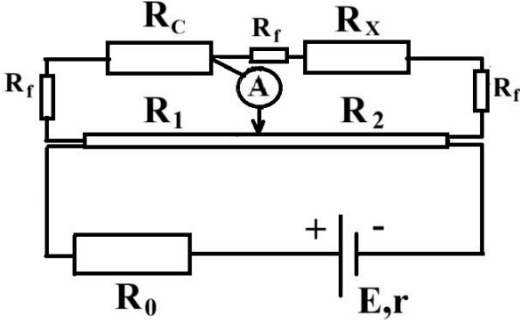
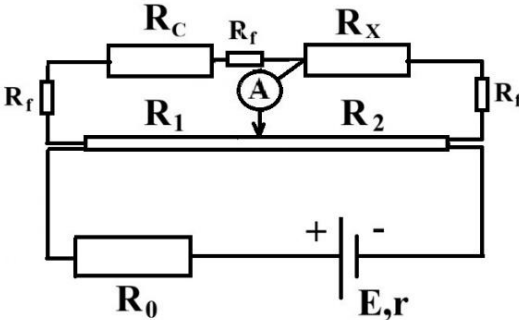


Olimpiada Națională de Fizică, Craiova 06-10 aprilie 2026

Proba practică

Clasa a X-a

BAREM DE EVALUARE SI NOTARE

1. Rezistivitatea grafitului	Punctaj parțial	Punctaj total
<p>1.1. Realizarea corectă pe foaia de examen a schemei circuitului. Se acordă punctaj maxim de 4 puncte pentru una dintre variantele de mai jos:</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  <p>Varianta 1</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>Varianta 2</p> </div> </div> <p>Dacă schema nu conține rezistorii firelor de legătură se acordă 2p din cele 4p.</p>	4p	5p
<p>Se prinde firul de nichelină direct pe riglă cu ajutorul mufelor de tip crocodil. Astfel firul e menținut întins. Contactul pe nichelină cu firul legat la ampermetru poate fi punctual, adică crocodilul poate fi așezat pe firul de nichelină fără să fie prins de acesta sau poate fi folosită direct o sondă a ampermetrului. Se asigură astfel o mișcare mai precisă a contactului în jurul poziției de echilibru pe firul de nichelină.</p>	1p	
<p>1.2. Punte Wheatstone echilibrată: $I_A = 0 A$ deci $I_C \cdot R_C = I_1 \cdot R_1$ și $I_X \cdot R_X = I_2 \cdot R_2$. Dar $I_C = I_X$ și $I_1 = I_2$ deci are loc condiția de echilibrare: $R_C \cdot R_2 = R_X \cdot R_1$ (în cazul firelor electrice ideale)</p>	2p 2p	4p
<p>1.3. a) $R_X = \frac{R_C \cdot R_2}{R_1}$. $R = \rho \cdot \frac{L}{S}$ deci pentru rezistorii R_1 și R_2: $R_1 = \rho \cdot \frac{L_1}{S}$ și $R_2 = \rho \cdot \frac{L_2}{S}$</p>	0,5p 1p	
<p>Dacă pe latura R_C este un fir cu rezistența R_f iar pe latura cu R_X sunt două fire cu rezistența R_f, relația de echilibru devine: $R_X + 2 \cdot R_f = \frac{(R_C + R_f) \cdot R_2}{R_1}$ (varianta 1 de la punctul 1.1.). Se deduce expresia finală $R_X = R_C \cdot \frac{L_2}{L_1} + R_f \cdot (\frac{L_2}{L_1} - 2)$. Pentru configurația cu două fire cu rezistența R_f pe latura cu R_C iar pe latura cu R_X un singur fir cu rezistența R_f, relația de echilibru devine: $R_X + R_f = \frac{(R_C + 2 \cdot R_f) \cdot R_2}{R_1}$ (varianta 2 de la punctul 1.1.). Se deduce în acest caz expresia finală $R_X = R_C \cdot \frac{L_2}{L_1} + R_f \cdot (2 \cdot \frac{L_2}{L_1} - 1)$ Punctajul se acordă și în acest caz la fel (0,5p + 1p). Pentru alte variante care implică rezistențele firelor se acordă același punctaj (0,5p + 1p). Dacă în formula finală nu apare implicată rezistența firului R_f se acordă 0 puncte.</p>	0,5p 1p	10p

- Orice rezolvare corectă ce ajunge la rezultatul final va primi punctajul maxim pe itemul respectiv.
- Orice rezolvare corectă, dar care nu ajunge la rezultatul final, va fi punctată corespunzător, proporțional cu ponderea ideilor corecte din rezolvarea elevului.



