{(p_2 + p_1)(V_2 - V_1)}{2} = \frac{k(V_2 - V_1)(V_2 + V_1)}{2} = \frac{k}{2}(V_2^2 - V_1^2)$	1p	**3p**
	$k = \frac{2L}{V_2^2 - V_1^2}$	1p	
	rezultat final: $k = 10^8\ \mathrm{N/m^5}$	1p	
c.	Stările inițială şi finală sunt caracterizate de temperaturile T_1 respectiv T_2. Trecerea din starea (2) în starea (3) se realizează printr-un proces izoterm, deci T_2=T_3 şi variația de energie internă este nulă. Din ecuația de stare se determină temperaturile pentru starea (1) respectiv starea (2), apoi se înlocuiesc în formula energiei interne: $p_1V_1 = \nu RT_1 \Rightarrow T_1 = \frac{p_1V_1}{\nu R} = \frac{kV_1^2}{\nu R}$	1p	**5p**
	$p_2V_2 = \nu RT_2 \Rightarrow T_2 = \frac{p_2V_2}{\nu R} = \frac{kV_2^2}{\nu R}$	1p	
	$\Delta T = T_2 - T_1 = \frac{k}{\nu R}(V_2^2 - V_1^2)$	1p	
	$\Delta U = \nu C_V \Delta T = \frac{3}{2}k(V_2^2 - V_1^2)$	1p	
	rezultat final: $\Delta U = 300\ \mathrm{J}$	1p	
d.	Aplicând principiul întâi al termodinamicii se calculează căldurile pe fiecare transformare: Pentru procesul 1→2: $L_{1-2} = 100\ \mathrm{J}$ $\Delta U_{1-2} = 300\ \mathrm{J}$ $Q_{1-2} = \Delta U_{1-2} + L_{1-2} = 400\ \mathrm{J}$	1p	**4p**
	Pentru procesul 2→3: $\Delta U_{2-3} = 0$ $L_{2-3} = \nu RT_2 \ln\frac{V_3}{V_2} = kV_2^2 \ln\frac{V_1}{V_2} = -245\ \mathrm{J}$ $L_{2-3} = Q_{2-3} = -245\ \mathrm{J}$	1p	
	Cantitatea de căldură schimbată cu mediul exterior şi lucrul mecanic efectuat de gaz pe întregul proces se determină ca sumă a căldurilor respectiv lucrului mecanic pe fiecare transformare: rezultat final: $L = L_{1-2} + L_{2-3} = -145\ \mathrm{J}$	1p	
	$Q = Q_{1-2} + Q_{2-3} = 155\ \mathrm{J}$	1p	
TOTAL pentru Subiectul al III-lea			**15p**

C. PRODUCEREA ȘI UTILIZAREA CURENTULUI CONTINUU

Subiectul I		Punctaj
1.	**b**	**3**
2.	**b**	**3**
3.	**b**	**3**
4.	**a**	**3**
5.	**b**	**3**
TOTAL pentru Subiectul I		**15p**

Subiectul al II-lea		Parțial	Punctaj
a.	Reprezentare corectă 	3p	**3p**
b.	Tensiunea electromotoare a unei grupări de $n=3$ elemente în serie este $E_s = ne = 4{,}5\ \text{V}$, iar tensiunea electromotoare echivalentă a grupării de acumulatoare va fi egală cu $E = E_s$.	1p	**4p**
	Rezistența internă a grupării serie de acumulatoare este $r_s = nr = 0{,}6\ \Omega$. Rezistența internă echivalentă a celor patru grupări legate în paralel este $\frac{1}{r_e} = \frac{4}{r_s} \Rightarrow r_e = \frac{r_s}{4} = \frac{3r}{4}$	1p	
	rezultat final: $E = 4{,}5\ \text{V}$	1p	
	$r_e = 0{,}15\ \Omega$	1p	
c.	Curentul pe ramura principală este *I*, iar fiecare ramură din gruparea de acumulatoare este parcursă de un curent *i*. Legile lui Kirchhoff pentru ochiul format de sursa echivalentă și cele două rezistoare respectiv pentru nodul *A* se scriu sub forma: $\begin{cases} E = i \cdot 3r + I(R_1 + R_2) \\ I = 4 \cdot i \end{cases}$ Din rezolvarea sistemului se obține intensitatea curentului principal $I = \dfrac{ne}{\frac{3}{4}r + R_1 + R_2} = 1{,}42\,\text{A}$	1p	**4p**
	și intensitatea curentului prin fiecare acumulator $i = \frac{I}{4} = 0{,}35\,\text{A}$.	1p	
	Intensitatea curentului de scurtcircuit se obține punând condiția ca rezistența echivalentă a celor două rezistoare să fie nulă. Astfel, $I_{sc} = \frac{4E}{3r}$	1p	
	rezultat final: $I_{sc} = 30\ \text{A}$	1p	
d.	$l = \frac{R_2 S}{\rho}$	3p	**4p**
	rezultat final: $l = 20\ \text{m}$	1p	
TOTAL pentru Subiectul al II-lea			**15p**

<table>
<tr><th colspan="2">Subiectul al III-lea</th><th>Parţial</th><th>Punctaj</th></tr>
<tr><td rowspan="3">a.</td><td>Aplicând legea lui Kirchhoff pentru ochiul de rețea se determină curentul:
$E_1 + E_2 = I(r_1 + r_2 + R_1)$
$I = \dfrac{E_1 + E_2}{r_1 + r_2 + R_1} = 1A$</td><td>1p</td><td rowspan="3">3p</td></tr>
<tr><td>Din legea lui Ohm se calculează căderea de tensiune în circuitul exterior U și tensiunea la bornele fiecărui generator U_{b1} respectiv U_{b2}:
$U = IR_1$
$U_{b1} = E - Ir_1$
$U_{b2} = E - Ir_2$</td><td>1p</td></tr>
<tr><td>rezultat final: $U = 8$ V
$U_{b1} = 5,5\text{V}$
$U_{b2} = 2,5\text{V}$</td><td>1p</td></tr>
<tr><td rowspan="4">b.</td><td>După introducerea rezistorului de rezistență R_2 se va modifica intensitatea curentului pe ramura principală. Astfel, dacă R_2 este în serie cu R_1, rezistența echivalentă este $R_s = R_1 + R_2 = 12\ \Omega$, iar curentul devine $I_s = \dfrac{E_1 + E_2}{r_1 + r_2 + R_s} = 0,35\text{A}$.</td><td>1p</td><td rowspan="4">4p</td></tr>
<tr><td>Similar, pentru legarea în paralel, se obțin $R_p = \dfrac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} = 2,66\ \Omega$ respectiv $I_p = \dfrac{E_1 + E_2}{r_1 + r_2 + R_p} = 2,14$ A</td><td>1p</td></tr>
<tr><td>Puterile consumate în circuitul exterior vor fi
$P_{ext\,s} = R_s I_s^2 = 6,12$ W respectiv $P_{ext\,p} = R_p I_p^2 = 12,24$ W</td><td>1p</td></tr>
<tr><td>rezultat final: $P_{ext\,s} = 6,12$ W $P_{ext\,p} = 12,24\text{W}$</td><td>1p</td></tr>
<tr><td rowspan="4">c.</td><td>Puterea consumată de R_1 este $P_1 = R_1 I_s^2 = 4,08$ W</td><td>1p</td><td rowspan="4">4p</td></tr>
<tr><td>Puterea consumată de R_1 reprezintă o fracțiune din puterea totală consumată în circuitul exterior $P_1 = fP_{ext\,s}$</td><td>1p</td></tr>
<tr><td>$f = \dfrac{P_1}{P_{ext\,s}}$</td><td>1p</td></tr>
<tr><td>rezultat final: $f = 0,66$.</td><td>1p</td></tr>
<tr><td rowspan="4">d.</td><td>Energia disipată în circuitul exterior în condițiile legării celor doi rezistori în paralel, într-un interval de timp oarecare, este
$W_{ext} = R_p I_p^2 t$,</td><td>1p</td><td rowspan="4">4p</td></tr>
<tr><td>iar energia totală dezvoltată de cele două surse, în același interval de timp, este $W_{total} = (E_1 + E_2) I_p t$.</td><td>1p</td></tr>
<tr><td>$\dfrac{W_{ext}}{W_{total}} = \dfrac{R_p I}{E_1 + E_2} = \dfrac{R_p}{r_1 + r_2 + R_p} = 0,57$</td><td>1p</td></tr>
<tr><td>rezultat final: $\dfrac{W_{ext}}{W_{total}} = 0,57$</td><td>1p</td></tr>
<tr><td colspan="3">TOTAL pentru Subiectul al III-lea</td><td>15p</td></tr>
</table>

