



# Olimpiada Națională de Fizică

## Breaza 2018

### Barem proba teoretică

# X

Pagina 1 din 7

Subiectul I	Parțial	Punctaj
		<b>10</b>
<b>A. Conductivitatea termică a materialelor ...</b>		<b>4</b>
<b>Sarcina de lucru 1</b>		<b>2p</b>
$\frac{\Delta Q_1}{\Delta t} = k_1 S \frac{T - T_1}{L_1}$ $\frac{\Delta Q_2}{\Delta t} = k_2 S \frac{T_2 - T}{L_2}$ $\frac{\Delta Q_1}{\Delta t} = \frac{\Delta Q_2}{\Delta t}$ $T = \frac{k_2 T_2 L_1 + k_1 T_1 L_2}{k_1 L_2 + k_2 L_1} = 300 \text{ K}$	<p>0,5p</p> <p>0,5p</p> <p>0,5p</p> <p>0,5p</p>	
<b>Sarcina de lucru 2</b>		<b>2p</b>
$\frac{\Delta Q_{AB}}{\Delta t} = \frac{\Delta Q}{\Delta t}$	0,5p	
$S \cdot \frac{T_2 - T_1}{\frac{L_1}{k_1} + \frac{L_2}{k_2}} = k \cdot S \cdot \frac{T_2 - T_1}{L}$	0,5p	
$k = \frac{L}{\frac{L_1}{k_1} + \frac{L_2}{k_2}};$	0,5p	
$k = 300 \frac{\text{W}}{\text{m} \cdot \text{K}}$	0,5p	
<b>B. Motor termic</b>		<b>5</b>
<b>Sarcina de lucru 3</b>		<b>2,5</b>
<p><b>3.a.</b></p> <p>Pentru a se obține cantitatea maximă de lucru mecanic, motorul din sistem trebuie să fie un motor Carnot. Așa cum este cunoscut, pentru acest motor cantitățile de căldură schimbate de motor cu cele două surse și temperaturile acestor surse sunt legate prin relația</p> $\frac{\Delta Q_{cald}}{T_{cald}} = \frac{\Delta Q_{rece}}{T_{rece}}$ <p>Pentru procesele elementare în care sursele trec din starea <math>i</math> în starea <math>i + 1</math> se poate deci scrie că</p> $\frac{\Delta Q_{A,i}}{T_{A,i}} = \frac{\Delta Q_{B,i}}{T_{B,i}} \quad (1)$	<p>0,5</p> <p>0,5</p>	
<p><b>3.b.</b></p> <p>Modulul cantității de căldură cedată de corpul cald, A, în procesul în care trece de la starea <math>i</math> la starea <math>i + 1</math> este <math>\Delta Q_{A,i} = m \cdot c \cdot (T_{A,i} - T_{A,i+1}) = m \cdot c \cdot \frac{T_{A,i} - T_{A,i+1}}{n}</math>.</p> <p>Modulul cantității de căldură primită de corpul rece, B, în procesul în care trece de la starea <math>i</math> la starea <math>i + 1</math> este <math>\Delta Q_{B,i} = m \cdot c \cdot (T_{B,i+1} - T_{B,i}) = m \cdot c \cdot \frac{T_{B,i+1} - T_{B,i}}{n}</math>.</p>	0,25	

- Orice rezolvare corectă ce ajunge la rezultat 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.