Olimpiada Națională de Fizică, Craiova 06-10 aprilie 2026

Proba practică

Clasa a X-a

b) Tabel experimental								8x0,5p	
Nr.det.	$R_C(\Omega)$	$L_1(\text{cm})$	$L_2(\text{cm})$	$R_X(\Omega)$	$\bar{R}_X(\Omega)$	$\Delta R_X(\Omega)$	$\Delta \bar{R}_X(\Omega)$		
1	16,0	12,9	7,1	7,85	8,03	0,18	0,12		
2	14,0	12,2	7,8	8,05		0,02			
3	11,4	11,3	8,7	7,97		0,06			
4	11,0	11,1	8,9	8,03		0,00			
5	9,0	10,0	10,0	8,34		0,31			
6	8,3	9,9	10,1	7,82		0,21			
7	7,7	9,4	10,6	8,11		0,08			
8	6,3	8,5	11,5	8,10		0,07			
c) Lungimea firului de nichelină folosit $L_n > 18 \text{ cm}$. Din tabel reiese că $L_n = L_1 + L_2$								0,5p	
Datele din tabel corespund unei lungimi de mină parcursă de curent $L = 7,2 \text{ cm}$. Se calculează raportul dintre rezistență și lungime $R_X/L = 1,11 \Omega/\text{cm}$. Pentru valori în intervalul $[1,0; 1,2] \Omega/\text{cm}$ se acordă 2,5p . Pentru valori în intervalele $[0,9; 1,0] \Omega/\text{cm}$ sau $[1,2; 1,3] \Omega/\text{cm}$ se acordă 1p . Pentru alte valori se acordă 0p .								2,5p	
1.4. Procedeu folosit: se secționează o mină de creion în mai multe bucăți, care se așează în contact pe lungime, pentru creșterea preciziei la determinarea diametrului. Se măsoară lățimea grupului de mine.								1p	6p
N - numărul de mine lipite pe lungime (se va secționa o mină în mai multe bucăți) D - lățimea grupului de mine lipite d - diametrul unei mine								1p	
$d = \frac{D}{N}$									
Nr.det.	D(mm)	N	d(mm)	$\bar{d}(\text{mm})$	2,0			6x0,5p	
1	4	2	2						
2	6	3	2						
3	8	4	2						
4	10	5	2						
5	12	6	2						
6	14	7	2						
Valoarea medie a diametrului $\bar{d} = 2,0 \text{ mm}$								1p	
1.5. $S = \pi \cdot \frac{d^2}{4}$								0,5p	4p
$S = 3,1416 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2$								1p	
$\rho = \pi \cdot \frac{d^2 \cdot R_X}{4 \cdot L}$								0,5p	
$\rho = 3,45 \cdot 10^{-4} \Omega \cdot \text{m}$ Pentru un rezultat final în intervalul $[3 \cdot 10^{-4}; 4 \cdot 10^{-4}] \Omega \cdot \text{m}$ se acordă 2p . Pentru valori în intervalul $[2 \cdot 10^{-4}; 3 \cdot 10^{-4}] \Omega \cdot \text{m}$ sau în intervalul $(4 \cdot 10^{-4}; 5 \cdot 10^{-4}] \Omega \cdot \text{m}$ se acordă 1p din cele 2p . Pentru alte valori se acordă 0p .								2p	

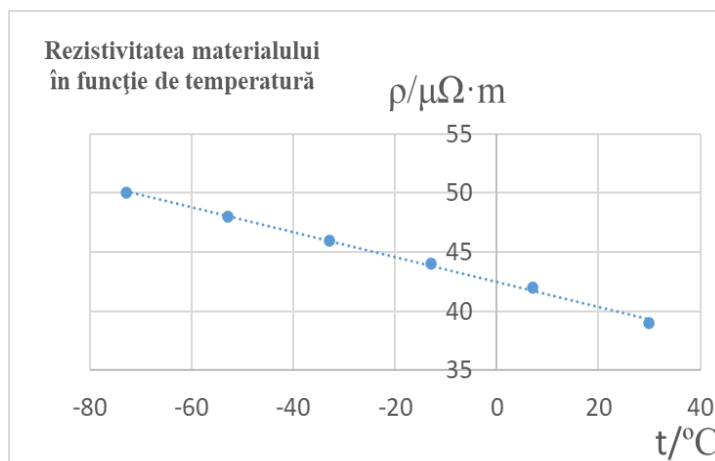
- Orice rezolvare corectă ce ajunge la rezultatul final va primi punctajul maxim pe itemul respectiv.
- Orice rezolvare corectă, dar care nu ajunge la rezultatul final, va fi punctată corespunzător, proporțional cu ponderea ideilor corecte din rezolvarea elevului.

