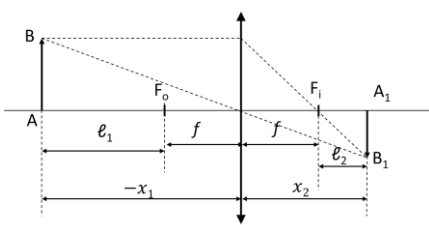
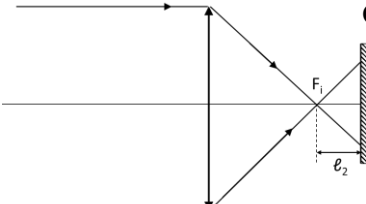


Etape județeană/a sectoarelor municipiului București a
olimpiadei de fizică
19 martie 2022
Barem de evaluare și de notare

X

Pagina 1 din 10

Problema 1 (10 puncte)

1.A. (4 p)	Parțial	Punctaj
 <p>a. $l_1 = -x_1 - f,$ $l_2 = x_2 - f$</p>	1p	
<p>b. $\frac{1}{l_2+f} + \frac{1}{l_1+f} = \frac{1}{f},$ $f^2 = l_1 l_2$</p>	0,4p 0,6p	
<p>c. $f = \sqrt{l_1 l_2}, f = 60 \text{ cm}$ $L = -x_1 + x_2,$ $L = 2f + l_1 + l_2$ $L = 250 \text{ cm}$</p>	0,2p 0,3p 0,3p 0,2p	
<p>d. $\beta = \frac{h_2}{h_1} = -\frac{l_2+f}{l_1+f}$ $f^2 = l_1 l_2$ $L = 2f + l_1 + l_2$</p>	0,2p	
<p>$l_1^2 + l_1(2f - L) + f^2 = 0, l_1 = \frac{L-2f \mp L \sqrt{1-\frac{4f}{L}}}{2}$ $l_1 = 40 \text{ cm}, l_2 = 90 \text{ cm}, h_2 = -18 \text{ cm},$ $l'_1 = 90 \text{ cm}, l'_2 = 40 \text{ cm}, h'_2 = -8 \text{ cm}$</p>	0,4p 0,2p 0,2p	
<p>1.B. (3p)</p>		
<p>e.  Observație pentru evaluatori*: Pata de pe imagine se numește <i>pată/disc de confuzie</i>. Dacă se reglează obiectivul (se apropie lentila de ochi), atunci imaginea obiectului luminos îndepărtat (de la infinit) va fi un punct luminos pe imagine și acesta se va forma în planul focal imagine. În cazul din fotografia dată, planul imagine este în spatele planului focal imagine, așa încât, pata de confuzie este tocmai imaginea unui obiect aflat la infinit, cu înălțimea egală cu diametrul lentilei obiectiv.</p>	1p	
<p>f. $\text{tg } \alpha = \frac{d}{2l_2}, \text{tg } \alpha = \frac{D}{2f}$ $l_2 = \frac{fd}{D}$</p>	0,8p 0,2p	
<p>g. $\left \frac{h_2}{h_1} \right = \frac{l_2+f}{l_1+f}$ $f^2 = l_1 l_2$ $l_1 = \frac{fD}{d}$ $\left \frac{h_2}{h_1} \right = \frac{d}{D}$ $D = d \left \frac{h_1}{h_2} \right$ $D \cong 0,9 \text{ cm}$</p>	0,2p 0,6p 0,2p	

- Orice rezolvare corectă ce ajunge la rezultatul corect va primi punctajul maxim pe itemul respectiv.
- Orice rezolvare corectă, dar care nu ajunge la rezultatul final, va fi punctată corespunzător, proporțional cu conținutul de idei prezent în partea cuprinsă în lucrare din totalul celor ce ar fi trebuit aplicate pentru a ajunge la rezultat, prin metoda aleasă de elev.

