

# Olimpiada Națională de Fizică

## Vaslui 2015

### Proba teoretică

# VIII

#### 1. Caracteristici electrice

Dani și Alexia doresc să determine caracteristicile unui generator electric și parametri nominali de funcționare ai unui bec cu filament. Pentru aceasta realizează circuitul electric a cărui schemă este prezentată în figura 1. Se cunoaște  $R = 18\Omega$ , iar instrumentele de măsură sunt considerate ideale. După efectuarea măsurătorilor ei obțin graficul reprezentat prin linia punctată din diagrama de pe Foaia de răspuns **CARACTERISTICI ELECTRICE**.

a) Determină t.e.m.  $E$  și rezistența internă  $r$  ale generatorului utilizat.

b) Înlocuind  $R_p$  cu un bec electric cu filament, cei doi elevi obțin caracteristica volt - amperică a becului reprezentată cu linie continuă pe aceeași diagramă. Determină mărimile electrice nominale de funcționare a becului. Explică alura caracteristicii volt - amperice a acestuia.

c) Scrie expresia randamentului în funcție de intensitatea curentului,  $\eta = f(I)$ , într-un circuit simplu alimentat de la generatorul dat și reprezintă grafic această dependență. Marchează pe grafic punctul corespunzător transferului maxim de putere către circuitul exterior și precizează coordonatele acestui punct.

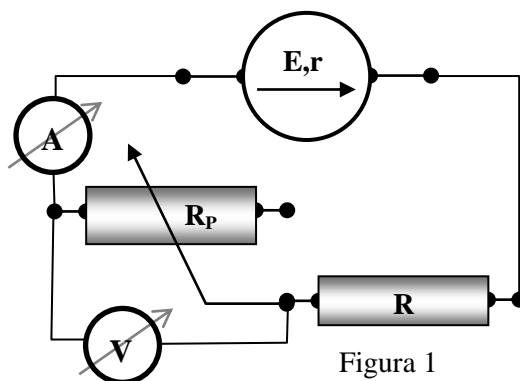


Figura 1

#### 2. Fenomene termice

Dani și Alexia efectuează câteva experimente pentru un proiect pe care trebuie să-l prezinte în fața colegilor.

a) Ei toarnă apă ( $\rho = 1 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$ ) în vasele comunicante din figura alăturată

ale căror secțiuni constante au ariile  $S_1 = 20\text{cm}^2$ ,  $S_2 = 60\text{cm}^2$  și  $S_3 = 40\text{cm}^2$ . În vasul cu secțiunea cea mai mare Dani introduce un cub cu masa  $m = 60\text{g}$  care, la echilibru, plutește. Determină cu cât a crescut presiunea hidrostatică exercitată pe fundul fiecărui vas, considerând

temperatura constantă. ( $g = 10 \frac{\text{N}}{\text{kg}}$ )

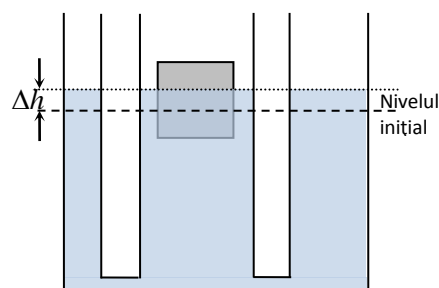


Figura 2

b) Alexia constată că o bucată de gheață impură, cu incluziuni de nisip și bule fine de aer plutește într-un vas cu pereți verticali și cu secțiunea transversală interioară (constantă)  $S = 1\text{dm}^2$ . Determină masa de nisip „înghețat” știind că imediat după topirea gheții nivelul apei din vas s-a micșorat cu  $\Delta h = 1\text{mm}$ . Densitatea nisipului este  $\rho_n = 3 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$ , densitatea apei  $\rho_a = 1 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$ , iar densitatea aerului este neglijabilă.