D.OPTICĂ

Subiectul I		Punctaj
1.	a	3
2.	c	3
3.	b	3
4.	d	3
5.	c	3
TOTAL pentru Subiectul I		15p

Subiectul al II-lea		Parţial	Punctaj
a.	Convergența sistemului se determină ca suma convergențelor celor două lentile. Lentila L_1 este convergentă; imaginea se formează la distanța x_2 determinată din mărirea liniară transversală $\beta = \frac{y_2}{y_1} = \frac{x_2}{x_1} = \frac{1}{2}$.	1p	3p
	Pentru determinarea convergenței se scrie legea lentilelor, $C_1 = \frac{1}{f_1} = \frac{1}{x_2} - \frac{1}{x_1} = 12{,}5\ \delta$	1p	
	rezultat final: $C = C_1 + C_2 = 15\ \delta$	1p	
b.	Lentila L_1 formează o imagine reală situată la $x_2 = \frac{f_1 x_1}{f_1 + x_1} = 10\ \text{cm}$ față de lentilă.	1p	4p
	Cum distanța dintre lentile este de 20 cm, față de lentila L_2, imaginea este situată la distanța $x_1' = D - x_2 = 10\ \text{cm}$	1p	
	Distanța focală a lentilei L_2 este $f_2 = \frac{1}{C_2} = 40\ \text{cm}$.Așadar, lentila L_2 se comportă ca o lupă, formând o imagine finală virtuală, situată la distanța $x'_2 = \frac{f_2 x'_1}{f_2 + x'_1}$ față de lentila L_2.	1p	
	rezultat final: $x'_2 = -13{,}3\ \text{cm}$	1p	
c.	Măririle liniare transversale ale lentilelor sunt $\beta_1 = \frac{x_2}{x_1} = 0{,}25$ respectiv $\beta_2 = \frac{x'_2}{x'_1} = 1{,}33$.	1p	4p
	Mărirea liniară transversală a sistemului este $\beta = \beta_1\beta_2 = 0{,}33$.	1p	
	Înăl□imea imaginii finale va fi $y_2 = \beta y_1$.	1p	
	rezultat final: $y_2 = 0{,}66\ \text{cm}$	1p	
d.	Dacă lentilele sunt alipite lentila echivalentă are distanța focală $F = \frac{1}{C} = 6\,\text{cm}$.	1p	4p
	Utilizând formula lentilelor $\frac{1}{F} = \frac{1}{x''_2} - \frac{1}{x_1}$	1p	
	se obține poziția imaginii finale date de sistem $x''_2 = \frac{F x_1}{F + x_1}$.	1p	
	rezultat final: $x''_2 = 7{,}05\ \text{m}$	1p	
TOTAL pentru Subiectul al II-lea			15p

Subiectul al III-lea		Parţial	Punctaj
a.	Cum maximul de ordinul $k = 2$ se află, faţă de maximul central, la o distanţă $x = ki_1$, se obţine interfranja $i_1 = \frac{x}{k} = 0{,}108\ \text{mm}$. Din formula interfranjei $i_1 = \frac{\lambda_1 D}{d}$ se obţine $\lambda_1 = \frac{i_1 d}{D} = \frac{x}{k}\frac{d}{D}$.	1p	3p
	Din $i_2 = \frac{\lambda_2 D}{d} \Rightarrow \lambda_2 = i_2 \frac{d}{D}$	1p	
	rezultat final: $\lambda_1 = 540\ \text{nm}$ $\lambda_2 = 630\ \text{nm}$	1p	
b.	Maximele de ordinul 3, situate de aceeaşi parte a axei de simetrie a dispozitivului, pentru cele două radiaţii utilizate, se formează la distanţele $x_3 = 3i_1 = 3\lambda_1 \frac{D}{d}$	1p	4p
	respectiv $x_3' = 3i_2 = 3\lambda_2 \frac{D}{d}$.	1p	
	Distanţa dintre cele două maxime de ordinul 3 va fi $\Delta x = x_3' - x_3 = 3\frac{D}{d}(\lambda_2 - \lambda_1)$.	1p	
	rezultat final: $\Delta x = 0{,}54\ \text{mm}$	1p	
c.	Condiţia ca maximele să se suprapună este ca $x_m = k_1 i_1 = k_2 i_2$, unde k_1 şi k_2 să fie cele mai mici numere întregi care să satisfacă egalitatea.	1p	4p
	Înlocuind interfranjele se obţine egalitatea $k_1\lambda_1 = k_2\lambda_2 \Rightarrow k_1 = \frac{k_2\lambda_2}{\lambda_1}$.	1p	
	Condiţia este îndeplinită pentru $k_1 = 7$ şi $k_2 = 6$. Deci distanţa minimă la care se suprapun maximele celor două radiaţii este $x_m = k_1 i_1$.	1p	
	rezultat final: $x_m = 0{,}756\ \text{mm}$	1p	
d.	Dacă dispozitivul se cufundă în apă lungimile de undă vor fi $\lambda_1' = \frac{\lambda_1}{n}$ respectiv $\lambda_2' = \frac{\lambda_2}{n}$. A treia franjă întunecoasă dată de radiaţia cu lungimea de undă λ_2 este poziţionată, faţă de axa de simetrie a dispozitivului, la distanţa $x'_{3\min} = \frac{2k+1}{2}\frac{\lambda_2}{n}\frac{D}{d}$	1p	4p
	Pentru $k = 3$ se obţine $x'_{3\min} = 3{,}307\ \text{mm}$. Maximul de ordinul 2 dat de radiaţia cu lungimea de undă λ_1 se formează la distanţa $x'_{2\max} = k\frac{\lambda_1}{n}\frac{D}{d} = 1{,}62\ \text{mm}$.	1p	
	Distanţa dintre a treia franjă întunecoasă dată de radiaţia cu lungimea de undă λ_2 şi maximul de ordinul 2 dat de radiaţia cu lungimea de undă λ_1, dacă dispozitivul se cufundă în apă, este $\Delta x' = x'_{3\min} - x'_{2\max}$	1p	
	rezultat final: $\Delta x' = 1{,}687\ \text{mm}$	1p	
TOTAL pentru Subiectul al III-lea			**15p**

TESTUL 11

A. MECANICĂ

Subiectul I		Punctaj
1.	**c** $\dfrac{p^2}{2\cdot m}=\dfrac{m^2\cdot v^2}{2\cdot m}=\dfrac{m\cdot v^2}{2}=E_c$ $\quad \langle E_c\rangle_{SI}=1\text{ J}=1\text{ N}\cdot\text{m}$	**3**
2.	**c** $x=x_0+v_0\cdot t+\dfrac{g\cdot t^2}{2}$ $\quad x_5=\dfrac{g\cdot t_5^{\,2}}{2}$ $\quad x_4=\dfrac{g\cdot t_4^{\,2}}{2}$ $\quad x=x_5-x_4=45\text{ m}$	**3**
3.	**b** $v=ct$ $\quad a=0$ $\quad G_t-F_f=0$ $\quad \mu=\dfrac{\sin\alpha}{\cos\alpha}$	**3**
4.	**b** $k_1=\dfrac{F}{\Delta l}=100\dfrac{\text{N}}{\text{m}}$ $\quad k_2=200\dfrac{\text{N}}{\text{m}}$ $\quad \dfrac{k_1}{k_2}=\dfrac{1}{2}$	**3**
5.	**b** $\Delta p=F\Delta t$ $\quad F=G$ $\quad \Delta p=m\cdot g\cdot\Delta t=100\text{ kg}\cdot\dfrac{\text{m}}{\text{s}}$	**3**
TOTAL pentru Subiectul I		**15p**