**Etapă județeană/a sectoarelor municipiului București a
olimpiadei de fizică
19 martie 2022
Barem de evaluare și de notare**

X

Pagina 2 din 10

1.C. (2p)		
h.		
$\Delta MNA_1 \sim \Delta PQA_1, \frac{MN}{PQ} = \frac{x_{2A}-x}{x_{2A}}$	0,3p	
$\Delta MNB_1 \sim \Delta PQB_1, \frac{MN}{PQ} = \frac{x-x_{2B}}{x_{2B}}$	0,3p	
$x = 2 \frac{x_{1A}x_{1B}}{2x_{1A}x_{1B} + f(x_{1A}+x_{1B})} f$	0,7p	
$x = 5,6 \text{ cm}$	0,2p	
g. $MN = PQ \frac{x_{2A}-x}{x_{2A}}$	0,2p	
$MN = 1,2 \text{ cm}$	0,3p	
Oficiu		1

- Orice rezolvare corectă ce ajunge la rezultatul corect va primi punctajul maxim pe itemul respectiv.
- Orice rezolvare corectă, dar care nu ajunge la rezultatul final, va fi punctată corespunzător, proporțional cu conținutul de idei prezent în partea cuprinsă în lucrare din totalul celor ce ar fi trebuit aplicate pentru a ajunge la rezultat, prin metoda aleasă de elev.

**Etapa județeană/a sectoarelor municipiului București a
olimpiadei de fizică
19 martie 2022
Barem de evaluare și de notare**

X

Pagina 3 din 10

Problema 2

(10 puncte)

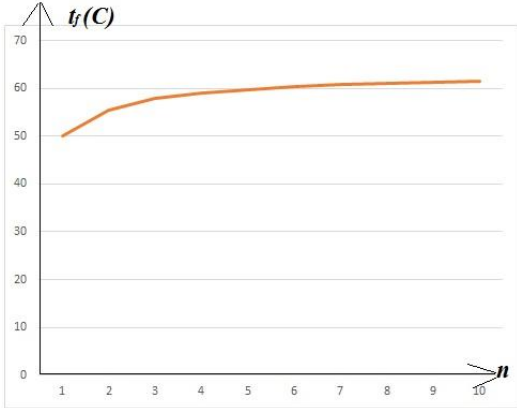
	Parțial	Punctaj
a.) $m_m \cdot c_a \cdot (t_f - t_1) = m_d \cdot c_a \cdot (t_2 - t_f)$	0,3	1
$t_f = \frac{t_2 + t_1}{2}$	0,4	
$t_f = 50^\circ\text{C}$	0,3	
b.) b.1. $m_m \cdot c_a \cdot (t_{f1} - t_1) = \frac{m_d}{3} \cdot c_a \cdot (t_2 - t_{f1})$	0,3	2
$t_{f1} = \frac{\frac{t_2}{3} + t_1}{4} = 25^\circ\text{C}$	0,3	
$m_m \cdot c_a \cdot (t_{f2} - t_{f1}) = \frac{m_d}{3} \cdot c_a \cdot (t_2 - t_{f2})$	0,3	
$t_{f2} = \frac{t_2 + 3t_{f1}}{4} = 43,75^\circ\text{C}$	0,3	
$m_m \cdot c_a \cdot (t_{f3} - t_{f2}) = \frac{m_d}{3} \cdot c_a \cdot (t_2 - t_{f3})$	0,3	
$t_{f3} = \frac{t_2 + 3t_{f2}}{4} = 57,8125^\circ\text{C} \cong 58^\circ\text{C} > t_f$ de la subpunctul a.)	0,5	
b.2. <i>Varianta rezolvare I:</i> Să împărțim apa distilată în n părți egale		2
$m_m \cdot c_a \cdot (t_{f1} - t_1) = \frac{m_d}{n} \cdot c_a \cdot (t_2 - t_{f1})$	0,3	
$t_{f1} = \frac{t_2 + nt_1}{n+1}$	0,3	
$t_{f2} = \frac{t_2 + nt_{f1}}{n+1} = \frac{(2n+1)t_2 + n^2t_1}{(n+1)^2}$	0,4	
$t_{fn} = \left[1 - \left(\frac{n}{n+1}\right)^n\right] t_2 + \left(\frac{n}{n+1}\right)^n t_1$	0,4	
Pentru n=5 $t_{f5} = 59,81^\circ\text{C} < 60^\circ\text{C}$	0,3	
Pentru n=6 $t_{f6} = 60,32^\circ\text{C} > 60^\circ\text{C}$ Deci numărul minim pentru care temperatura finală este mai mare de 60 C este 6.	0,3	

1. Orice rezolvare corectă ce ajunge la rezultatul corect va primi punctajul maxim pe itemul respectiv.
2. Orice rezolvare corectă, dar care nu ajunge la rezultatul final, va fi punctată corespunzător, proporțional cu conținutul de idei prezent în partea cuprinsă în lucrare din totalul celor ce ar fi trebuit aplicate pentru a ajunge la rezultat, prin metoda aleasă de elev.