c) Dani introduce într-un pahar cu pereți subțiri în care se află 200grame de apă un încălzitor electric, minuscul, cu puterea de 50 W. El constată că temperatura apei crește treptat, însă ea nu depășește valoarea de  $60^\circ\text{C}$ . Decuplează încălzitorul și acoperă paharul cu un capac termoizolant și constată că în 20 de secunde, temperatura apei scade de la  $60^\circ\text{C}$  la  $59^\circ\text{C}$ . Dani reia experiența și așează paharul pe o masă termoizolantă. Când temperatura ajunge la  $60^\circ\text{C}$  el decuplează încălzitorul, lasă paharul neacoperit și constată că scăderea temperaturii de la  $60^\circ\text{C}$  la  $59^\circ\text{C}$  se produce în 30 de secunde. În câte secunde s-ar produce încălzirea apei de la

1. Fiecare dintre subiectele 1, 2, respectiv 3 se rezolvă pe o foaie separată care se secretizează.
2. În cadrul unui subiect, elevul are dreptul să rezolve în orice ordine cerințele.
3. Durata probei este de 3 ore din momentul în care s-a terminat distribuirea subiectelor către elevi.
4. Elevii au dreptul să utilizeze calculatoare de buzunar, dar neprogramabile.
5. Fiecare subiect se punctează de la 10 la 1 (1 punct din oficiu). Punctajul final reprezintă suma acestora.

59°C la 60°C când paharul s-ar afla acoperit cu același capac pe masa termoizolantă, încălzitorul fiind cuplat? Capacitățile calorice ale paharului și încălzitorului sunt neglijabile, iar căldura specifică a apei este

$$c = 4200 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}}.$$

### 3. O balanță pentru gaze

Alexia și Dani construiesc o balanță pentru studiul gazelor reprezentată în figura 3.

Țeava rigidă omogenă  $AO'$  este sprijinită în punctul  $O$  în jurul căruia se poate roti fără frecare. La capătul  $A$  are fixată o contragreutate de volum neglijabil. Pe brațul  $OO'$ , de lungime  $L=100\text{cm}$ , culisează un cursor  $C$  având masa  $m_c=150\text{g}$ . De capătul  $O'$  este atârnat, cu ajutorul unui fir inextensibil, moale și subțire, un balon de volum mare cu pereții foarte subțiri și rigizi. Masa materialului din care este confecționat balonul este  $m_b=50\text{g}$ .

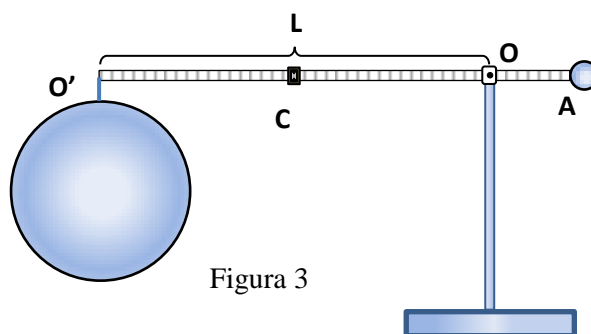


Figura 3

a) Inițial balonul conține o masă  $m_{\text{aer}}=84,387\text{g}$  de aer la presiunea atmosferică. Alexia constată că sistemul se află în echilibru când cursorul se află la mijlocul brațului  $OO'$ .

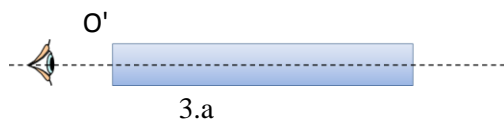
a<sub>1</sub>) Scrie condiția de echilibru în acest caz.

a<sub>2</sub>) Dani înlocuiește aerul din balon cu dioxid de carbon ( $m_{\text{CO}_2}=128\text{g}$ ). Precizează sensul deplasării

cursorului pentru a restabili echilibrul balanței (țeava orizontală) și determină valoarea  $x$  a deplasării.