Subiectul al II-lea		Parţial	Punctaj
a.	$m_1: T-G_t-F_f=m_1\cdot a$ $m_2: G_2-T=m_2\cdot a$	2p	**4p**
	Pentru expresia accelerației $a=\dfrac{G_2-G_t-F_f}{m_1+m_2}=\dfrac{m_2\cdot g-m_1\cdot g\cdot(m\cdot\sin\alpha+\mu\cdot\cos\alpha)}{m_1+m_2}$	1p	
	Rezultă: $a=3{,}75\dfrac{\text{m}}{\text{s}^2}$	1p	
b.	Tensiunea în fir $T=G_2-m_2\cdot a=31{,}25\text{ N}$	1p	**4p**
	Forta din scripete $F=\sqrt{T^2+T^2+2\cdot T^2\cdot\cos(\frac{\pi}{2}-\alpha)}$ $F=\sqrt{3\cdot T^2}=T\sqrt{3}$	2p	
	Rezultă: $F\approx 54\text{ N}$	1p	
c.	Pentru viteza constantă: $T_1=G_{t_1}+F_{f_1}$ $\quad T_1=G_2$	1p	**4p**
	Rezultă: $m_2\cdot g=M\cdot g\cdot(\sin\alpha+\mu\cdot\cos\alpha)$ $\quad M=\dfrac{m_2}{\sin\alpha+\mu\cdot\cos\alpha}=2{,}5\text{ kg}$	2p	
	Obținem: $M=2{,}5\text{ kg}$	1p	
d.	Pentru $a=g\cdot(\sin\alpha-\mu\cdot\cos\alpha)$ $V=a\,\Delta t$	2p	**3p**
	Obținem: $v=5\dfrac{\text{m}}{\text{s}}$	1p	
TOTAL pentru Subiectul al II-lea			**15p**

Subiectul al III-lea		**Parţial**	**Punctaj**
a.	Din conservarea impulsului se obtine viteza dupa impact a sistemului de corpuri: $p_i = p_f \quad u = \dfrac{m_1 \cdot v_1 + m_2 \cdot v_{0_2}}{m_1 + m_2}$	2p	**3p**
	Rezultă: $u = 60\dfrac{\text{m}}{\text{s}}$	1p	
b.	Impulsul sistemului în B va fi: $p_B = (m_1 + m_2) \cdot v_B$	1p	**4p**
	Din teorema de variație a energiei cinetice obținem: $E_{c_B} - E_{c_A} = L_{F_f} \quad v_B = \sqrt{u^2 - 2 \cdot \mu \cdot g \cdot d} = 40\sqrt{2} = 56\dfrac{\text{m}}{\text{s}}$	2p	
	Obținem: $p_B = 56\text{kg}\dfrac{\text{m}}{\text{s}}$	1p	
c.	Din condițiile problemei, energia totală a sistemului este: $E_{t_B} = E_{c_R} + E_{P_B}$	1p	**4p**
	Obtinem: $E_{t_B} = \dfrac{(m_1 + m_2) \cdot v_B^2}{2} + (m_1 + m_2) \cdot g \cdot h$	2p	
	Rezultă: $E_{t_B} = 1700\text{ J}$	1p	
d.	Din teorema de variatie a energiei cinetice pe portiunea BC se obtine: $E_{c_C} - \dfrac{m \cdot v_B^2}{2} = L_G + L_{F_f}$	1p	**4p**
	Deci: $E_{c_C} = \dfrac{m_t \cdot v_B^2}{2} + m_t \cdot g \cdot \sin\alpha \cdot d - m_t \cdot \mu_2 \cdot g \cdot \cos\alpha \cdot d$ $E_{c_C} = E_{t_B} - m_t \cdot \mu \cdot g \cdot h \cdot \dfrac{\cos\alpha}{\sin\alpha}$	2p	
	Rezultă: $E_{c_C} = 1650\text{ J}$	1p	
TOTAL pentru Subiectul al III-lea			**15p**

B. TERMODINAMICĂ

Subiectul I		Punctaj
1.	**b** $Q=\nu\cdot C\cdot\Delta T=\frac{1}{2}\cdot\nu\cdot R\cdot T$	3
2.	**b** $\frac{V}{V_\mu}=\frac{N}{N_A}\Rightarrow N=\frac{V\cdot N_A}{V_\mu}=12{,}04\cdot10^{20}\,molecule$	3
3.	**c** $\Delta U=Q-L \quad Q=\nu\cdot C_p\cdot\Delta T \quad L=\nu\cdot R\cdot\Delta T \quad \Delta U=3L$	3
4.	**b** $\frac{m_1+m_2}{\mu}=\frac{m_1}{\mu_1}+\frac{m_2}{\mu_2} \quad \mu=\frac{5}{\frac{1}{\mu_1}+\frac{4}{\mu_2}}=7{,}77\cdot10^{-3}\,\frac{\text{kg}}{\text{mol}}$	3
5.	**b** $p\cdot V=\frac{m}{\mu}\cdot R\cdot T \quad p=\frac{m}{\mu}\cdot R\cdot T\cdot\frac{1}{V}\Rightarrow m_3>m_2>m_1$	3
TOTAL pentru Subiectul I		**15p**

Subiectul al II-lea		Parţial	Punctaj
a.	Din ecuația termică de stare: $p_1\cdot V_1=\frac{N}{N_A}\cdot R\cdot T_1$ $V_1=\frac{m\cdot R\cdot T_1}{p_1\cdot\mu}=0{,}25\cdot10^{-3}\,\text{m}^3$ $V_1=\frac{m\cdot R\cdot T_1}{p_1\cdot\mu}=0{,}25\cdot10^{-3}\,\text{m}^3$	1p	4p
	Se obține: $n_1=\frac{N}{V}=\frac{P_1\cdot N_A}{R\cdot T_1}$	2p	
	Rezultă: $n_1=12\cdot10^{25}\,\frac{\text{molec}}{\text{m}^3}$	1p	
b.	Numărul de moli poate fi exprimat din relația: $\nu_2=\frac{p_2\cdot V_2}{R\cdot T_2}$	2p	3p
	Rezultă: $\nu_2=4{,}37$ moli	1p	
c.	Pentru starea inițială, din ecuația termică de stare: $p_1=\frac{m_1}{V_1}\cdot\frac{R\cdot T_1}{\mu}$	1p	4p
	Putem scrie densitatea pentru fiecare stare: $\rho_1=\frac{p_1\cdot\mu}{R\cdot T_1} \quad \rho_2=\frac{p_2\cdot\mu}{R\cdot T_2}$	1p	
	Se obține: $\frac{\rho_1}{\rho_2}=\frac{p_1\cdot T_2}{p_2\cdot T_1}$	1p	
	Rezultă: $\frac{\rho_1}{\rho_2}=\frac{11}{3}$	1p	

d.	Pentru fiecare balon se poate scrie: S.I: $p_1 \cdot V_1 = \nu_1 \cdot R \cdot T_1$ S.F: $p \cdot V_1 = \nu_1' \cdot R \cdot T_1$; $p_2 \cdot V_2 = \nu_2 \cdot R \cdot T_2$ $p \cdot V_2 = \nu_2' \cdot R \cdot T_2$	1p	4p
	Din conservarea numărului de moli: $\nu_1 + \nu_2 = \nu_1' + \nu_2'$	1p	
	În final, obținem: $p = \dfrac{\frac{p_1 \cdot V_1}{T_1} + \frac{p_2 \cdot V_2}{T_2}}{\frac{V_1}{T_1} + \frac{V_2}{T_2}}$	1p	
	Rezultă: $p \approx 3{,}5 \cdot 10^5\,\text{Pa}$	1p	
TOTAL pentru Subiectul al II-lea			**15p**