**Etapa județeană/a sectoarelor municipiului București a
olimpiadei de fizică
19 martie 2022
Barem de evaluare și de notare**

X

Pagina 4 din 10

<p>c. Cel puțin 7 valori diferite, pentru n și t_f. Câte 0,2 puncte fiecare pereche de valori</p> <table border="1" data-bbox="491 376 699 763"> <thead> <tr> <th>n</th> <th>t_f</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>50</td></tr> <tr><td>2</td><td>55.55</td></tr> <tr><td>3</td><td>57.81</td></tr> <tr><td>4</td><td>59</td></tr> <tr><td>5</td><td>59.81</td></tr> <tr><td>6</td><td>60.32</td></tr> <tr><td>7</td><td>60.73</td></tr> <tr><td>8</td><td>61.02</td></tr> <tr><td>9</td><td>61.25</td></tr> <tr><td>10</td><td>61.44</td></tr> </tbody> </table>	n	t _f	1	50	2	55.55	3	57.81	4	59	5	59.81	6	60.32	7	60.73	8	61.02	9	61.25	10	61.44	1,2	
n	t _f																							
1	50																							
2	55.55																							
3	57.81																							
4	59																							
5	59.81																							
6	60.32																							
7	60.73																							
8	61.02																							
9	61.25																							
10	61.44																							
 <p>Reprezentarea grafică: Notarea coordonatelor cu mărimea fizică și unitatea de măsură corespunzătoare. Marcarea axelor cu valorile de temperatură echidistante Marcarea punctelor corespunzătoare valorilor din tabelul de mai sus, minim 7 puncte. 0,2x7 puncte Trasarea curbei prin punctele marcate pe grafic</p>	0,3 0,3 1,4 0,4	4																						
<p>Concluzie: valoarea temperaturii finale tinde către o valoare finită (acesta fiind în vecinătatea a 63°C). Notă pentru profesorii evaluatori*: $\lim_{n \rightarrow \infty} \left(\frac{n}{n+1}\right)^n = \frac{1}{e}$, adică temperatura limită este $t_f = 63,212 \dots$ °C!</p>	0,4																							
<p>Oficiu</p>		1																						
<p>Punctaj total</p>		10																						

1. Orice rezolvare corectă ce ajunge la rezultatul corect va primi punctajul maxim pe itemul respectiv.
2. Orice rezolvare corectă, dar care nu ajunge la rezultatul final, va fi punctată corespunzător, proporțional cu conținutul de idei prezent în partea cuprinsă în lucrare din totalul celor ce ar fi trebuit aplicate pentru a ajunge la rezultat, prin metoda aleasă de elev.

**Etapa județeană/a sectoarelor municipiului București a
olimpiadei de fizică
19 martie 2022
Barem de evaluare și de notare**

X

Pagina 5 din 10

Problema 3

(10 puncte)