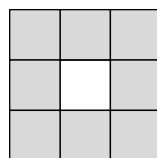
b) Alexia înlocuiește dioxidul de carbon cu heliu ( $m_{\text{He}}=11\text{g}$ ). Reprezintă configurația elementelor din sistem, figurează forțele ce acționează, scrie condiția de echilibru și determină distanța  $y$  pe care trebuie deplasat cursorul, față de poziția inițială (cursorul la mijlocul brațului  $OO'$ ), pentru a restabili echilibrul balanței (țeava orizontală).

c) Alexia demontează balanța și privește prin țeavă de-a lungul axului longitudinal (figura 3.a) Secțiunea transversală a țevii este un pătrat.

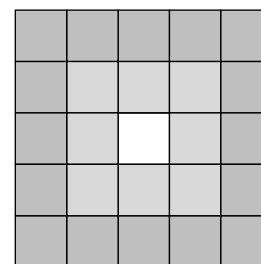


3.a

3.b



3.c



Când ochiul ei este situat la distanța  $d_1$  față de capătul  $O'$  al barei Alexia observă 9 pătrate (figura 3.b). Când ochiul Alexiei este situat la distanța  $d_2$  față de capătul  $O'$  al barei ea observă 25 de pătrate (figura 3.c). Reprezintă razele de lumină ce ajung la ochiul Alexiei pentru cele două poziții ale ochiului. Determină expresia distanțelor  $d_1$  și  $d_2$  în funcție de lungimea  $l$  a țevii.

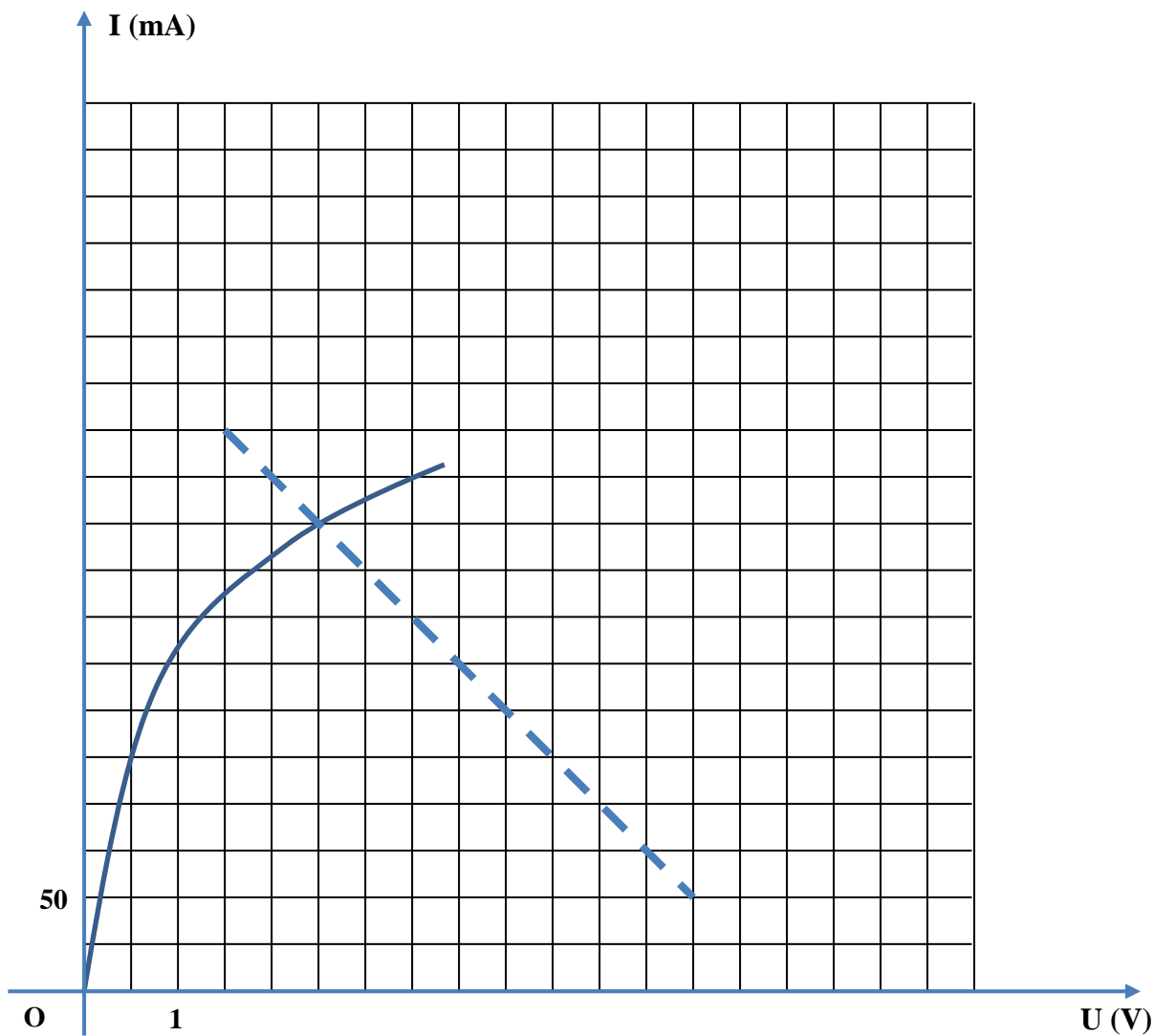
Subiecte propuse de:

Prof. Ion Băraru, Colegiul Național „Mircea cel Bătrân” – Constanța,  
Prof. Florina Bărbulescu, Centrul Național Evaluare și Examinare  
Prof. Florin Măceșanu, Școala Gimnazială „Ștefan cel Mare” – Alexandria  
Prof. Constantin Rus, Colegiul Național „Liviu Rebreanu” – Bistrița

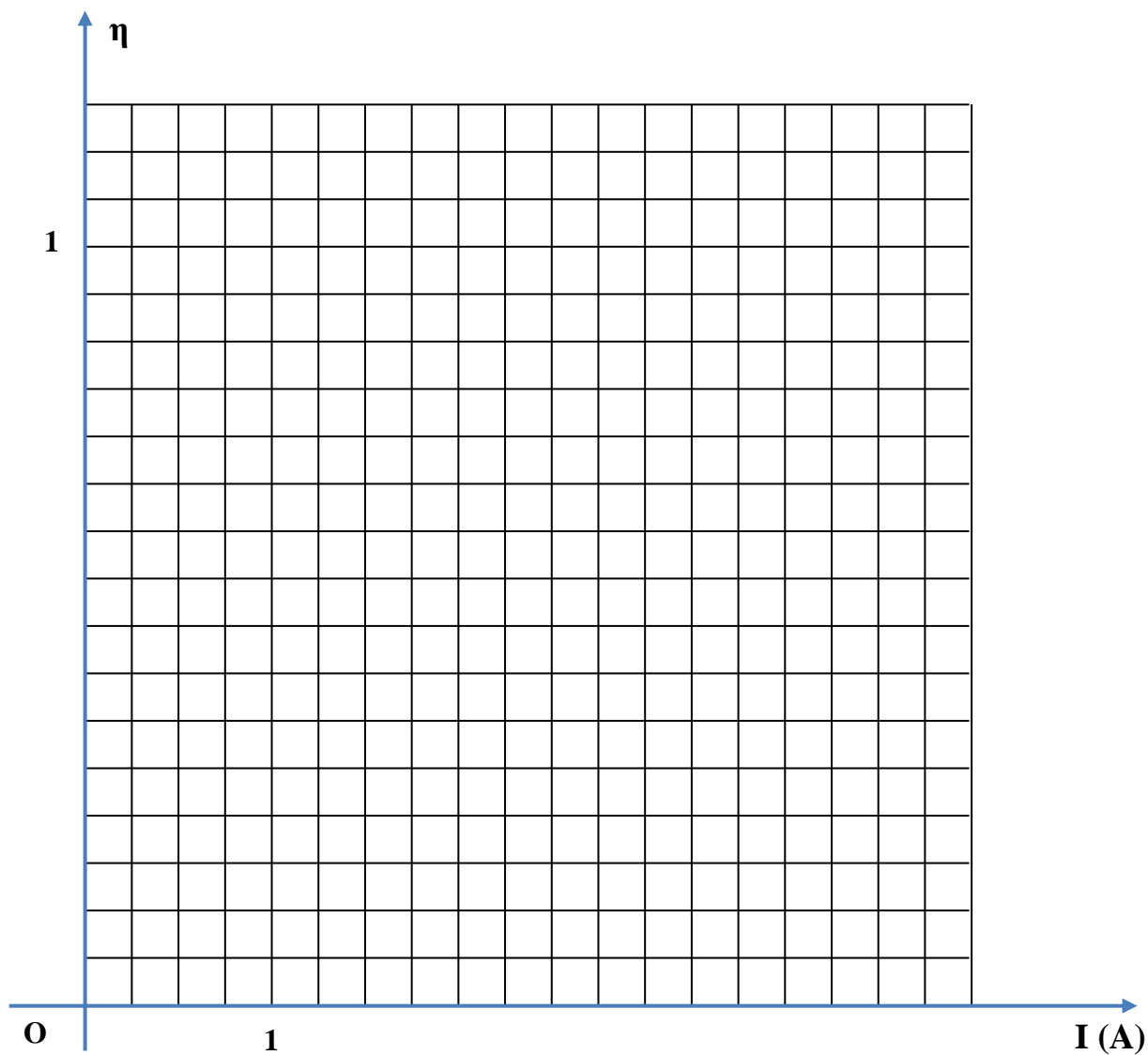
1. Fiecare dintre subiectele 1, 2, respectiv 3 se rezolvă pe o foaie separată care se secretizează.
2. În cadrul unui subiect, elevul are dreptul să rezolve în orice ordine cerințele.
3. Durata probei este de 3 ore din momentul în care s-a terminat distribuirea subiectelor către elevi.
4. Elevii au dreptul să utilizeze calculatoare de buzunar, dar neprogramabile.
5. Fiecare subiect se punctează de la 10 la 1 (1 punct din oficiu). Punctajul final reprezintă suma acestora.