Subiectul al III-lea		**Parțial**	**Punctaj**
a.	Pentru fiecare stare se obține: $L_{12} = p_1 \cdot (v_2 - v_1) = 2 \cdot \nu \cdot R \cdot T_1$ $L_{23} = \nu \cdot R \cdot T_2 \cdot \ln\frac{v_2}{v_1} = \nu \cdot R \cdot T_2 \cdot \ln 2$; $L_{34} = p_3 \cdot (v_4 - v_3) = -\frac{1}{2} \cdot \nu \cdot R \cdot T_3$ $L_{41} = \nu \cdot R \cdot T_1 \cdot \ln\frac{v_1}{v_4} = \nu \cdot R \cdot T_1 \cdot \ln\frac{1}{2}$	1p	4p
	Pentru întregul proces ciclic : $L_t = L_{12} + L_{23} + L_{34} + L_{41}$ $L_t = \nu \cdot R \cdot (2 \cdot T_1 + T_2 \cdot \ln 2 - \frac{1}{2} \cdot T_3 + T_1 \cdot \ln\frac{1}{2}) = 3905{,}7\ \text{J}$	2p	
	Obținem: $L_t = 3905{,}7\ \text{J}$	1p	
b.	Variația energiei interne pe 3→4 este $\Delta U_{34} = \nu \cdot C_v (T_4 - T_3) = \frac{3}{2} \cdot \nu \cdot R \cdot (T_1 - T_2)$	2p	3p
	$\Delta U_{34} = -1246{,}5\ \text{J}$	1p	
c.	Căldura cedată de gaz într-un ciclu de funcționare este: $Q_c = Q_{34} + Q_{41}$	1p	4p
	Obținem: $Q_c = \nu \cdot C_p \cdot (T_4 - T_3) + \nu \cdot R \cdot T_1 \cdot \ln\frac{V_1}{V_4}$ $Q_c = \frac{5}{2} \cdot \nu \cdot R \cdot (T_1 - T_2) + \nu \cdot R \cdot T_1 \cdot \ln\frac{1}{2}$	2p	
	Rezultă: $Q_c = 3822{,}6\ \text{J}$	1p	
d.	Randamentul unui motor se calculează: $\eta = \frac{L_t}{Q_p}$	1p	4p
	Putem scrie: $L_t = Q_p - \|Q_c\|$ $Q_p = L_t + \|Q_c\|$ $Q_p = L_t + \|Q_c\|$ $Q_p = L_t + \|Q_c\|$	2p	
	Obținem: $\eta = 50{,}5\%$	1p	
TOTAL pentru Subiectul al III-lea			**15p**

C. PRODUCEREA ȘI UTILIZAREA CURENTULUI CONTINUU

Subiectul I		Punctaj
1.	**c.** $W = R \cdot I^2 \cdot \Delta t = \frac{U^2}{R} \cdot \Delta t$ $\quad R = \frac{V^2 \cdot s}{J}$	3
2.	**c.**	3
3.	**b.** Sarcina totală reprezintă aria figurii cuprinse între graficul intensității şi axa timpului $\quad Q = 75 \cdot 10^3 C$	3
4.	**c .** $I_{SC} = \frac{E_e}{r_e}$ $\quad r_e = \frac{6}{5}\ \Omega$ $\quad E_e = \frac{24}{5}\text{V}$ $\quad I_{SC} = \frac{E_e}{r_e} = 4\text{A}$ $\quad U = 0\ \text{V}$	3
5.	**b.** $P = \frac{U^2}{R} \Rightarrow R = \frac{U^2}{P}$ $\quad l = \frac{S \cdot U^2}{\rho \cdot P} = 10\ \text{m}$	3
TOTAL pentru Subiectul I		**15p**

Subiectul al II-lea		Parţial	Punctaj
a.	pentru K închis $\Rightarrow I = \frac{E_e}{R_e + r_e}$	1p	4p
	Parametrii sursei sunt: $E_e = \frac{\frac{E_1}{r_1} + \frac{E_2}{r_2}}{\frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2}} = 30\ \text{V}$ $\quad r_e = \frac{r}{2} = 1\Omega$	1p	
	Din schema circuitului, rezultă: $R_{s1} = 8\Omega$, $R_{s2} = 8\ \Omega$, $R_e = \frac{R_{s1} \cdot R_{s2}}{R_{s1} + R_{s2}} = 4\ \Omega$	1p	
	Obținem: $I = 6\ \text{A}$	1p	
b.	Pentru nodul A: $\quad I = I_1 + I_2$	1p	4p
	Pentru ochiul II: $\quad I_1 \cdot R_{s1} = I_2 \cdot R_{s2} \Rightarrow I_1 = I_2$	2p	
	Obținem: $\Rightarrow \frac{I_1}{I_2} = 1$	1p	
c.	Pentru K deschis $\Rightarrow U_3 = I' \cdot R_3$	1p	4p
	Noua intensitate va fi: $I' = \frac{E_e}{R_{34} + r_e} = \frac{10}{3}\text{A}$	2p	
	Rezultă: $U_3 = 10\ \text{V}$	1p	
d.	Tensiunea indicată de un voltmetru ideal, pentru K deschis, va fi $\quad U_V = I' \cdot R_e$	2p	3p
	Rezultă: $\quad U_V = 26{,}6\ \text{V}$	1p	
TOTAL pentru Subiectul al II-lea			**15p**

Subiectul al III-lea		**Parţial**	**Punctaj**
a.	Când cursorul se află în A $P = E \cdot I$	1p	**3p**
	Se obține din circuit $R_e = 8\ \Omega$ $I = 2$ A	1p	
	Rezultă: P = 40 W	1p	
b.	Energia disipată de rezistorul R_2 este: $W_2 = R_2 \cdot I_2^2 \cdot \Delta t$	1p	**4p**
	Intensitatea va fi: $I_2 \cdot R_2 + I \cdot r = E$ $I_2 = 0{,}4$ A	2p	
	Rezultă: $W_2 = 768$ J	1p	
c.	Randamentul va fi $\eta = \dfrac{R_e}{R_e + r}$	1p	**4p**
	Rezistența echivalentă va fi: $l_{AC} = \dfrac{1}{5} \cdot l_{AB}$ $R_{AC} = \dfrac{1}{5} \cdot R_{AB} \Rightarrow R_{BC} = 32\ \Omega$ $R_P = \dfrac{160}{21} \Rightarrow R_E = R_P + R_{AC}$	2p	
	Rezultă: $\eta = 88{,}6\%$	1p	
d.	Energia disipată în interiorul sursei: $W_{\text{int}} = r \cdot I^2 \cdot \Delta t$	1p	**4p**
	Pentru calculul intensității prin sursă: $R_e = \dfrac{R_1 \cdot \dfrac{R_2}{2}}{R_1 + \dfrac{R_2}{2}} + \dfrac{R_2}{2} = \dfrac{80}{3}$ $I = \dfrac{E}{R_e + r} = \dfrac{30}{43}$ A	2p	
	Rezultă: $W_{\text{int}} \approx 60$ J	1p	
TOTAL pentru Subiectul al III-lea			**15p**

D.OPTICĂ

Subiectul I		Punctaj
1.	a	3
2.	c	3
3.	b	3
4.	d	3
5.	a	3
TOTAL pentru Subiectul I		15p

