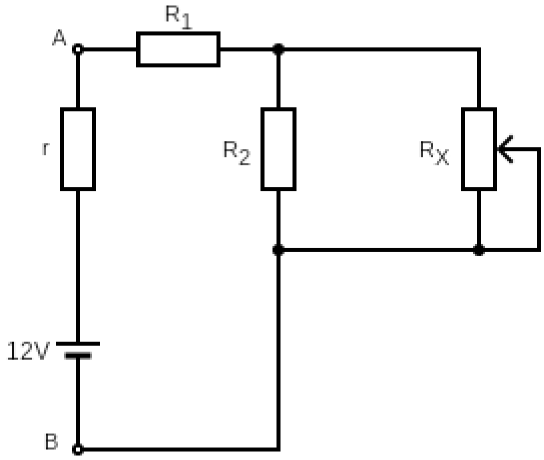
FACULTATEA DE FIZICĂ
Str. Mihail Kogălniceanu nr.1
Cluj-Napoca, RO-400084
Tel: +4(0)264-405300 | FAX: +4(0)264-591906
secretariat.phys@ubbcluj.ro
www.phys.ubbcluj.ro

Concursul Dragomir Hurmuzescu, etapa locală, 19 martie 2026

Subiecte și bareme an II

1. Electricitate



Se consideră circuitul din figura de mai jos, în care $E = 12\,V$, $r = 1\,\Omega$, $R_1 = 19\,\Omega$, $R_2 = 20\,\Omega$ iar R_X este un potențiometru liniar de $20\,\Omega$. Iniţial cursorul potenţiometrului este la jumătatea cursei sale.

a) **[1p]** Calculați valoarea intensității curentului prin ramura principală a rețelei.

R:

$R_X = 10\,\Omega$ **(0.25p)**

$I = \frac{E}{r+R_1+\frac{R_2R_X}{R_2+R_X}}$ **(0.5p)**

I = 0.45 A **(0.25p)**

b) **[1.5p]** Calculați tensiunea pe rezistența R_X și tensiunea între punctele A și B

R:

$U_X = I\frac{R_2R_X}{R_2+R_X}$ **(0.5p)**

$U_X = 3\,V$ **(0.25p)**

$U_{AB} = E - Ir$ **(0.5p)**

$U_{AB} = 11{,}55\,V$ **(0.25p)**

c) **[2p]** Reprezentați grafic dependența rezistenței echivalente a grupului (R_2, R_X) de rezistența R_X pentru câteva valori ale acesteia în intervalul $0 - 20\,\Omega$ și comentați dependența rezistenței echivalente de poziția cursorului.

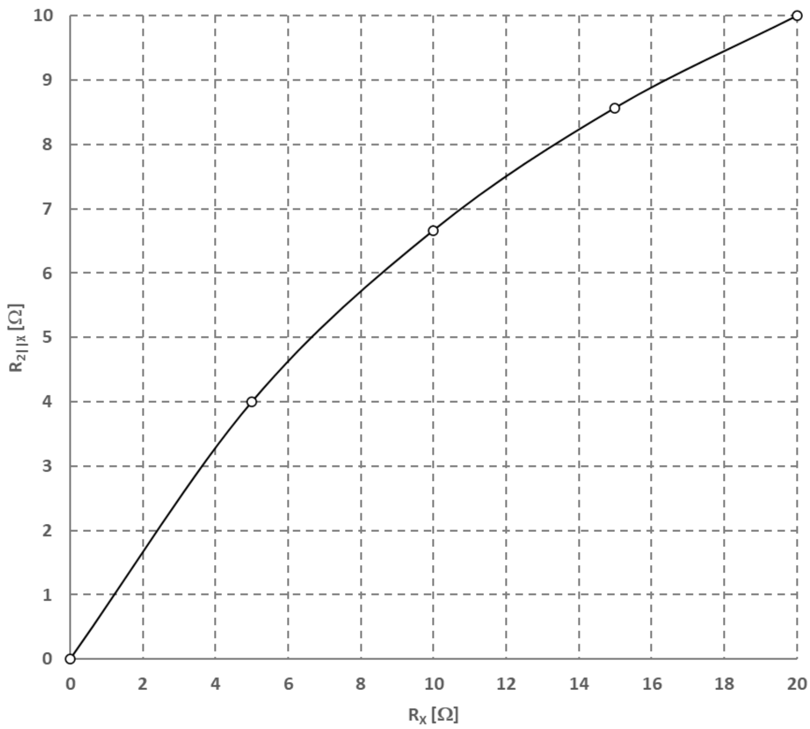
R:

$R_{2||X} = \frac{R_2R_X}{R_2+R_X} = f(R_X)$ **(0.5p)**

R_X [Ω]	0	5	10	15	20
$R_{2\|\|X}$ [Ω]	0	4	6,67	8,57	10

(0.25p)

FACULTATEA DE FIZICĂ
Str. Mihail Kogălniceanu nr.1
Cluj-Napoca, RO-400084
Tel: +4(0)264-405300 | FAX: +4(0)264-591906
secretariat.phys@ubbcluj.ro
www.phys.ubbcluj.ro



reprezentarea grafică $R_{2X} = f(R_X)$ **(0.75p)**

Se observă că dependența rezistenței echivalente de poziția cursorului este una neliniară.

Se acceptă orice comentariu corect cu privire la aspectul graficului. **(0.5p)**

d) **[4p]** Reprezentați grafic puterea disipată pe rezistența R_X în funcție de valoarea lui R_X pentru următoarele valori ale acesteia: 4 Ω, 8 Ω, 12 Ω, 16 Ω și 20 Ω. Calculați valoarea R_X pentru care puterea disipată este maximă și valoarea puterii maxime disipate. Reprezentați punctul pe grafic.

R:

$P_X = \frac{U_X^2}{R_X}$ **(0.5p)**

$U_X = IR_{2X} = \frac{E}{r+R_1+\frac{R_2R_X}{R_2+R_X}}\frac{R_2R_X}{R_2+R_X} = \frac{ER_2R_X}{(r+R_1)R_2+(r+R_1+R_2)R_X}$ **(0.5p)**

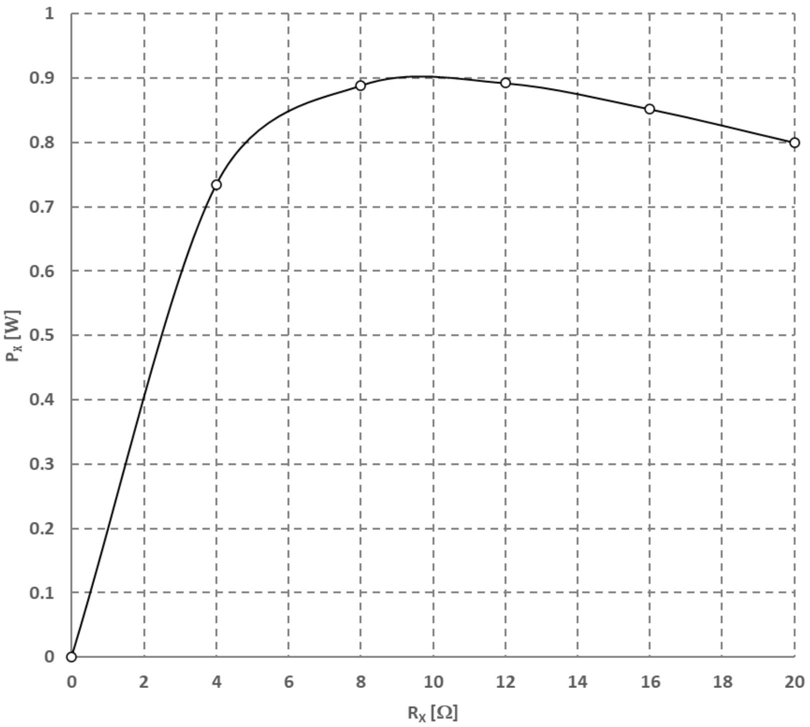
$U_X = \frac{6R_X}{10+R_X}$ **(0.25p)**

$P_X = \frac{36R_X}{(10+R_X)^2}$ **(0.5p)**

R_X [Ω]	0	4	8	12	16	20
P_X [W]	0	0,734	0,888	0,893	0,852	0,800

(0.25p)

FACULTATEA DE FIZICĂ
Str. Mihail Kogălniceanu nr.1
Cluj-Napoca, RO-400084
Tel: +4(0)264-405300 | FAX: +4(0)264-591906
secretariat.phys@ubbcluj.ro
www.phys.ubbcluj.ro



reprezentarea grafică **(0.75)**

Derivăm *P* în raport cu R_X și egalăm cu zero pentru a afla extremul funcției.