**Foaie de răspuns\* CARACTERISTICI ELECTRICE**

\*Această foaie o vei anexa la foaia secretizată pe care ai rezolvat subiectul 1

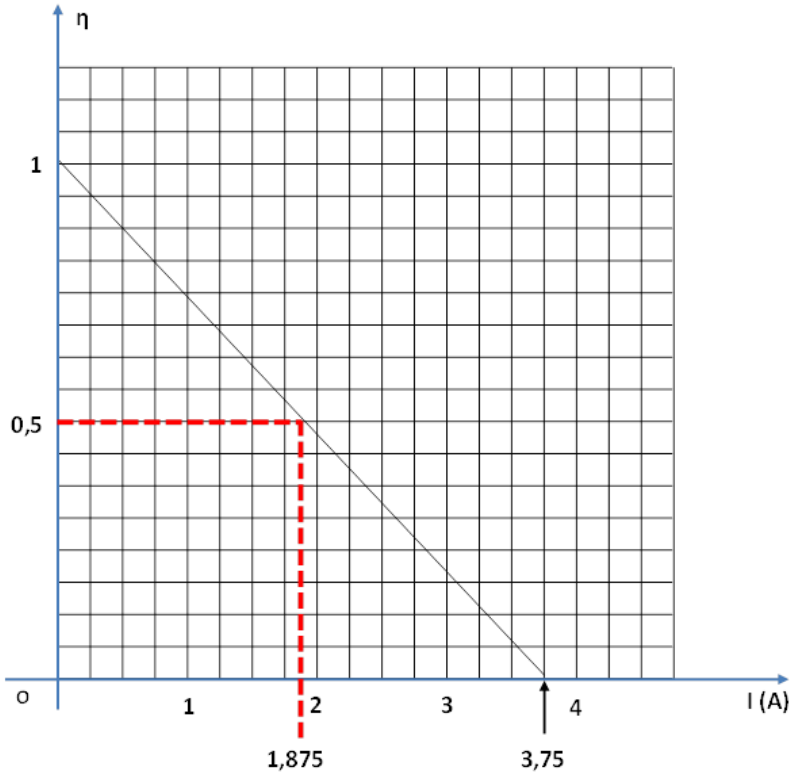


1. Fiecare dintre subiectele 1, 2, respectiv 3 se rezolvă pe o foaie separată care se secretizează.
2. În cadrul unui subiect, elevul are dreptul să rezolve în orice ordine cerințele.
3. Durata probei este de 3 ore din momentul în care s-a terminat distribuirea subiectelor către elevi.
4. Elevii au dreptul să utilizeze calculatoare de buzunar, dar neprogramabile.
5. Fiecare subiect se punctează de la 10 la 1 (1 punct din oficiu). Punctajul final reprezintă suma acestora.



1. Fiecare dintre subiectele 1, 2, respectiv 3 se rezolvă pe o foaie separată care se secretizează.
2. În cadrul unui subiect, elevul are dreptul să rezolve în orice ordine cerințele.
3. Durata probei este de 3 ore din momentul în care s-a terminat distribuirea subiectelor către elevi.
4. Elevii au dreptul să utilizeze calculatoare de buzunar, dar neprogramabile.
5. Fiecare subiect se punctează de la 10 la 1 (1 punct din oficiu). Punctajul final reprezintă suma acestora.

**Olimpiada Națională de Fizică - Vaslui 2015**
**Proba teoretică-**
**Barem de evaluare și de notare**
**VIII**

Subiectul 1. Caracteristici electrice	Parțial	Punctaj
Barem subiectul 1		<b>10</b>
a) Din grafic, se citesc valorile punctelor de intersecție cu axele $I = 0 \Rightarrow U = E = 7,5 \text{ V}$	1,5	<b>3</b>
$U = 0 \Rightarrow I = \frac{E}{R+r} = 375 \text{ mA} = 0,375 \text{ A}$ $r = 2 \Omega$	1,5	
b) Mărimile electrice nominale (parametrii nominali) de funcționare se obțin din punctul de intersecție al celor două grafice $I_n = 250 \text{ mA} = 0,25 \text{ A}$ $U_n = 2,5 \text{ V}$ , $P_n = 625 \text{ mW} = 0,625 \text{ W}$ , $R_n = 10 \Omega$ Explicație: În timpul funcționării becului caracteristica volt - amperică se abate de la forma liniară deoarece rezistența becului crește cu temperatura.	0,5 2 0,5	<b>3</b>
c) $\eta = 1 - \frac{rI}{E} = 1 - \frac{I}{I_{sc}}$	1	<b>3</b>
	1	
$\eta_m = 0,5$ ; $I_m = \frac{I_{sc}}{2} = 1,875 \text{ A}$	1	
Oficiu		<b>1</b>