Olimpiada Națională de Fizică, Craiova 06-10 aprilie 2026
**Proba practică
Clasa a X-a**

pagina 3 din 6

1.6. $s = 0,16 \Omega$. Se admit măsurători precise dacă abaterea standard este mai mică sau egală cu $0,2 \Omega$. Pentru abatere mai mare se acordă 0p . Rezultat final: $R \in [\overline{R}_X - s; \overline{R}_X + s]$. Adică $R \in [7,87; 8,19] \Omega$.	1p	
	1p	2p
1.7. Indicarea surselor de erori sistematice și de erori aleatoare Erori sistematice - contacte nepunctiforme, modificare a rezistivităților materialelor cu temperatura, derivă aparate prin autoîncălzire, imprecizie aparate de măsură, rezistențe parazitare la contacte (0,5p pentru fiecare eroare din listă, se punctează maxim patru erori). Erori aleatoare - contacte instabile, citiri oblice, descărcarea bateriei, variația rezistenței cu temperatura din încăpere, mine neomogene în compoziție, presiuni variabile în contacte, curenți de aer în încăpere, vibrații mecanice (0,5p pentru fiecare eroare din listă, se punctează maxim patru erori). Atenție! Reglajul de zero al ampermetrului nu este sursă de erori!	4x0,5p	4p
	4x0,5p	
PUNCTAJ TOTAL SUBIECTUL 1		35p

2. Coeficient termic al rezistivității electrice a grafitului	Punctaj parțial	Punctaj total
2.1. Trasarea graficului cerut pe hârtia milimetrică <ul style="list-style-type: none"> - Corectitudinea scalei alese - Precizarea valorilor pe axe, a mărimilor fizice și a unităților lor de măsură - Suprafața dreptunghiului în care se plasează punctele experimentale depășește 75% din suprafața dreptunghiului delimitat de axe 	1p	11p
	1p	
	2p	
<ul style="list-style-type: none"> - Graficul conține cele 6 puncte 	6x1p	
<ul style="list-style-type: none"> - trasarea unei drepte corespunzătoare punctelor din grafic; punctele din grafic rămân distribuite de o parte și de cealaltă a dreptei trasate 	1p	
2.2. Folosind formulele specifice metodei celor mai mici pătrate se obține dependența: $\rho = a \cdot t + b$ adică $\rho = -0,105 \cdot t + 42,5$. Pentru valori ale pantei „a” între $-0,115 \mu\Omega \cdot \text{m}/\text{grd}$ și $-0,095 \mu\Omega \cdot \text{m}/\text{grd}$ se acordă 2p . Pentru valori ale parametrului „b” între $41 \mu\Omega \cdot \text{m}$ și $44 \mu\Omega \cdot \text{m}$ se acordă 2p . Pentru alte valori ale mărimilor „a” și „b” se punctează cu 0p .	4p	



- Orice rezolvare corectă ce ajunge la rezultatul final va primi punctajul maxim pe itemul respectiv.
- Orice rezolvare corectă, dar care nu ajunge la rezultatul final, va fi punctată corespunzător, proporțional cu ponderea ideilor corecte din rezolvarea elevului.

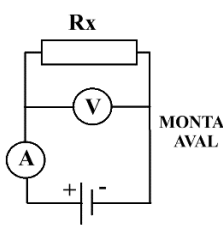
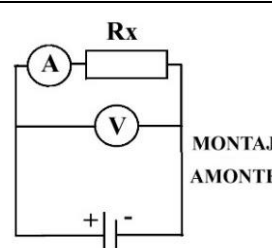