# Olimpiada Națională de Fizică Breaza 2018 Barem proba teoretică

# X

Pagina 2 din 7

<p>Relația (1) se poate scrie evident sub formele succesive</p> $\frac{m \cdot c \cdot (T_{A,i} - T_{A,i+1})}{T_{A,i}} = \frac{m \cdot c \cdot (T_{B,i+1} - T_{B,i})}{T_{B,i}} \quad (2)$ $\frac{(T_{A,i} - T_{A,i+1})}{T_{A,i}} = \frac{(T_{B,i+1} - T_{B,i})}{T_{B,i}} \quad (3)$ $\frac{T_A - T_0}{T_A - \frac{T_A - T_0}{n} - i} = \frac{T_0 - T_B}{T_B + \frac{T_0 - T_B}{n} - i} \quad (4)$	0,25	
<p>Sumând de la 0 la <math>n - 1</math> din relația (4) se obține</p> $\sum_{i=0}^{n-1} \frac{T_A - T_0}{T_A - \frac{T_A - T_0}{n} - i} = \sum_{i=0}^{n-1} \frac{T_0 - T_B}{T_B + \frac{T_0 - T_B}{n} - i} \quad (5)$	0,25	
<p>Suma din primul termen al relației (5) se poate scrie ca</p> $\sum_{i=0}^{n-1} \frac{T_A - T_0}{T_A + \frac{T_0 - T_A}{n} - i} = - \sum_{i=0}^{n-1} \frac{1}{\frac{T_A - T_0}{T_0 - T_A} + i} \quad (6)$ <p>Conform formulei date în enunț</p> $- \sum_{i=0}^{n-1} \frac{1}{\frac{T_A - T_0}{T_0 - T_A} + i} = - \ln \frac{T_0}{T_A} = \ln \frac{T_A}{T_0} \quad (7)$	0,25	
<p>Suma din cel de-al doilea termen al relației (5) se scrie ca</p> $\sum_{i=0}^{n-1} \frac{T_0 - T_B}{T_B + \frac{T_0 - T_B}{n} - i} = \sum_{i=0}^{n-1} \frac{1}{\frac{T_B - T_0}{T_0 - T_B} + i} \quad (8)$ <p>Conform formulei date în enunț</p> $\sum_{i=0}^{n-1} \frac{1}{\frac{T_B - T_0}{T_0 - T_B} + i} = \ln \frac{T_0}{T_B} \quad (9)$	0,25	
<p>Ca urmare relația (5) devine: <math>\ln \frac{T_A}{T_0} = \ln \frac{T_0}{T_B}</math> <span style="float: right;">(10)</span></p> <p>de unde: <math>T_0 = \sqrt{T_A \cdot T_B}</math> <span style="float: right;">(11)</span></p>	0,25	
<p>Sarcina de lucru 4</p> <p><b>4.a.</b></p> $L = Q_{\text{primit}} -  Q_{\text{cedat}} $ $Q_{\text{primit}} = mc(T_A - T_0)$ $ Q_{\text{cedat}}  = mc(T_0 - T_B)$ $L = mc(T_A + T_B - 2T_0) \Rightarrow L = mc(\sqrt{T_A} - \sqrt{T_B})^2$	0,50 0,25 0,25 0,50	<b>2,5</b>
<p><b>4.b.</b></p> $\eta = L / Q_{\text{primit}}$ $\eta = \frac{mc(\sqrt{T_A} - \sqrt{T_B})^2}{mc\sqrt{T_A}(\sqrt{T_A} - \sqrt{T_B})} \Rightarrow \eta = 1 - \sqrt{\frac{T_B}{T_A}}$	0,50 0,50	
Oficiu		<b>1p</b>

Barem de evaluare propus de:

prof. Ion TOMA – Colegiul Național Mihai Viteazul, București

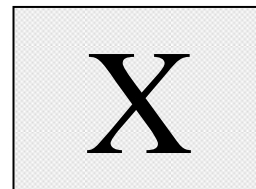
- Orice rezolvare corectă ce ajunge la rezultat va primi punctajul maxim pe itemul respectiv.
- Orice rezolvare corectă, dar care nu ajunge la rezultatul final, va fi punctată corespunzător, proporțional cu conținutul de idei prezent în partea cuprinsă în lucrare din totalul celor ce ar fi trebuit aplicate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