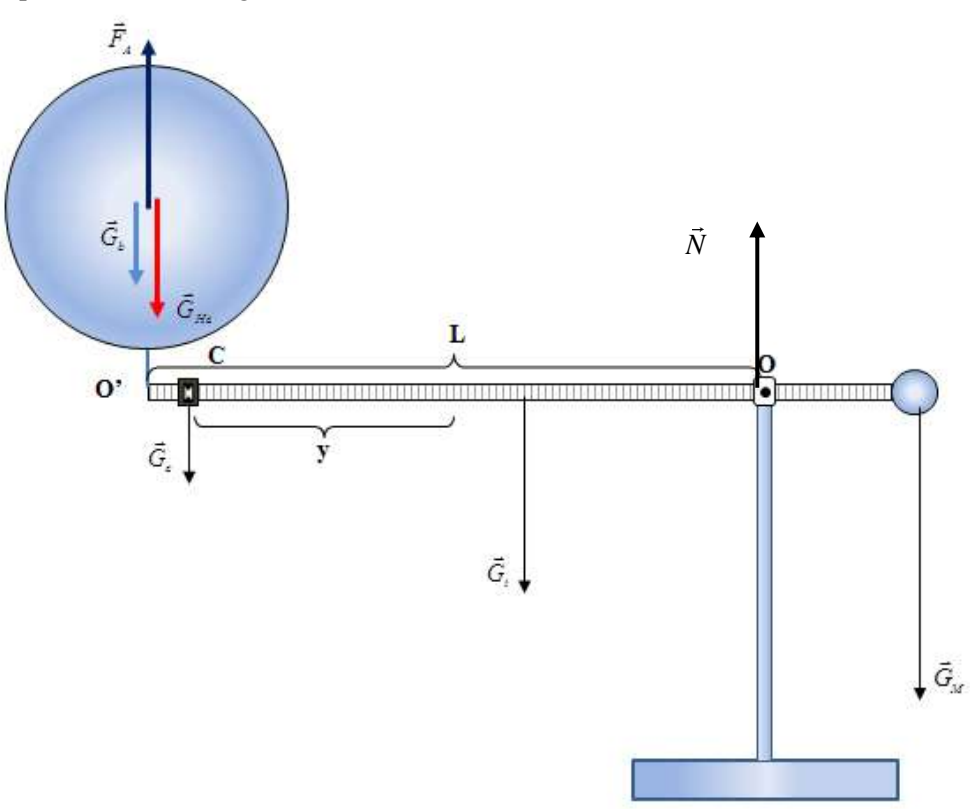
1. Orice rezolvare corectă ce ajunge la rezultatul corect va primi punctajul maxim pe itemul respectiv.
2. Orice rezolvare corectă, dar care nu ajunge la rezultatul final, va fi punctată corespunzător, proporțional cu conținutul de idei prezent în partea cuprinsă în lucrare din totalul celor ce ar fi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

Subiectul 2. Fenomene termice	Parțial	Punctaj
Barem subiectul 2		<b>10</b>
a) $mg = F_A$ $mg = \rho g (S_1 + S_2 + S_3) \Delta h$	1,5	<b>3</b>
$\Delta p = \rho g \Delta h$ , $\Delta p = \frac{mg}{S_1 + S_2 + S_3}$ ,	1	
$\Delta p = 50 \text{ Pa}$	0,5	
b) Condiția de plutire a gheții: $\rho_a g V_0 = \rho_g g V_g + \rho_n g V_n$ , unde $V_0$ este volumul de apă dezlucuită, $V_g$ este volumul de gheață curată, iar $V_n$ este volumul de nisip. $V_0 = \frac{\rho_g V_g + \rho_n V_n}{\rho_a}$	0,5	<b>3</b>
Nivelul inițial al apei din vas era $h_0$ , după introducerea bucății de gheață cu nisip el urcă la $h_1 = h_0 + \frac{V_0}{S} = h_0 + \frac{\rho_g V_g + \rho_n V_n}{S \rho_a}$ .	0,5	