$\frac{\mathrm{d}P_X}{\mathrm{d}R_X} = \frac{360\text{-}36R_X}{(10+R_X)^3}$ iar din egalitatea cu zero rezultă $R_{Xp_{max}} = 10\ \Omega$ **(0.5p)**

$P_{MAX} = 0{,}9\ W$ **(0.25p)**

Reprezentarea corectă a punctului maxim pe graficul puterii **(0.5p)**

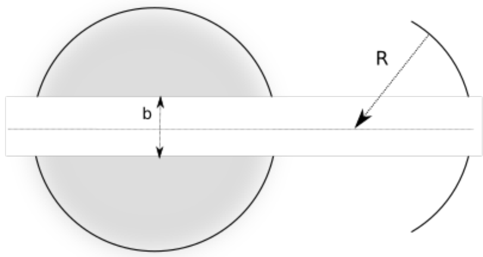
Se acordă 1 p din oficiu

FACULTATEA DE FIZICĂ
Str. Mihail Kogălniceanu nr.1
Cluj-Napoca, RO-400084
Tel: +4(0)264-405300 | FAX: +4(0)264-591906
secretariat.phys@ubbcluj.ro
www.phys.ubbcluj.ro

Concursul Dragomir Hurmuzescu, etapa locală, 19 martie 2026
Subiecte an II

3. Optică

O sursă luminoasă punctiformă S este așezată pe axa de simetrie a unei oglinzi concave de rază R = -16 cm, având poziția p_1 = -12 cm. Să se determine:



a) **[3p]** poziția imaginii formate de oglindă.

R:

$$\frac{1}{p_1}+\frac{1}{p_2}=\frac{2}{R}\Rightarrow\frac{1}{p_2}=\frac{2}{R}-\frac{1}{p_1}=\frac{2p_1-R}{p_1R}\Rightarrow p_2=\frac{p_1R}{2p_1-R}=-24cm$$

Din oglindă se taie o fâșie simetrică față de axa de simetrie conform figurii, de lățime b = 5 mm, iar părțile rămase se lipesc. Să se determine:

b) **[6p]** distanța dintre imaginile punctului S.

R:

Prin deplasarea semi-oglinzilor este translatat și axul optic. Astfel, S poate fi considerat ca vârful unui obiect care are înălțimea $y_1 = -b/2$. Dacă calculăm mărirea liniară pentru acest obiect, găsim distanța dintre axa de simetrie și imaginea formată de o semi-oglindă.

$$\gamma=\frac{y_2}{y_1}=\frac{-p_2}{p_1}\Rightarrow y_2=y_1\frac{-p_2}{p_1}=5mm$$

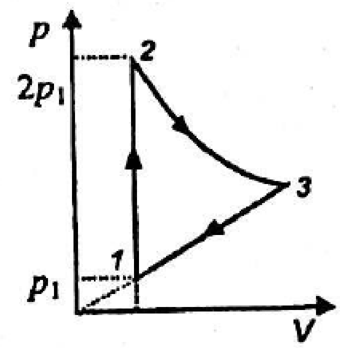
Imaginile formate de cele două semi-oglinzi sunt poziționate simetric față de axa de simetrie; în consecință, distanța dintre ele este $d = 2y_2$ = 10 mm.

Se acordă un punct din oficiu.

FACULTATEA DE FIZICĂ
Str. Mihail Kogălniceanu nr.1
Cluj-Napoca, RO-400084
Tel: +4(0)264-405300 | FAX: +4(0)264-591906
secretariat.phys@ubbcluj.ro
www.phys.ubbcluj.ro

Concursul Dragomir Hurmuzescu, etapa locală, 19 martie 2026

Subiecte an II



2. Termodinamică și căldură

Un mol de gaz ideal monoatomic parcurge transformarea ciclică din figura din dreapta. Transformarea 2-3 este o politropă descrisă de ecuația $pV^3 = ct.$ iar $p_2 = 2p_1$. Să se afle în funcție de p_1, V_1, T_1:

a) **[3.5p]** valorile presiunii, volumului și temperaturii în starea 3.

R:
$p_2 = 2p_1$
$V_2 = V_1$
Ecuația transformării 1- 3 este o dreapta $p = aV + b$ ce trece prin origine (b = 0).
$p_1 = aV_1 \Rightarrow a = \frac{p_1}{V_1}$, de unde legea transformării 1-3: $\frac{p_1}{V_1} = \frac{p_3}{V_3} \Rightarrow p_3 = \frac{p_1V_3}{V_1}$ **(1p)**
Ecuația politropei este $P_2V_2^3 = P_3V_3^3$ adică $2P_1V_2^3 = P_3V_3^3 \Rightarrow 2P_1V_1^3 = \frac{p_1V_3}{V_1}V_3^3 \Rightarrow$