# Olimpiada Națională de Fizică

## Breaza 2018

### Barem proba teoretică



Pagina 3 din 7

conf. univ. dr. Adrian DAFINEI – Facultatea de Fizică, București

Subiectul al II-lea	Parțial	Punctaj
<b>Meteorologie</b>		<b>10</b>
<b>Sarcina de lucru 1</b>		<b>4p</b>
<b>1.a.</b> $\rho_A \cdot V = \frac{m}{\mu_{aer}} RT_A \Rightarrow \rho_A = \frac{p_A \cdot \mu_{aer}}{R \cdot T_A}$ Numeric: $\rho_A \cong 1,16 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$	0,75p  0,25p	<b>(1p)</b>
<b>1.b.</b> În timpul ridicării de-a lungul versantului muntelui, aerul se destinde adiabetic. Ca urmare: $p_A^{1-\gamma} \cdot T_A^\gamma = p_B^{1-\gamma} \cdot T_B^\gamma \Rightarrow T_B = T_A \cdot \left( \frac{p_B}{p_A} \right)^{\frac{1}{1-\gamma}}$ Numeric: $T_B = 277\text{K}$	0,75p  0,25p	<b>(1p)</b>
<b>1.c.</b> Densitatea aerului la stația meteorologică $S_B$ : $\rho_B = \frac{p_B \cdot \mu_{aer}}{R \cdot T_B} \Rightarrow \rho_B = 0,951 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ Deoarece densitatea scade liniar cu înălțimea: $p_A - p_B = \frac{\rho_A + \rho_B}{2} \cdot g \cdot H \Rightarrow H = \frac{2(p_A - p_B)}{(\rho_A + \rho_B) \cdot g}$ Numeric: $H \cong 2,35 \cdot 10^3 \text{ m}$	0,75p  0,75p  0,50p	<b>(2p)</b>
<b>Sarcina de lucru 2</b>		<b>5p</b>
<b>2.a.</b> $p'_A \cdot V = \left( \frac{m_a}{\mu_{aer}} + \frac{m_v}{\mu_{apă}} \right) RT'_A$ $p_v \cdot V = \frac{m_v}{\mu_{apă}} RT'_A$ Împărțind relațiile anterioare membru cu membru obținem: $\frac{p'_A}{p_v} = \frac{\frac{m_a}{\mu_{aer}} + \frac{m_v}{\mu_{apă}}}{\frac{m_v}{\mu_{apă}}} \Rightarrow \frac{p'_A}{p_v} = \frac{m_a \left( \frac{1}{\mu_{aer}} + \frac{x}{\mu_{apă}} \right)}{m_a \frac{x}{\mu_{apă}}}$ Astfel încât: $p_v = \frac{x \cdot p'_A}{\frac{\mu_{apă}}{\mu_{aer}} + x}$ Numeric: $p_v \cong 1,58 \cdot 10^3 \text{ Pa}$	0,25  0,25  0,5  0,25  0,25	<b>(1,5p)</b>

- Orice rezolvare corectă ce ajunge la rezultat 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.



# Olimpiada Națională de Fizică Breaza 2018 Barem proba teoretică

# X

Pagina 4 din 7

<b>2.b.</b> $\rho'_A = \frac{m_a + m_v}{V} = \frac{m_v \left( \frac{1}{x} + 1 \right)}{V}$	0,25	<b>(1p)</b>
Rezultă: $\rho'_A = \frac{p_v \cdot \mu_{ap\breve{a}}}{R \cdot T'_A} \cdot \frac{1+x}{x} \Rightarrow \rho'_A = \frac{p'_A \cdot \mu_{ap\breve{a}}}{R \cdot T'_A} \cdot \frac{1+x}{\frac{\mu_{ap\breve{a}}}{\mu_{aer}} + x}$	0,50	
Numeric: $\rho'_A \cong 1,15 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$	0,25	
<b>2.c.</b> Masa de apă căzută pe unitatea de suprafață: $\frac{m_{ap\breve{a}}}{S} = \frac{m_{cond}}{M} \cdot m \cdot \frac{\Delta t_{ploaie}}{\tau}$ $\rho_{ap\breve{a}} = \frac{m_{ap\breve{a}}}{S \cdot h} \Rightarrow h = \frac{m_{ap\breve{a}}}{S \cdot \rho_{ap\breve{a}}}$ Numeric: $h = 20 \text{ mm}$	1,00  0,25  0,25	<b>(1,5p)</b>
<b>2.d.</b> Căldura latentă eliberată ca urmare a condensării în coloana de aer cu aria secțiunii transversale S este: $Q = \frac{m_{cond}}{M} \cdot m \cdot S \cdot \lambda$ Numeric: $Q = 1,25 \cdot 10^7 \text{ J}$	0,75  0,25	<b>(1p)</b>
Oficiu		<b>1p</b>