Olimpiada Națională de Fizică, Craiova 06-10 aprilie 2026

**Proba practică
Clasa a X-a**

pagina 4 din 6

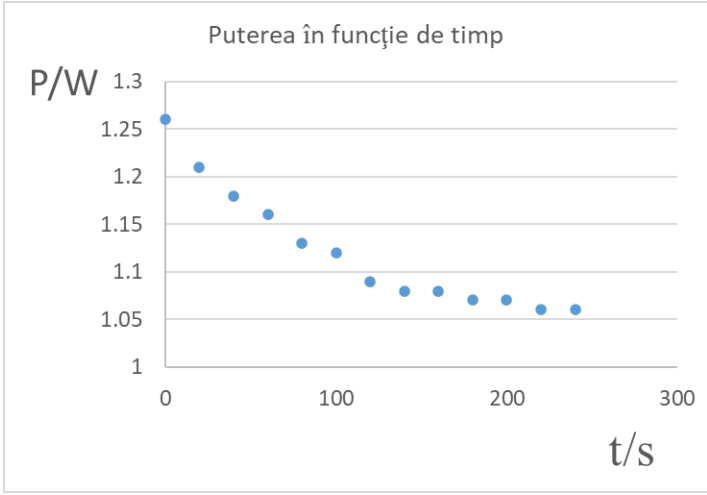
<p>Se determină coeficientul termic al rezistivității pentru grafit: $\rho = \rho_0 + \alpha \cdot \rho_0 \cdot t$ (teoretic) $\rho = 42,5 - 0,105 \cdot t$ (experimental). $\alpha = \frac{-0,105}{42,5} = -2,47 \cdot 10^{-3} \text{ grd}^{-1}$ (se punctează cu 2p valori în $[-3 \cdot 10^{-3}; -2 \cdot 10^{-3}] \text{ grd}^{-1}$) Dacă se obțin valori în afara acestui interval dar în interiorul intervalului $[-4 \cdot 10^{-3}; -1 \cdot 10^{-3}] \text{ grd}^{-1}$ se acordă 1p din cele 2p. Pentru alte valori se acordă 0p.</p>	2p	9p
<p>La $t = 50 \text{ }^\circ\text{C}$ se obține $= 37,25 \mu\Omega \cdot m$. Se acordă 3p pentru valori în intervalul $[37; 37,5] \mu\Omega \cdot m$. Se acordă 0p pentru valori în afara intervalului.</p>	3p	
<p>2.3. La creșterea temperaturii crește agitația termică a atomilor din rețea, tot mai mulți electroni de valență (legați pe ultimul strat din atom) devin liberi (electroni de conducție). Acest lucru produce o creștere a concentrației volumice de electroni liberi, deci o creștere a conductivității.</p>	3p	5p
<p>Creșterea conductivității cu temperatura produce implicit o scădere a rezistivității materialului. Astfel coeficientul termic al rezistivității este negativ.</p>	2p	
PUNCTAJ TOTAL SUBIECTUL 2		25p

3. Temperatura grafitului	Punctaj parțial	Punctaj total
<p>3.1. Cele două moduri de legare sunt cu ampermetrul înaintea voltmetrului sau invers (se pot folosi denumirile de montaj AVAL și respectiv montaj AMONTE). Nu este obligatorie folosirea denumirilor AVAL și AMONTE.</p>	0,5p	6p
<p>VARIANTA 1 (Schema AVAL)</p>  <p style="text-align: right;">MONTAJ AVAL</p>	0,25p	
<p>VARIANTA 2 (Schema AMONTE)</p>  <p style="text-align: right;">MONTAJ AMONTE</p>	0,25p	
<p>Alegerea montajului aval – este indicat deoarece rezistența minei adunată cu rezistența electrică a celor două fire de legătură aflate în contact cu mina este comparabilă cu rezistența internă a ampermetrului și este mult mai mică decât rezistența voltmetrului.</p>	1p	

1. Orice rezolvare corectă ce ajunge la rezultatul final va primi punctajul maxim pe itemul respectiv.
2. Orice rezolvare corectă, dar care nu ajunge la rezultatul final, va fi punctată corespunzător, proporțional cu ponderea ideilor corecte din rezolvarea elevului.