Subiectul al II-lea		Parţial	Punctaj
a.	Din prima formulă fundamentală a lentilelor: $\frac{1}{x_2}-\frac{1}{x_1}=\frac{1}{f}\Rightarrow\frac{1}{x_2}-\frac{1}{-2x_2}=\frac{1}{f}$	2p	4p
	Rezultă: $c=\frac{1}{f}=\frac{-3}{-2x_2}$	1p	
	Obținem: $c=\frac{3}{15\cdot 10^{-2}}=20\delta$	1p	
b.	$\frac{1}{x_2}-\frac{1}{x_1}=\frac{1}{f}$	1p	4p
	obținem: $\frac{x_2}{x_1}=-\frac{1}{2}\Rightarrow x_1=-2x_2$	2p	
	Rezultă: $x_1=-15$ cm	1p	
c.	Pentru a doua lentilă, $f=f''$ $\frac{1}{x_2'}-\frac{1}{x_1'}=\frac{1}{f}$	1p	4p
	Obținem: $x_2+x_1'=d$ $\quad x_1'=d-x_2'=7,5$ cm	1p	
	Înlocuim în prima formulă şi obținem: $x_2'=\frac{x_1'f}{x_1'+f}$	1p	
	Rezultă: $x_2'=\frac{-7,5\cdot 5}{-7,5+5}=15$ cm	1p	
d.	Realizarea corectă a desenului	3p	3p
TOTAL pentru Subiectul al II-lea			15p

Subiectul al III-lea		Parţial	Punctaj
a.	Din formula interfranjei obținem: $i=\frac{\lambda D}{a}\Rightarrow D=\frac{a\cdot i}{\lambda}$	2p	3p
	Rezultă: $D=\frac{2\cdot 10^{-3}\cdot 1\cdot 10^{-3}}{400\cdot 10^{-9}}=5$ m	1p	
b.	Pentru noua poziție a ecranului avem: $D'=4$ m $\quad x=1,6$ mm	1p	4p
	Rezultă: $\delta=\frac{ax}{D'}$	2p	
	Obținem: $\delta=\frac{2\cdot 10^{-3}\cdot 1,6\cdot 10^{-3}}{4}=8\cdot 10^{-7}$m	1p	

c.	Pentru maximul de ordinul 4 avem: $x_{max} = k\dfrac{\lambda D'}{a}$, unde $k = 4$	2p	**4p**
	Obținem: $x_{max} = 4 \cdot \dfrac{400 \cdot 10^{-9} \cdot 4}{2 \cdot 10^{-3}}$	1p	
	Rezultă: $x_{max} = 3{,}2$ mm	1p	
d.	Dacă dispozitivul se introduce în apă avem: $i' = \dfrac{\lambda D}{na}$	1p	**4p**
	Din $i = \dfrac{\lambda D}{a}$ rezultă $i' = \dfrac{i}{n}$	2p	
	Rezultă: $i' = \dfrac{1 \cdot 10^{-3}}{\frac{4}{3}} = \dfrac{3}{4} \cdot 10^{-3} = 0{,}75 \cdot 10^{-3}\,\text{m}$	1p	
TOTAL pentru Subiectul al III-lea			**15p**

TESTUL 12

A. MECANICĂ

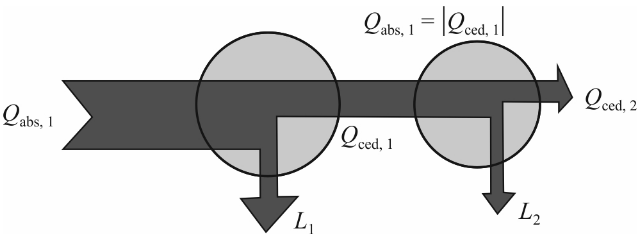
Subiectul I		**Punctaj**
1.	**d.**	**3**
2.	**b.**	**3**
3.	**b.**	**3**
4.	d.	**3**
5.	**b.**	**3**
TOTAL pentru Subiectul I		**15p**

Subiectul al II-lea		**Parţial**	**Punctaj**
a.	Pentru mişcarea sistemului ca un singur corp se scrie: $kt = (M + m + m_0)a_0$ $a_0 = \frac{kt}{M + m + m_0} = 0,5t$	2p	**4p**
	După desprindere, corpul de pe scândură este tractat doar de forța de frecare dintre corp și scândură: $\mu Mg = ma_2$ $a_2 = \mu 8 = 0,2\frac{\text{m}}{\text{s}^2}$	2p	
b.	Pentru sistemul de corpuri desprinse se poate scrie: $\begin{cases} \mu Mg = ma_2 \\ kt - \mu Mg = (m + m_0)a_1 \end{cases}$	2p	**3p**
	De aici rezultă pe de o parte: $a_1 = \frac{kt - \mu Mg}{m + m_0} = (t-2)\frac{\text{m}}{\text{s}^2}$	1p	
c.	Impunând ca la momentul desprinderii, accelerațiile să fie egale:	1p	**4p**
	$t = t^*;\ a_1 = a_2$ $\frac{kt^* - \mu Mg}{m + m_0} = \mu g$	2p	
	$t^* = \frac{\mu g}{k}(m_0 + m + M) = 4s$	1p	
d.	Pentru momentul $t = 2$ s forța de tracțiune are valoarea $F(2) = 20$ N	1p	**4p**
	Pentru fracțiunea de tijă precizată se poate scrie: $F(2) - T(2) = fm_0a(2)$	1p	
	$a(2) = 1\frac{\text{m}}{\text{s}^2}$	1p	
	$T(2) = F(2) - fm_0a(2) = 19,5$ N	1p	
TOTAL pentru Subiectul al II-lea			**15p**

Subiectul al III-lea		**Parţial**	**Punctaj**
a.	Energia cinetică a șnurului imediat după momentul pornirii este: $E_{c0} = \frac{mv^2}{2} = 5 \cdot 10^{-3}$ J	1p	**3p**
	Deoarece șnurul este tras cu viteză constantă, energia lui cinetică nu se schimbă!	1p	
	Deci: $\Delta E_c = 0$	1p	

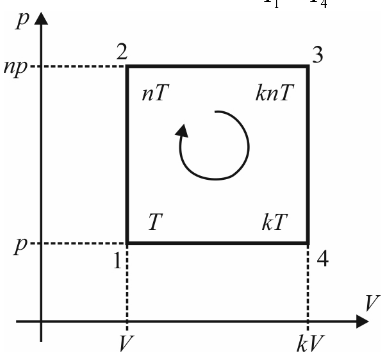
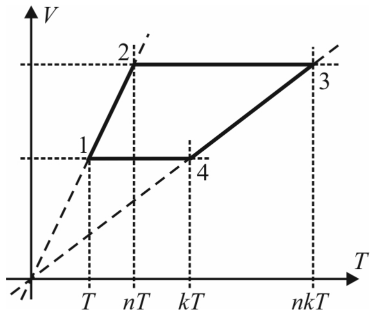
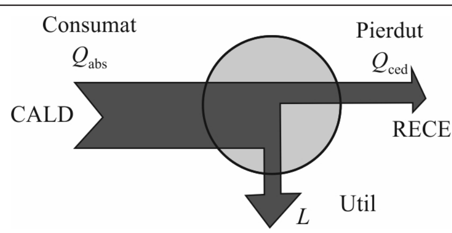
b.	Lucrul mecanic necesar urcării şnurului integral pe planul înclinat este: $L_1 = \mu_1 mg\frac{l}{2} + mg\frac{l}{2}\sin\alpha + \mu_2 mg\frac{l}{2}\cos\alpha$ Primul termen reprezintă lucrul cheltuit pentru aducerea centrului de masă al şnurului la baza planului înclinat, al doilea reprezintă lucrul mecanic necesar ridicării centrului de masă al şnurului la jumătatea înălțimii planului înclinat, iar al treilea termen este lucrul efectuat împotriva forței de frecare pentru transportarea centrului de masă de-a lungul planului înclinat pe jumătate din lungimea lui. Această abordare permite tratarea rapidă, clară și explicită a unui proces care altfel ar fi presupus o analiză grafică sau un calcul integral.	3p	**4p**
	Numeric: $L_1 = 15$ J	1p	
c.	În conformitate cu cele precizate la punctul **b** se scrie: $L_2 = mg\frac{l}{2}\sin\alpha + \mu_2 mg\frac{l}{2}\cos\alpha + \mu_3 mg\frac{l}{2}$	3p	**4p**
	Numeric: $L_2 = 12$ J	1p	
d.	Deoarece puterea momentană este egală cu produsul dintre forța momentană și viteza momentană (în cazul nostru, aceasta are aceeaşi valoare pe toată durata procesului), rezultă că puterea maximă dezvoltată corespunde momentului în care forța de tracțiune este maximă, ceea ce corespunde momentului în care întreg şnurul se află pe planul înclinat.	1p	**4p**
	$P_{max} = F_{max} \cdot v$ $F_{max} = mg\sin\alpha + \mu_2 mg\cos\alpha$	2p	
	Numeric: $P_{max} = 1{,}5$ W	1p	
TOTAL pentru Subiectul al III-lea			**15p**