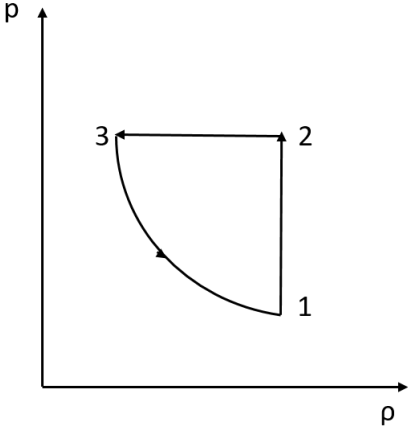
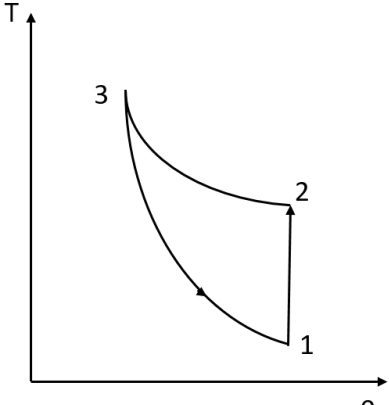
	Parțial	Punctaj
3.1	4,5 pct	
a)	1,25 pct	
Transformarea 1-2 este izocoră: $\frac{p_2}{T_2} = \frac{p_1}{T_1}$	0,25	
Transformarea 2-3 este izobară: $\frac{V_3}{T_3} = \frac{V_1}{T_2}$	0,25	
Transformarea liniară de la 1 la 3 poate fi scrisă ca: $p = cV$, unde c este o constantă, deci $\frac{p}{V} = c$. În acest caz putem scrie: $\frac{p_1}{V_1} = \frac{p_2}{V_3}$	0,25	
Se obține relația: $T_3 = \frac{T_2^2}{T_1}$	0,25	
Valoarea temperaturii în starea 3 este $T_3 = 450 \text{ K}$	0,25	
b)	1,75 pct	
Ecuția de stare $pV = \nu RT$ se poate scrie: $p = \frac{R}{\mu} \rho T$.	0,25	
- În coordonate (p, ρ) : - transformarea 1-2 este izocoră, deci și $\rho = \frac{M}{V}$ este constantă iar presiunea crește;	0,25	
- transformarea 2-3 este o izobară în care volumul crește, deci densitatea scade;	0,25	
- transformarea 3-1 este descrisă de ecuația $p = cV = \frac{b}{\rho}$, unde b este o constantă.	0,25	

1. Orice rezolvare corectă ce ajunge la rezultatul corect va primi punctajul maxim pe itemul respectiv.
2. Orice rezolvare corectă, dar care nu ajunge la rezultatul final, va fi punctată corespunzător, proporțional cu conținutul de idei prezent în partea cuprinsă în lucrare din totalul celor ce ar fi trebuit aplicate pentru a ajunge la rezultat, prin metoda aleasă de elev.

Etapa județeană/a sectoarelor municipiului București a
olimpiadei de fizică
19 martie 2022
Barem de evaluare și de notare

X

Pagina 6 din 10

<p>Reprezentarea grafică este următoarea:</p> 	0,75	
<p>c)</p>	1,50 pct	
<p>În coordonate (T, ρ):</p> <p>- transformarea 1-2 este izocoră, deci și $\rho = \frac{M}{V}$ este constantă iar presiunea crește;</p>	0,25	
<p>- transformarea 2-3 este izobară, deci produsul $T\rho$ este constant;</p>	0,25	
<p>transformarea 3-1 este descrisă de ecuația $p = cV = \frac{b}{\rho}$ unde $p = \frac{R}{\mu}\rho T$. Se obține că produsul $T\rho^2$ este constant.</p>	0,25	
<p>-</p> <p>Reprezentarea grafică este următoarea:</p> 	0,75	
<p>3.2</p>	2,25 pct	
<p>a)</p>	1,75	

- Orice rezolvare corectă ce ajunge la rezultatul corect va primi punctajul maxim pe itemul respectiv.
- Orice rezolvare corectă, dar care nu ajunge la rezultatul final, va fi punctată corespunzător, proporțional cu conținutul de idei prezent în partea cuprinsă în lucrare din totalul celor ce ar fi trebuit aplicate pentru a ajunge la rezultat, prin metoda aleasă de elev.

**Etapă județeană/a sectoarelor municipiului București a
olimpiadei de fizică
19 martie 2022
Barem de evaluare și de notare**