Olimpiada Națională de Fizică, Craiova 06-10 aprilie 2026
Proba practică
Clasa a X-a

pagina 5 din 6

Observația că în montaj rezistența calculată cu mărimile măsurate (U și I) este o sumă: $R_S = U/I$ și $R_X = R_S - 2 * R_f$ ($R_V \gg R_S$). Observația că puterea consumată de mină este $P_X = I^2 \cdot R_X$	0,5p 0,5p																																																																																																			
Realizarea tabelului <table border="1" data-bbox="129 551 951 1084"> <thead> <tr> <th>Nr.det.</th> <th>τ (s)</th> <th>U (V)</th> <th>I (A)</th> <th>R_S (Ω)</th> <th>R_X (Ω)</th> <th>P_X (W)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>0</td><td>3,27</td><td>0,48</td><td>6,81</td><td>5,49</td><td>1,26</td></tr> <tr><td>2</td><td>20</td><td>3,19</td><td>0,47</td><td>6,79</td><td>5,47</td><td>1,21</td></tr> <tr><td>3</td><td>40</td><td>3,13</td><td>0,47</td><td>6,66</td><td>5,34</td><td>1,18</td></tr> <tr><td>4</td><td>60</td><td>3,09</td><td>0,47</td><td>6,57</td><td>5,25</td><td>1,16</td></tr> <tr><td>5</td><td>80</td><td>3,06</td><td>0,46</td><td>6,65</td><td>5,33</td><td>1,13</td></tr> <tr><td>6</td><td>100</td><td>3,04</td><td>0,46</td><td>6,61</td><td>5,29</td><td>1,12</td></tr> <tr><td>7</td><td>120</td><td>3,02</td><td>0,45</td><td>6,71</td><td>5,39</td><td>1,09</td></tr> <tr><td>8</td><td>140</td><td>3,00</td><td>0,45</td><td>6,67</td><td>5,35</td><td>1,08</td></tr> <tr><td>9</td><td>160</td><td>2,99</td><td>0,45</td><td>6,64</td><td>5,32</td><td>1,08</td></tr> <tr><td>10</td><td>180</td><td>2,97</td><td>0,45</td><td>6,60</td><td>5,28</td><td>1,07</td></tr> <tr><td>11</td><td>200</td><td>2,96</td><td>0,45</td><td>6,58</td><td>5,26</td><td>1,07</td></tr> <tr><td>12</td><td>220</td><td>2,95</td><td>0,45</td><td>6,56</td><td>5,24</td><td>1,06</td></tr> <tr><td>13</td><td>240</td><td>2,94</td><td>0,45</td><td>6,53</td><td>5,21</td><td>1,06</td></tr> </tbody> </table>	Nr.det.	τ (s)	U (V)	I (A)	R_S (Ω)	R_X (Ω)	P_X (W)	1	0	3,27	0,48	6,81	5,49	1,26	2	20	3,19	0,47	6,79	5,47	1,21	3	40	3,13	0,47	6,66	5,34	1,18	4	60	3,09	0,47	6,57	5,25	1,16	5	80	3,06	0,46	6,65	5,33	1,13	6	100	3,04	0,46	6,61	5,29	1,12	7	120	3,02	0,45	6,71	5,39	1,09	8	140	3,00	0,45	6,67	5,35	1,08	9	160	2,99	0,45	6,64	5,32	1,08	10	180	2,97	0,45	6,60	5,28	1,07	11	200	2,96	0,45	6,58	5,26	1,07	12	220	2,95	0,45	6,56	5,24	1,06	13	240	2,94	0,45	6,53	5,21	1,06	10x0,3p	
Nr.det.	τ (s)	U (V)	I (A)	R_S (Ω)	R_X (Ω)	P_X (W)																																																																																														
1	0	3,27	0,48	6,81	5,49	1,26																																																																																														
2	20	3,19	0,47	6,79	5,47	1,21																																																																																														
3	40	3,13	0,47	6,66	5,34	1,18																																																																																														
4	60	3,09	0,47	6,57	5,25	1,16																																																																																														
5	80	3,06	0,46	6,65	5,33	1,13																																																																																														
6	100	3,04	0,46	6,61	5,29	1,12																																																																																														
7	120	3,02	0,45	6,71	5,39	1,09																																																																																														
8	140	3,00	0,45	6,67	5,35	1,08																																																																																														
9	160	2,99	0,45	6,64	5,32	1,08																																																																																														
10	180	2,97	0,45	6,60	5,28	1,07																																																																																														
11	200	2,96	0,45	6,58	5,26	1,07																																																																																														
12	220	2,95	0,45	6,56	5,24	1,06																																																																																														
13	240	2,94	0,45	6,53	5,21	1,06																																																																																														
3.2. Trasarea graficului $P = P(\tau)$ pe hârtia milimetrică. - Graficul conține 10 puncte		10x0,7p	10p																																																																																																	
Suprafața dreptunghiului în care se plasează punctele experimentale depășește 75% din suprafața dreptunghiului delimitat de axe.	1p																																																																																																			
Forma descrescătoare a distribuției punctelor în grafic	0,5p																																																																																																			
Forma convexă a distribuției punctelor în grafic (se acceptă și neliniară)	0,5p																																																																																																			
Deoarece degajarea căldurii prin efect Joule mărește temperatura grafitului, are loc scăderea rezistenței electrice a acestuia datorită coeficientului termic negativ determinat anterior. Se produce și scăderea puterii electrice în condițiile unui curent electric în ușoară scădere, datorită descărcării lente a bateriei.	1p																																																																																																			