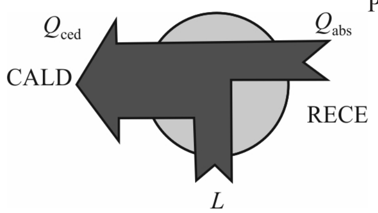
B. TERMODINAMICĂ

Subiectul I		**Punctaj**
1.	**d.**	**3**
2.	**a.**	**3**
3.	**c.**	**3**
4.	**a.**	**3**
5.	**b.** $\eta_1 = \frac{Q_{abs,1} - \lvert Q_{ced,1} \rvert}{Q_{abs,1}}$,respectiv: $\eta_2 = \frac{Q_{abs,2} - \lvert Q_{ced,2} \rvert}{Q_{abs,2}}$ Pe de altă parte: $\eta_1 = \frac{L_1}{Q_{abs,1}}; \eta_2 = \frac{L_2}{Q_{abs,2}}$, iar $Q_{abs,2} = \lvert Q_{ced,1} \rvert$. Din aceste relații rezultă: $\eta = \eta_1 + \eta_2 - \eta_1 \cdot \eta_2 = 0,92$ 	**3**
TOTAL pentru Subiectul I		**15p**

Subiectul al II-lea		**Parțial**	**Punctaj**
a.	Ecuația de stare: $p_0 V = \frac{m}{\mu} RT$	1p	**3p**
	$m = \frac{\mu p_0 V}{RT}$	1p	
	$m = 12,835 \cdot 10^{-3}\,\text{kg}$	1p	
b.	Numărul total de molecule în urma disocierii este: $N = 2\alpha N_0 + (1-\alpha) N_0 = N_0 (1+\alpha)$	1p	**4p**
	Pentru starea inițială: $p_0 V = \frac{N_0}{N_A} RT$	1p	
	Pentru starea finală: $pV = \frac{N_0 (1+\alpha) RT}{N_A}$	1p	
	Rezultă: $\frac{p}{p_0} = 1 + \alpha = 1,4$	1p	
c.	În recipient sunt două tipuri de molecule: $N_1 = 2\alpha N_0$ molecule monoatomice cu masa molară $\mu_1 = 16 \frac{\text{kg}}{\text{kmol}}$ și $N_2 = (1-\alpha) N_0$ cu masa molară $\mu_2 = 32 \frac{\text{kg}}{\text{kmol}}$	1p	**4p**
	$\nu_i = \frac{N_i}{N_A} = \frac{m_i}{\mu_i}, i = 0,1,2$	1p	
	$\frac{m}{\lvert\mu\rvert} = \frac{m_1}{\mu_1} + \frac{m_2}{\mu_2}$	1p	
	$\overline{\mu} = \frac{m}{\frac{m_1}{\mu_1} + \frac{m_2}{\mu_2}} = \frac{\frac{\mu N_0}{N_A}}{\frac{N_1}{N_A} + \frac{N_2}{N_A}} = \frac{\mu}{1+\alpha} = \frac{32}{1,4} \text{kmol} \cong 22,86 \text{kmol}$	1p	

d.	Sistemul este alcătuit din două componente: o cantitate $\nu_1 = 2\alpha\nu_0$ de molecule monoatomice şi $\nu_2 = (1-\alpha)\nu_0$ molecule biatomice	1p	**4p**
	Pentru starea iniţială: $pV = \nu_0 RT$; $\nu_0 = \frac{pV}{RT}$	1p	
	Căldura absorbită de sistem este suma căldurilor absorbite de către fiecare componentă a amestecului la volum constant şi pentru acelaşi interval de temperatură: $Q = Q_1 + Q_2$, $Q_1 = \nu_1 C_{V1}\Delta T + \nu_2 C_{V2}\Delta T$	1p	
	$Q = \frac{(\alpha+5)pV}{2}\cdot\frac{\Delta T}{T} = 450$ J	1p	
TOTAL pentru Subiectul al II-lea			**15p**

Subiectul al III-lea		**Parţial**	**Punctaj**
a.	Procesul 1→2 este izocor: $T_1 = T$; $\frac{p_2}{T_2} = \frac{p_1}{T_1}$; $T_2 = nT$	1p	**3p**
	Procesul 2→3 este izobar: $\frac{V_3}{T_3} = \frac{V_2}{T_2}$; $T_3 = nkT$	1p	
	Procesul 1→4 este izobar: $\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_4}{T_4}$; $T_4 = kT$ 	1p	
b.	$Q_{abs} = Q_{12} + Q_{23} = \nu C_V(T_2 - T_1) + \nu C_p(T_3 - T_2)$ $\quad$ $\lvert Q_{ced}\rvert = \lvert Q_{34}\rvert + \lvert Q_{41}\rvert = \nu C_V(T_3 - T_4) + \nu C_p(T_4 - T_1)$	1p	**4p**
	$Q_{abs} = \frac{\nu RT}{2}(5nk - 2n - 3)$ $\quad$ $\lvert Q_{ced}\rvert = \frac{\nu RT}{2}(3nk + 2k - 5)$	1p	
	Cercetăm să vedem relaţia de ordine dintre căldura primită şi modulul căldurii cedate; presupunem că: $Q_{abs} > \lvert Q_{ced}\rvert$; rezultă: $2(n-1)(k-1) > 0$, ceea ce este evident, în condiţiile în care *n* şi *k* sunt supraunitare.	1p	
	Rezultă că maşina termică va funcţiona ca motor, adică absoarbe căldură de la sursa caldă, cedează energie sursei reci şi efectuează lucru mecanic, cu respectarea principiilor termodinamicii. În această situaţie, are sens să calculăm randamentul motorului termic, reprezentând raportul dintre energia utilă şi cea cheltuită. 	1p	