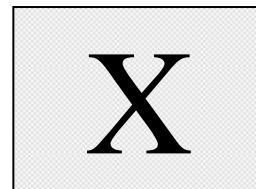
*Barem de evaluare propus de:*

prof. Liviu BLANARIU – Centrul Național de Evaluare și Examinare, București  
conf. univ. dr. Adrian DAFINEI – Facultatea de Fizică, București

1. Orice rezolvare corectă ce ajunge la rezultat 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.



# Olimpiada Națională de Fizică Breaza 2018 Barem proba teoretică



Pagina 5 din 7

## *Subiectul al III-lea A. La o consultație oftalmologică*

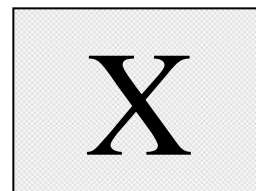
Nr. item	Sarcina de lucru nr.1	Punctaj
1.a.		0,8p
	$\operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} = \frac{a_k}{2 D_k}$ 0,2p	
	$a_k \cong \alpha \cdot D_k$ 0,2p	
	$\operatorname{tg} \frac{\beta}{2} = \frac{b_k}{2 D_k}$ 0,2p	
	$b_k \cong \beta \cdot D_k$ 0,2p	
1.b.		0,6p
	$k = 2 \quad a_2 = 26,2 \text{ mm} \quad b_2 = 5,2 \text{ mm}$ $k = 4 \quad a_4 = 17,4 \text{ mm} \quad b_4 = 3,5 \text{ mm}$ $k = 6 \quad a_6 = 8,7 \text{ mm} \quad b_6 = 1,7 \text{ mm}$	6x 0,1p
Nr. item	Sarcina de lucru nr.2	Punctaj
2.a.		1,0p
	distanța focală a lentilei de contact, prescrise de medic pentru corectarea miopiei de la ochiul drept $f^{(d)} = \frac{1}{C^{(d)}}$ 0,2p	
	$x_{2,min}^{(d)} = \frac{x_{1,min}^{(d)} \cdot f^{(d)}}{x_{1,min}^{(d)} + f^{(d)}}$ 0,3p	
	$x_{2,min}^{(d)} = -\frac{200}{19} \text{ cm} \quad x_{2,min}^{(d)} = -10,5 \text{ cm}$	
	$d_{min}^{(d)} =  x_{2,min}^{(d)}  \quad d_{min}^{(d)} = 10,5 \text{ cm}$ 0,1p	
	$x_{2,max}^{(d)} = f^{(d)}$ 0,3p	
	$x_{2,max}^{(d)} = -\frac{200}{9} \text{ cm} \quad x_{2,max}^{(d)} = -22,2 \text{ cm}$	
	$d_{max}^{(d)} =  x_{2,max}^{(d)}  \quad d_{max}^{(d)} = 22,2 \text{ cm}$ 0,1p	

*Subiectul al III-lea – Barem de evaluare*

1. Orice rezolvare corectă ce ajunge la rezultat 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.



# Olimpiada Națională de Fizică Breaza 2018 Barem proba teoretică



Pagina 6 din 7

<b>2.b.</b>		<b>0,6p</b>
	distanța focală a lentilei de contact, prescrise de medic pentru corectarea miopiei de la ochiul stâng $f^{(s)} = \frac{1}{C^{(s)}}$	0,1p
	$x_{2,min}^{(s)} = \frac{x_{1,min}^{(s)} \cdot f^{(s)}}{x_{1,min}^{(s)} + f^{(s)}}$ $x_{2,min}^{(s)} = -\frac{200}{17} \text{ cm} \quad x_{2,min}^{(s)} = -11,8 \text{ cm}$	0,2p
	$x_{2,max}^{(s)} = f^{(s)}$ $x_{2,max}^{(s)} = -\frac{200}{7} \text{ cm} \quad x_{2,max}^{(s)} = -28,6 \text{ cm}$	0,2p
	$d^{(s)} \in [11,8 \text{ cm}, 28,6 \text{ cm}]$	0,1p
<b>2.c.</b>		<b>1,0p</b>
	$x_{1,min}^{*(d)} = \frac{x_{2,min}^{(d)} \cdot f^{(s)}}{f^{(s)} - x_{2,min}^{(d)}}$	0,2p
	$x_{1,min}^{*(d)} = -\frac{50}{3} \text{ cm} \quad x_{1,min}^{*(d)} = -16,7 \text{ cm}$	0,2p
	$x_{1,max}^{*(d)} = \frac{x_{2,max}^{(d)} \cdot f^{(s)}}{f^{(s)} - x_{2,max}^{(d)}}$	0,2p
	$x_{1,max}^{*(d)} = -100 \text{ cm}$	0,2p
	$d^{*(d)} \in [16,7 \text{ cm}, 100 \text{ cm}]$	0,2p