Masa de apă rezultată prin topirea gheții curate este: $m_a = \rho_a V_x = \rho_g V_g$ $V_x = V_g \frac{\rho_g}{\rho_a}$ .	1	
Nivelul apei după topirea gheții: $h_2 = h_0 + \frac{1}{S} \left( V_n + \frac{\rho_g}{\rho_a} V_g \right)$ .		
$\Delta h = h_1 - h_2 = \frac{1}{S} \left( \frac{\rho_n}{\rho_a} - 1 \right) V_n = \frac{M_n}{S} \left( \frac{1}{\rho_a} - \frac{1}{\rho_n} \right)$ $M_n = \frac{S \Delta h \rho_n \rho_a}{\rho_n - \rho_a}$ $M_n = 15 \text{ g}$	1	
c) $P \Delta t = (q_{\text{pereti}} + q_{\text{sup}} + q_{\text{inf}}) \Delta t$ , unde $q$ - pierderea de căldură în unitatea de timp	0,5	<b>3</b>
$mc \Delta \theta = (q_{\text{pereti}} + q_{\text{inf}}) \Delta t_1$ , $\Delta t_1 = 20 \text{ s}$	0,5	
$mc \Delta \theta = (q_{\text{pereti}} + q_{\text{sup}}) \Delta t_2$ , $\Delta t_2 = 30 \text{ s}$	0,5	
$mc \Delta \theta + q_{\text{pereti}} \Delta t_3 = P \Delta t_3$	0,5	
$\Delta t_3 = \frac{mc \Delta \theta}{2P - mc \Delta \theta} \cdot \frac{\Delta t_1 + \Delta t_2}{\Delta t_1 \cdot \Delta t_2}$ $\Delta t_3 = 28 \text{ s}$	1	
Oficiu		<b>1</b>