	Randamentul ciclului Carnot care ar funcţiona între aceleaşi limite extreme de temperatură este: $\eta_C = 1 - \frac{T_{rece}}{T_{cald}} = 1 - \frac{T}{nkT} = \frac{nk-1}{nk}$ Presupunem că $\eta_C > \eta$, adică: $\frac{nk-1}{nk} > \frac{2nk-2n-2k+2}{5nk-2n-3}$; se obţine: $3(nk-1)^2 + 2n(k-1)^2 > 0$, ceea ce este adevărat!	1p	
	Pentru $k \to \infty$ avem $\eta_{C,k\to\infty} = \lim\limits_{k\to\infty} \frac{nk-1}{nk} = 1$ Pentru $n \to \infty$ avem $\eta_{C,n\to\infty} = \lim\limits_{k\to\infty} \frac{nk-1}{nk} = 1$	1p	
c.	Pentru ciclul dat: $k \to \infty$, $\eta_{k\to\infty} = \lim\limits_{k\to\infty} \frac{2nk-2n-2k+2}{5nk-2n-3} = \frac{2n-2}{5n}$ Acest randament este mai mic decât 1 (aceeaşi limită a ciclului Carnot): $\frac{2n-2}{5n} < 1;\ 3n > -2,\ DA!q.e.d.$ Pentru ciclul dat: $n \to \infty$, $\eta_{n\to\infty} = \lim\limits_{n\to\infty} \frac{2nk-2n-2k+2}{5nk-2n-3} = \frac{2k-2}{5k-2}$	1p	**4p**
	Şi acest randament este mai mic decât 1 (aceeaşi limită a ciclului Carnot): Pentru $n \to \infty$ şi $k \to \infty$ simultan se obţine: $\eta_{\substack{n\to\infty \\ k\to\infty}} = \frac{2}{5} < 1!$  	1p	
	Dacă un ciclu termodinamic este parcurs în sens trigonometric, maşina care funcţionează după acest ciclu absoarbe căldură de la sursa rece pe baza lucrului mecanic primit din exterior şi cedează căldură sursei calde. Dacă sursa caldă este un spaţiu închis, pe care dorim să îl încălzim, iar sursa rece este un izvor, maşina se numeşte pompă de căldură, şi are eficienţa: $\varphi = \frac{\lvert Q_{ced}\rvert}{\lvert L\rvert}$	1p	
d.	Valoarea eficienţei ca pompă de căldură ne arată câţi jouli de căldură se furnizează sursei calde pentru un joule de lucru mecanic cheltuit de mediu. $\varphi = \frac{\lvert Q_{ced}\rvert}{\lvert L\rvert} = \frac{1}{\eta} = \frac{5nk-2n-3}{2nk-2n-2k+2}$ Dacă sursa rece este un spaţiu închis pe care vrem să-l răcim, iar sursa caldă este izvor, sistemul se numeşte maşină frigorifică (frigider!) şi eficienţa ei este: $\varepsilon = \frac{Q_{abs}}{\lvert L\rvert}$	1p	**4p**
	Valoarea eficienţei ca maşină frigorifică ne arată câţi jouli de căldură sunt preluaţi de la spaţiul refrigerat pentru un joule de lucru mecanic cheltuit din exterior. Vom avea: $\varepsilon = \frac{1}{\eta} - 1 = \frac{3nk+2k-5}{2nk-2n-2k+2}$ Se observă că întotdeauna: $\varphi - \varepsilon = \frac{1}{\eta} - \left(\frac{1}{\eta} - 1\right) = 1$,	1p	
	Ceea ce se verifică şi pentru maşina noastră: $\varphi - \varepsilon = \frac{5nk-2n-3}{2nk-2n-2k+2} - \frac{3nk+2k-5}{2nk-2n-2k+2} = 1$	1p	
TOTAL pentru Subiectul al III-lea			**15p**

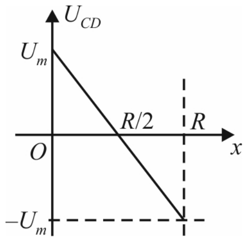
C. PRODUCEREA ȘI UTILIZAREA CURENTULUI CONTINUU

Subiectul I		Punctaj
1.	**a.**	3
2.	**d.** O metodă care se poate aplica în situații similare este aceea de a introduce mintal o rezistență x între punctele a și b în locul firului. Pentru notațiile din figură scriem teoremele lui Kirchhoff: $E = I_1 r + Ix \quad E = I_2(r+R) - Ix \quad I_1 + I + I_2$ Rezolvând se obține: $I = \frac{ER}{(R+r)(r+x)+xr}$. În acest moment pentru x se atribuie valoarea zero şi se obține rezultatul solicitat: $I = \frac{ER}{r(R+r)} = 6\text{ A}$	3
3.	**c.**	3
4.	**d.** Pornind de la dreapta către stânga, calculăm rezistența echivalentă din aproape în aproape și aflăm valoarea $\frac{R}{2}$ dintre punctele **a** și **b**. Intensitatea curentului principal injectat în circuit este $I = \frac{U}{\frac{R}{2}+\frac{R}{2}} = \frac{U}{R}$. În aceste condiții avem $Uab = I \cdot \frac{R}{2} = \frac{U}{2}$. Curentul prin rezistorul vertical dintre a şi b este: $I_R = \frac{U_{ab}}{R} = \frac{U}{2R}$. Puterea debitată de acest rezistor este: $P = RI_R^2 = \frac{U^2}{4R}$.	3
5.	**c.** Circuitul se deschide când tensiunea de intrare este mai mare decât suma dintre tensiunea de deschidere diodei (2V) şi tensiunea electromotoare a sursei (3V). Intensitatea curentului este: $I = \begin{cases} 0, U_i \le U_D + E \\ \frac{U_i - U_D - E}{r+R} \end{cases}$. Tensiunea de ieșire este: $U_e = IR$. Numeric se obține: $U_e = \begin{cases} 0, U_i \le 5\text{V} \\ \frac{U_i+1}{2}, U_i > 5\text{ V} \end{cases}$. Se vede că: $U_e(-1) = 0; U_e(0) = 0{,}5V; U_e(5) = 3V; U_e(5) = 9\text{V}$.	3
TOTAL pentru Subiectul I		**15p**

Subiectul al II-lea		Parţial	Punctaj
a.	Pentru circuitul dat sunt valabile relațiile: $\begin{cases} I = \sum_{i=1}^{n} I_k \\ U - E_k = -I_k r_k \\ U = IR \end{cases}$. Eliminând U între ultimele două rela*ț*ii obținem: $I_k = \frac{E_k}{r_k} - I\frac{R}{r_k}$	2p	4p
	Utilizând și prima relație din sistem se obține: $I = \frac{\sum_{i=1}^{n} \frac{E_k}{r_k}}{1 + R\sum_{i=1}^{n} \frac{1}{r_k}}$, şi respectiv $U = IR = \frac{R\sum_{i=1}^{n} \frac{E_k}{r_k}}{1 + R\sum_{i=1}^{n} \frac{1}{r_k}}$	2p	
b.	La „mers în gol” se obține: $U_{gol} = \lim_{R\to\infty} \frac{R\sum_{i=1}^{n} \frac{E_k}{r_k}}{1 + R\sum_{i=1}^{n} \frac{1}{r_k}} = \frac{\sum_{i=1}^{n} \frac{E_k}{r_k}}{\sum_{i=1}^{n} \frac{1}{r_k}}$,	1p	4p
	respectiv $I_{gol} = \lim_{R\to\infty} \frac{\sum_{i=1}^{n} \frac{E_k}{r_k}}{1 + R\sum_{i=1}^{n} \frac{1}{r_k}} = 0.$	1p	
	La „scurtcircuit” se obține: $R \to 0, I_{sc} = \sum_{i=1}^{n} \frac{E_k}{r_k} = \sum_{i=1}^{n} I_{sc,k}, U_{sc} = 0$.	2p	

c.	Intensitatea curentului electric se mai poate scrie sub forma: $I=\dfrac{\dfrac{\sum_{i=1}^{n}\frac{E_k}{r_k}}{\sum_{i=1}^{n}\frac{1}{r_k}}}{R+\dfrac{1}{\sum_{i=1}^{n}\frac{1}{r_k}}}=\dfrac{E_{echivalent}}{R+r_{echivalent}}$,	2p	4p
	adică $E_{echivalent}=\dfrac{\sum_{i=1}^{n}\frac{E_k}{r_k}}{\sum_{i=1}^{n}\frac{1}{r_k}}$,	1p	
	respectiv $r_{echivalent}=\dfrac{1}{\sum_{i=1}^{n}\frac{1}{r_k}}$.	1p	
d.	$E_{echivalent}=E$	1p	3p
	$r_{echivalent}=\dfrac{r}{n}$	1p	
	$I=\dfrac{E}{R+\frac{r}{n}}$	1p	
TOTAL pentru Subiectul al II-lea			**15p**