1. Orice rezolvare corectă ce ajunge la rezultatul final va primi punctajul maxim pe itemul respectiv.
2. Orice rezolvare corectă, dar care nu ajunge la rezultatul final, va fi punctată corespunzător, proporțional cu ponderea ideilor corecte din rezolvarea elevului.



Olimpiada Națională de Fizică, Craiova 06-10 aprilie 2026

**Proba practică
Clasa a X-a**

<p>3.3. a) Se determină din grafic valoarea puterii stabilizate $P_S = 1,06$ W. Se punctează cu 2p orice rezultat în intervalul $[1,0; 1,2]$ W. Se acordă 1p pentru valori în $(0,9; 1,0)$ W sau $(1,2; 1,3)$ W. Se acordă 0p pentru alte valori.</p>	2p	
<p>b) Prin efect Joule se produce degajarea căldurii $Q = I^2 \cdot R \cdot \tau$ sau $Q = P \cdot \tau$ O parte din această căldură produce inițial încălzirea materialului $Q_1 = m \cdot c \cdot \Delta T$ În paralel materialul începe transferul de căldură spre exterior (aer) $Q_2 = h \cdot A \cdot \Delta T_{io} \cdot \tau$. unde $\Delta T_{io} = T_{in} - T_{out}$ este diferența de temperatură între material și aer. La începutul funcționării are loc $Q_1 > Q_2$ deoarece $\Delta T_{io} = 0$. Pe măsură ce semiconductorul se încălzește va crește Q_2. În același timp stabilizarea temperaturii la o valoare maximă are loc în momentul în care întreaga căldură degajată prin efect Joule este transferată aerului, iar Q_1 se anulează deoarece temperatura materialului rămâne constantă. Deci $Q = Q_2$ când $Q_1 = 0$.</p>	2p	6p
<p>c) Din momentul stabilizării fluxurilor de căldură putem scrie $P_S \cdot \tau = h \cdot A \cdot \Delta T_{io} \cdot \tau$ care înseamnă un echilibru între puteri $P_S = h \cdot A \cdot \Delta T_{io}$ (P_S reprezintă puterea stabilizată găsită mai sus).</p>	2p	
<p>3.4. Din relația $P_S = h \cdot A \cdot \Delta T_{io}$ pe baza determinării puterii stabile P_S putem rescrie: $P_S = h \cdot \pi \cdot d \cdot L \cdot \Delta T_{io}$, adică:</p> $\Delta T_{io} = \frac{P_S}{h \cdot \pi \cdot d \cdot L}$	4p	
<p>Folosind valorile $P_S = 1,06$ W, $h = 50$ W/m² · K, $d = 0,002$ m, $L = 0,08$ m se determină $\Delta T_{io} = 42$ K Dacă se obțin valori ale variației de temperatură în afara intervalului $[33;51]$ K atunci se acordă 0p din cele 2p.</p>	2p	8p
<p>Temperatura medie la suprafața minei $t_{in} = 63^\circ\text{C}$. Dacă se obțin valori ale temperaturii finale în afara intervalului $(54; 72)^\circ\text{C}$ se acordă 0p din cele 2p.</p>	2p	
PUNCTAJ TOTAL SUBIECTUL 3		30p
OFICIU		10p

Bareme propuse de:

Prof. Nicolae DRAGOMIR – Colegiul Național Militar „Tudor Vladimirescu” Craiova

Prof. Aurel BABALEAN – Colegiul „Ștefan Odobleja” Craiova

1. Orice rezolvare corectă ce ajunge la rezultatul final va primi punctajul maxim pe itemul respectiv.
2. Orice rezolvare corectă, dar care nu ajunge la rezultatul final, va fi punctată corespunzător, proporțional cu ponderea ideilor corecte din rezolvarea elevului.