X

Pagina 7 din 10

<p>În starea inițială:</p> $p_1 V_1 = \nu R T_1$		0,25
<p>În starea finală:</p> $p_2 V_2 = \nu R T_2$		0,25
<p>Energia internă a gazului din starea inițială U_1 se regăsește sub formă de energie internă a gazului în starea finală U_2 și energia potențială elastică înmagazinată în resort $\frac{1}{2} k x^2$, unde x este comprimarea resortului.</p> <p>Scriem legea de conservare a energiei:</p> $U_1 = U_2 + \frac{k x^2}{2}$		0,25
<p>Rezultă:</p> $\Delta U = U_2 - U_1 = -\frac{k x^2}{2}$ $\nu C_V (T_2 - T_1) = -\frac{k x^2}{2}$		0,25
<p>Condiția de echilibru pentru piston este: $kx = p_2 S$, deci:</p> $kx^2 = p_2 S x = p_2 (V_2 - V_1)$		0,25
<p>Obținem:</p> $\nu C_V (T_2 - T_1) = -\frac{1}{2} p_2 V_2 + \frac{1}{2} p_2 V_1 \text{ sau}$ $C_V (T_2 - T_1) = -\frac{1}{2} R T_2 + \frac{1}{2} \frac{R T_2}{V_2} V_1$		0,25
<p>În final se găsește:</p> $T_2 = \frac{C_V T_1}{C_V + \frac{R}{2} - \frac{R}{2} \frac{V_1}{V_2}}$		0,25
<p>b)</p>		0,50
$C_V = \frac{-\frac{1}{2} R T_2 + \frac{1}{2} \frac{R T_2}{V_2} V_1}{T_2 - T_1} \left(= \frac{R}{2} \cdot \frac{1 - \frac{V_1}{V_2}}{\frac{T_1}{T_2} - 1} \right)$		0,25
<p>Numeric: $C_V = \frac{3}{2} R$, deci $\gamma = 5/3$ (gaz monoatomic).</p>		0,25

- Orice rezolvare corectă ce ajunge la rezultatul corect va primi punctajul maxim pe itemul respectiv.
- Orice rezolvare corectă, dar care nu ajunge la rezultatul final, va fi punctată corespunzător, proporțional cu conținutul de idei prezent în partea cuprinsă în lucrare din totalul celor ce ar fi trebuit aplicate pentru a ajunge la rezultat, prin metoda aleasă de elev.

**Etapă județeană/a sectoarelor municipiului București a
olimpiadei de fizică
19 martie 2022
Barem de evaluare și de notare**

X

Pagina 8 din 10

3.3	2,25 pct
<p>Analizăm procesul la momentul în care presiunea gazului din vasul B este p_1. O cantitate foarte mică de gaz Δv trece din cilindrul A, prin dopul poros, în vasul B. Lucrul mecanic efectuat este $L = p\Delta V$.</p>	0,25
<p>Acesta este consumat pentru trecerea gazului prin dop $L_1 = (p - p_1)\Delta V_1$</p>	0,25
<p>și pentru variația energiei interne a acestuia $\Delta U = \Delta v C_V(T_1 - T)$.</p>	0,25
<p>Putem scrie relațiile: $p\Delta V = \Delta v C_V(T_1 - T) + (p - p_1)\Delta V_1$. $p\Delta V = \Delta v RT$ și $p_1\Delta V_1 = \Delta v RT_1$</p>	0,75
<p>Se obține: $\Delta v RT = \Delta v C_V(T_1 - T) + (p - p_1) \frac{\Delta v RT_1}{p_1}$</p>	0,25
<p>Și în final: $T_1 = \frac{R + C_V}{C_V + R \frac{p}{p_1} - R} T$.</p>	0,25
<p>Procesul încetează atunci când $p_1 = p$, deci: $T_{final} = \frac{C_p}{C_V} T = \gamma T$.</p>	0,25
<p>Notă pentru profesorii evaluatori*. Soluții alternative: Soluția 2: (masa de gaz introdusă în vasul B este sistemul termodinamic) Volumul de gaz V intră în vasul B ca urmare a efectuării asupra sa a lucrului mecanic $L = -pV.$ Ecuația Clapeyron-Mendeleev scrisă în starea inițială a volumul de gaz care urmează să treacă prin dop este $pV = \nu RT.$ Variația energiei sale interne este $\Delta U = \nu C_V(T_f - T),$ unde, exponentul adiabatic este $\gamma = \frac{C_p}{C_V},$ sau, folosind relația lui Mayer</p>	

- Orice rezolvare corectă ce ajunge la rezultatul corect va primi punctajul maxim pe itemul respectiv.
- Orice rezolvare corectă, dar care nu ajunge la rezultatul final, va fi punctată corespunzător, proporțional cu conținutul de idei prezent în partea cuprinsă în lucrare din totalul celor ce ar fi trebuit aplicate pentru a ajunge la rezultat, prin metoda aleasă de elev.