Subiectul al III-lea		**Parţial**	**Punctaj**
a.	Pentru circuitul dat se scriu teoremele lui Kirchhoff: $\begin{cases} I=I_A+I_B \\ E=Ir+RI_A \\ 0=2RI_B-RI_A \end{cases}$	1p	3p
	Rezultă: $\begin{cases} I_B=\dfrac{E}{3r+2R} \\ I_A=\dfrac{2E}{3r+2R} \\ I=\dfrac{3E}{3r+2R} \end{cases}$	2p	

	$U_{CD} = RI_B - xI_A = \dfrac{E(R-2x)}{3r+2R}$, este funcție de gradul I, deci are ca grafic o dreaptă.	1p	
	Pentru: $\begin{cases} x = 0, U_{CD\max} = \dfrac{ER}{3r+2R} \\ x = R, U_{CD\min} = -\dfrac{ER}{3r+2R} \\ U_{CD} = o, x = \dfrac{R}{2} \end{cases}$	1p	
b.	Graficul: 	1p	**5p**
	Panta dreptei este derivata de ordin I a tensiunii U_{CD} în funcție de x: $\text{tg}\,\alpha = \dfrac{dU_{CD}}{dx} = -\dfrac{2E}{3r+2R}$.	1p	
	Combinând această relație cu expresia tensiunii $U_{CD,\max}$ se obține: $R = -\dfrac{2U_{CD,\max}}{\text{tg}\,\alpha} = 6\ \Omega$, respectiv $E = -\dfrac{3r\text{tg}\alpha}{2} + 2U_m = 15\ \text{V}$	1p	
	Scriem teoremele lui Kirchhoff pentru circuit: $\begin{cases} E = I_1(R-x) + IR \\ E = I_2 x - IR \\ I_1 = I + I_2 \end{cases}$	1p	
	Rezultă: $I = \dfrac{E(2x-R)}{Rx + R^2 - x^2}$	1p	
c.	Pentru $\begin{cases} x = 0, I = -\dfrac{E}{R} = -2\text{A} \\ x = R, I = \dfrac{E}{R} = 2\text{A} \\ x = \dfrac{R}{2}, I = 0 \end{cases}$ $P_{\max} = RI^2_{\max} = 20\ \text{W}$	1p	**3p**
d.	Plecăm de la presupunerea că numărul de surse are o valoare fixată, iar x și y sunt variabile, cu condiția ca produsul lor să dea n. O linie serie de x surse echivalează cu o sursă echivalentă cu tensiunea electromotoare echivalentă xE și rezistența internă xr. Un număr de y astfel de surse grupate în paralel echivalează cu o sursă cu tensiunea electromotoare $E_{echivalent} = xE$ și rezistența internă $r_{echivalent} = \dfrac{xr}{y}$. Având în vedere că $xy = n$, rezultă că intensitatea curentului prin rezistorul R este: $I = \dfrac{xE}{R + \dfrac{x^2 r}{n,}}, cu\ xy = n$.	1p	
	După prelucrare se obține: $I = \dfrac{nxE}{nR + rx^2} = I(x)$.	1p	**4p**
	Această funcție are un extrem pentru $\dfrac{dI}{dx} = 0$. După derivare, rezultă: $n = \dfrac{rx^2}{R}$.	1p	
	În final rezultă $n = 1000$.	1p	
TOTAL pentru Subiectul al III-lea			**15p**

D.OPTICĂ

Subiectul I		**Punctaj**
1.	**b**	**3**
2.	**b**	**3**
3.	**c**	**3**
4.	**a**	**3**
5.	**b**	**3**
TOTAL pentru Subiectul I		**15p**

Subiectul al II-lea		**Parțial**	**Punctaj**
a.	Sfera este un ansamblu de doi dioptri sferici. La prima trecere se poate scrie: $\frac{n}{x_2} - \frac{1}{x_1} = \frac{n-1}{R}$;	1p	**5p**
	În interiorul sferei: $x_2 + (-x_1^{'}) = 2R$	1p	
	La a doua trecere: $\frac{1}{x_2^{'}} - \frac{n}{x_1^{'}} = \frac{1-n}{-R}$	1p	
	Se deduce: $x_2^{'} = \frac{Rx_1^{'}}{nR + (n-1)x_1^{'}}$	1p	
	Rezultă: $x_2^{'} = 7\,\text{cm}$	1p	
b.	La prima trecere: $\frac{y_2}{y_1} = \frac{nx_2}{x_1}$	1,5p	**4p**
	La a doua trecere: $\frac{y_2^{'}}{y_1^{'}} = \frac{x_2^{'}}{x_1^{'}}$	1,5p	
	Dar $y_1^{'} = y_2$, deci $y_2^{'} = -0,3\ \text{cm}$	1p	
c.	Prima imagine este realizată de oglinda sferică convexă formată de sfera de sticlă (o parte a luminii de la lumânare este reflectată!). $\frac{1}{x_2} + \frac{1}{x_1} = \frac{2}{R}$. Rezultă: $x_2 = \frac{2x_1}{2x_1 - R} = 2,14\ \text{cm}$	1p	**3p**
	Dimensiunea verticală: $y_2 = \frac{-x_2}{x_1} = 0,07\ \text{cm}$	1p	
	Imagine dreaptă, virtuală și mai mică decât obiectul.	1p	
d.	Următoarea imagine este realizată de a doua oglindire (oglindă concavă!), la ieșirea din sferă. Pentru studierea ei, vom considera c este obiect virtual pentru imaginea de pe paravan. $x_2 = \frac{Rx_1}{2x_1R}, R = -5\ \text{cm}, x_1 = 7\,\text{cm}$. Rezultă: $x_2 = -1,84\ \text{cm}$, față de al doilea dioptru.	1p	**3p**
	Pentru dimensiunea imaginii: $y_2 = -\frac{Ry_1}{2x_x - R}, y_1 = -2,25\ \text{cm}$	1p	
	Rezultă: $y_2 = 0,59\ \text{cm}$. Imaginea este dreaptă, mai mare decât obiectul inițial și virtuală.	1p	
TOTAL pentru Subiectul al II-lea			**15p**

Subiectul al III-lea		**Parţial**	**Punctaj**
a.	Drumul optic al primei radiaţii este: $(\delta_1) = n_0\sqrt{(a-l)^2+b^2} + n(r_1 - e_1) + n_1 e_1$	1p	**4p**
	Drumul optic al primei radiaţii este: $(\delta_2) = n_0\sqrt{(a+l)^2+b^2} + n(r_2 - e_2) + n_2 e_2 \dfrac{n!}{r!(n-r)!}$	1p	
	Rezultă: $(\delta) + (\delta_2 - \delta_1) = n_0\left(\sqrt{(a+l)^2+b^2} - \sqrt{(a-l)^2+b^2}\right) + n\Delta r + e_2(n_2 - n) - e_1(n_1 - n)$	2p	
b.	Se poate scrie: $\dfrac{x_k}{D} = \dfrac{\Delta r}{2l}$	1p	**4p**
	Condiția de maxime de interferență: $(\delta) = k\lambda$	1p	
	Rezultă: $x_k = \dfrac{D}{2nl}\left[k\lambda - n_0\left(\sqrt{(a+l)^2+b^2} - \sqrt{(a-l)^2+b^2}\right) - e_2(n_2 - n) + e_1(n_1 - n)\right]n$	2p	
c.	Interfranja (luminoasă sau întunecoasă) se calculează ca diferența coordonatelor a două franje consecutive de același tip.	2p	**4p**
	Rezultă: $i = \dfrac{D\lambda}{2nl}$	2p	
d.	a = 0; *b* nu mai contează;	1p	**3p**
	Dimensiunile lamelelor să fie reduse la zero, sau indicii de refracție să fie ca ai aerului	1p	
	$n_0 = 1; n = 1.$	1p	
TOTAL pentru Subiectul al III-lea			**15p**

Cuprins