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.

Subiectul 3. O balanță pentru gaze	Parțial	Punctaj
Barem subiectul 3		10
<p>a) a<sub>1</sub>) Inițial tensiunea din fir este:</p> $T = m_{aer}g + m_b g - \rho_{aer} V_b g = m_{aer}g + m_b g - m_{aer}g = m_b g$ $T \cdot L + m_c g \frac{L}{2} + m_i g \frac{L-l}{2} = Mg l$ $m_b g \cdot L + m_c g \frac{L}{2} + m_i g \frac{L-l}{2} = Mg l \quad (1)$	1p	
		3
<p>a<sub>2</sub>) <math>T' = m_{CO_2}g + m_b g - \rho_{aer} V_b g = m_{CO_2}g + m_b g - m_{aer}g</math></p> $T' \cdot L + m_c g \left( \frac{L}{2} - x \right) + m_i g \frac{L-l}{2} = Mg l$ $\left( m_{CO_2}g + m_b g - m_{aer}g \right) \cdot L + m_c g \left( \frac{L}{2} - x \right) + m_i g \frac{L-l}{2} = Mg l \quad (2)$	1p	

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.

<p>Din relațiile(1) și (2) obținem: <math>m_{CO_2}L = m_{aer}L + m_c \cdot x</math></p> $x = \frac{m_{CO_2} - m_{aer}}{m_c} \cdot L$ <p><math>x = 29\text{cm}</math> cursorul se deplasează spre dreapta</p>	1p	
<p>b) Reprezentarea* configurației elementelor sistemului</p> 	0,5	4
<p>*dacă balonul este reprezentat sub țevă se acordă 0,25p</p>		
<p>Reprezentarea forțelor</p>	0,5	
$T'' = \rho_{aer} V_b g - (m_{He} g + m_b g) = m_{aer} g - g(m_{He} + m_b)$ $m_c g \left( \frac{L}{2} + y \right) + m_i g \frac{L - l}{2} = Mg l + T'' \cdot L$ $m_c g \left( \frac{L}{2} + y \right) + m_i g \frac{L - l}{2} = Mg l + [m_{aer} g - g(m_{He} + m_b)] \cdot L \quad (3)$	2	
<p>Din relațiile 1 și 3 obținem:</p> $y = \frac{m_{aer} - m_{He}}{m_c} \cdot L$ <p><math>y = 48,9\text{cm}</math></p>	1	

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.



c) Reprezentarea razelor de lumină			
		1	2
$\Delta O_1MD \square \Delta O_1NA_1 ; \frac{d_1}{\ell + d_1} = \frac{a}{3a} \Rightarrow d_1 = \frac{\ell}{2}$ $\Delta O_2MD \square \Delta O_2NC_2 ; \frac{d_2}{\ell + d_2} = \frac{a}{5a} \Rightarrow d_2 = \frac{\ell}{4}$		1	
Oficiu			1

*Barem propus de:*

*Prof. Ion Băraru, Colegiul Național „Mircea cel Bătrân” – Constanța,*

*Prof. Florina Bărbulescu, Centrul Național Evaluare și Examinare*

*Prof. Florin Măceșanu, Școala Gimnazială „Ștefan cel Mare” – Alexandria*

*Prof. Constantin Rus, Colegiul Național „Liviu Rebreanu” – Bistrița*

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.