**Etapa județeană/a sectoarelor municipiului București a
olimpiadei de fizică
19 martie 2022
Barem de evaluare și de notare**

X

Pagina 9 din 10

<p>rezultă</p> $C_p = C_v + R,$ $C_v = \frac{R}{\gamma - 1}.$ <p>Principiul I al Termodinamicii se scrie ($Q = 0$):</p> $\Delta U + L = 0.$ <p>Din aceste relații rezultă:</p> $T_f = \gamma T.$ <p>Soluția 3: (volumul vasului B este volumul de control):</p> <p>Energia totală a gazului din vasul B crește în timpul procesului ca urmare a introducerii de gaz. Întrucât vasul este izolat adiabatic, iar gazul nu efectuează lucru mecanic asupra niciunui corp din exterior, atunci energia sa totală este energia sa internă.</p> <p>Într-un interval scurt de timp Δt din timpul procesului, presupunem că în vasul B intră Δv moli de gaz care se afla în tub, în fața dopului. Volumul acestei cantități de gaz, înainte de a trece prin dop este:</p> $\Delta V = S \Delta x,$ <p>unde S este aria secțiunii transversale a tubului de legătură.</p> <p>Gazul trece prin dop ca urmare a împingerii sale prin dop de către forța de presiune</p> $F = pS.$ <p>Aceasta efectuează lucrul mecanic asupra cantității de gaz</p> $L = F \cdot \Delta x.$ <p>Prin urmare:</p> $L = pS \Delta x = p \Delta V.$ <p>Utilizând ecuația Capeyron-Mendeleev</p> $p \Delta V = \Delta v RT,$ <p>în fine, lucrul se scrie:</p> $L = \Delta v RT,$ <p>Energia internă a cantității de gaz Δv care urmează să treacă prin dop este:</p> $\Delta v C_v T,$ <p>unde C_v poate fi exprimat folosind definiția exponentului Poisson</p> $\gamma = \frac{C_p}{C_v}$ <p>și relația lui Rober Mayer:</p>		
---	--	--

1. Orice rezolvare corectă ce ajunge la rezultatul corect va primi punctajul maxim pe itemul respectiv.
2. Orice rezolvare corectă, dar care nu ajunge la rezultatul final, va fi punctată corespunzător, proporțional cu conținutul de idei prezent în partea cuprinsă în lucrare din totalul celor ce ar fi trebuit aplicate pentru a ajunge la rezultat, prin metoda aleasă de elev.

**Etapa județeană/a sectoarelor municipiului București a
olimpiadei de fizică
19 martie 2022
Barem de evaluare și de notare**

X

Pagina 10 din 10

<p>$C_p = C_v + R.$</p> <p>Din aceste relații rezultă</p> $C_v = \frac{R}{\gamma - 1}.$ <p>Prin urmare, creșterea energiei interne a gazului din vasul B, după introducerea unei cantități Δv de gaz este</p> $\Delta U = \frac{\Delta v RT}{\gamma - 1} + \Delta v RT = \frac{\gamma}{\gamma - 1} \Delta v RT.$ <p>Scriind această relație între stările inițială și finală, se obține</p> $U_f - U_i = \frac{\gamma}{\gamma - 1} (v_f - v_i) RT,$ <p>sau, ținând cont că</p> $v_i = 0,$ $U_i = 0$ <p>și că</p> $U_f = v_f C_v T_f = \frac{v_f R T_f}{\gamma - 1},$ <p>atunci</p> $T_f = \gamma T.$		
Oficiu		1

Barem propus de:

prof. Constantin GAVRILĂ, Colegiul Național "Sfântul Sava", București
prof. VÖRÖS Alpár István Vita, Liceul Teoretic "Apáczai Csere János", Cluj-Napoca
prof. Viorel SOLSCHI, Colegiul Național „Mihai Eminescu”, Satu Mare

* Observațiile, notele și soluțiile alternative, însușite de propunători, aparțin dlui conf. univ. dr. Sebastian Popescu.

1. Orice rezolvare corectă ce ajunge la rezultatul corect va primi punctajul maxim pe itemul respectiv.
2. Orice rezolvare corectă, dar care nu ajunge la rezultatul final, va fi punctată corespunzător, proporțional cu conținutul de idei prezent în partea cuprinsă în lucrare din totalul celor ce ar fi trebuit aplicate pentru a ajunge la rezultat, prin metoda aleasă de elev.