$V_3^4 = 2V_1^4 \Rightarrow V_3 = 2^{\frac{1}{4}}V_1$ **(0.5p)**

$p_3 = \frac{p_1V_3}{V_1} = p_1 2^{\frac{1}{4}}$ **(0.5p)**

$P_3V_3 = p_1 2^{\frac{1}{4}} 2^{\frac{1}{4}} V_1 = p_1V_1\sqrt{2}$ **(0.5p)**
Din ecuația de stare avem: $p_3V_3 = \nu RT_3 \Rightarrow p_1 2^{1/4} 2^{1/4} V_1 = \nu RT_3 \Rightarrow$
$T_3 = \frac{p_1 2^{1/4} 2^{1/4} V_1}{\nu R} = \frac{\sqrt{2}p_1V_1}{\frac{p_1V_1}{T_1}} = T_1\sqrt{2}$ **(1p)**

b) **[2p]** lucrul mecanic și căldura pe transformarea politropă.

R:
$L_{23} = \frac{1}{1-n}(p_3V_3 - p_2V_2) = \frac{1}{1-3}\left(p_1 2^{\frac{1}{4}} 2^{\frac{1}{4}} V_1 - 2p_1V_1\right) = -\frac{1}{2}p_1V_1(\sqrt{2} - 2)$ **(1p)**
Din primul principiu:
$Q_{23} = \Delta U_{23} + L_{23} = \nu C_V(T_3 - T_2) - \frac{1}{2}p_1V_1(\sqrt{2} - 2) = \upsilon\frac{3}{2}R(T_3 - T_2) - \frac{1}{2}p_1V_1(\sqrt{2} - 2) =$
$\frac{3}{2}(p_3V_3 - p_2V_2) - \frac{1}{2}p_1V_1(\sqrt{2} - 2)$

rezultând $Q_{23} = p_1V_1(\sqrt{2} - 2) < 0$ **(1p)**. Cedează căldură.

FACULTATEA DE FIZICĂ
Str. Mihail Kogălniceanu nr.1
Cluj-Napoca, RO-400084
Tel: +4(0)264-405300 | FAX: +4(0)264-591906
secretariat.phys@ubbcluj.ro
www.phys.ubbcluj.ro

c) **[2.5p]** randamentul ciclului

R:

calculam căldurile:

$Q_{31} = \Delta U_{31} + L_{31} = \upsilon \frac{3}{2} R(T_1 - T_3) + \frac{1}{2}(p_1 + p_3)(V_1 - V_3) =$

$= \frac{3}{2}(p_1V_1 - p_3V_3) + \frac{1}{2}(p_1 + p_3)(V_1 - V_3) = \frac{3}{2}\left(p_1V_1 - p_1V_1\sqrt{2}\right) + \frac{1}{2}\left(p_1 + p_1 2^{1/4}\right)\left(V_1 - 2^{1/4}V_1\right) = \frac{3}{2}p_1V_1\left(1 - \sqrt{2}\right) + \frac{1}{2}p_1V_1\left(1 + 2^{1/4}\right)\left(1 - 2^{1/4}\right),$

de unde $Q_{31} = -2p_1V_1\left(\sqrt{2} - 1\right) < 0$ **(1p)** . Cedează căldură

$Q_{12} = \nu C_V(T_2 - T_1) = \upsilon \frac{3}{2} R(T_2 - T_1) = \frac{3}{2}(2p_1V_1 - p_1V_1) = \frac{3}{2}p_1V_1 > 0$ **(0.5p)**

$\eta = 1 - \frac{|Q_{23} + Q_{31}|}{Q_{12}} = 1 - \frac{\left|p_1V_1(\sqrt{2}-2) - 2p_1V_1\left(\sqrt{2}-1\right)\right|}{\frac{3}{2}p_1V_1} = 1 - \frac{2\sqrt{2}}{3} = 6\%$ **(1p)**

d) **[1p]** lucrul mecanic efectuat de gaz pe ciclu

R:

$\eta = \frac{Lciclu}{Q_{12}} \Rightarrow \; Lciclu = \eta Q_{12} = 1 - \frac{2\sqrt{2}}{3}\left(\frac{3}{2}p_1V_1\right) = \frac{3 - 2\sqrt{2}}{2}p_1V_1$ **(1p)**

Sau

$Lciclu = L_{23} + L_{31} + L_{12} = -\frac{1}{2}p_1V_1\left(\sqrt{2} - 2\right) + \frac{1}{2}p_1V_1\left(1 - \sqrt{2}\right) + 0 = \frac{3 - 2\sqrt{2}}{2}p_1V_1$

Se acordă un punct din oficiu.