## B. Peștele țințar

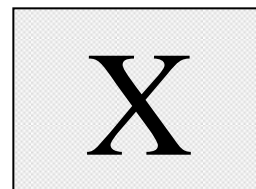
Nr. item	Sarcina de lucru nr.1	Punctaj
<b>1.a.</b>		<b>0,5p</b>
	legea refracției $n \cdot \sin \alpha = \sin \beta$	0,3p
	$\beta = 45^\circ$	0,2p
<b>1.b.</b>		<b>1,5p</b>
	$n \cdot \sin(\alpha + \Delta\alpha) = \sin(\beta + \Delta\beta)$	0,5p
	$n \cdot \sin \alpha + n \cdot \Delta\alpha \cdot \cos \alpha \cong \sin \beta + \Delta\beta \cdot \cos \beta$	0,5p
	$\Delta\beta \cong n \cdot \Delta\alpha \cdot \frac{\cos \alpha}{\cos \beta}$	0,5p

Subiectul al III-lea – Barem de evaluare

- Orice rezolvare corectă ce ajunge la rezultat 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.



# Olimpiada Națională de Fizică Breaza 2018 Barem proba teoretică



Pagina 7 din 7

1.c.		2,0p
	$y \cdot \operatorname{tg}(\beta + \Delta\beta) - y \cdot \operatorname{tg} \beta = a$ , unde $a$ este lungimea segmentului $\overline{MN}$	0,2p
	$y \cdot \frac{\sin(\Delta\beta)}{\cos(\beta + \Delta\beta) \cdot \cos \beta} = a$	0,5p
	$y \cdot \frac{\Delta\beta}{\cos^2 \beta} \cong a$	0,5p
	$y' \cdot \operatorname{tg}(\alpha + \Delta\alpha) - y' \cdot \operatorname{tg} \alpha = a$	0,2p
	$y' \cdot \frac{\Delta\alpha}{\cos^2 \alpha} \cong a$	0,2p
	$y' \cong n \cdot \frac{\cos^3 \alpha}{\cos^3 \beta} \cdot y$	0,2p
	$y' \cong 0,26 \text{ m}$	0,2p
Nr. item	Sarcina de lucru nr.2	Punctaj
2.a.		1,0p
	$\begin{cases} x(t) = v_0 \cdot t \cdot \cos \gamma \\ y(t) = v_0 \cdot t \cdot \sin \gamma - \frac{g \cdot t^2}{2} \end{cases} \quad \text{unde } \gamma = 90^\circ - \alpha$	0,4p
	ecuația traiectoriei $y = x \cdot \operatorname{tg} \gamma - \frac{g \cdot x^2}{2 v_0^2 \cdot \cos^2 \gamma}$	0,2p
	pentru $x = y \operatorname{tg} \beta$ $v_0 = \frac{\operatorname{tg} \beta}{\cos \gamma} \sqrt{\frac{y \cdot g}{2 \cdot (\operatorname{tg} \beta \cdot \operatorname{tg} \gamma - 1)}}$	0,2p
	$v_0 = 1,65 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$	0,2p
Oficiu		1,0p
<b>TOTAL - Problema a III-a</b>		<b>10p</b>

Barem de evaluare propus de:

prof. dr. Delia DAVIDESCU – ICHB, București

conf. univ. dr. Adrian DAFINEI – Facultatea de Fizică, București

Subiectul al III-lea – Barem de evaluare

- Orice rezolvare corectă ce ajunge la rezultat 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.