



Olimpiada Națională de Fizică, Craiova 06-10 aprilie 2026

Proba practică

Clasa a XI-a

BAREM DE EVALUARE ȘI NOTARE

Barem Subiectul I: <i>Arc elicoidal ... echilibru și oscilații</i>	Punctaj parțial	Total																																																																		
<p>a) Lungimea ℓ_0 a celor n spire în stare nedeformată este:</p> $\ell_0 = \frac{L_0}{N} n$ <p>unde L_0 este lungimea întregului arc în stare nedeformată.</p> <p>Datele experimentale pentru cerința a) sunt prezentate în Tabelul I.1.R.</p> <p style="text-align: center;">Tabelul I.1.R. Date experimentale pentru cerința a)</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th>Nr. măsurătorii</th> <th>n</th> <th>ℓ_0/ cm</th> <th>ℓ/ cm</th> <th>$\frac{\ell}{n}$/ cm</th> <th>$\Delta\ell = (\ell - \ell_0)$/ cm</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>30</td><td>3,29</td><td>9,4</td><td>0,313</td><td>6,11</td></tr> <tr><td>2</td><td>29</td><td>3,18</td><td>8,9</td><td>0,307</td><td>5,72</td></tr> <tr><td>3</td><td>28</td><td>3,07</td><td>8,4</td><td>0,300</td><td>5,33</td></tr> <tr><td>4</td><td>27</td><td>2,96</td><td>7,9</td><td>0,293</td><td>4,94</td></tr> <tr><td>5</td><td>26</td><td>2,85</td><td>7,4</td><td>0,285</td><td>4,55</td></tr> <tr><td>6</td><td>25</td><td>2,74</td><td>7</td><td>0,280</td><td>4,26</td></tr> <tr><td>7</td><td>24</td><td>2,63</td><td>6,6</td><td>0,275</td><td>3,97</td></tr> <tr><td>8</td><td>23</td><td>2,52</td><td>6,1</td><td>0,265</td><td>3,58</td></tr> <tr><td>9</td><td>22</td><td>2,41</td><td>5,7</td><td>0,259</td><td>3,29</td></tr> <tr><td>10</td><td>21</td><td>2,30</td><td>5,3</td><td>0,252</td><td>3,00</td></tr> </tbody> </table> <p>Precizare pentru notare:</p> <ul style="list-style-type: none"> 0,1 p pentru fiecare valoare determinată/măsurată corect (0,1 p x 40 = 4 p). 	Nr. măsurătorii	n	ℓ_0 / cm	ℓ / cm	$\frac{\ell}{n}$ / cm	$\Delta\ell = (\ell - \ell_0)$ / cm	1	30	3,29	9,4	0,313	6,11	2	29	3,18	8,9	0,307	5,72	3	28	3,07	8,4	0,300	5,33	4	27	2,96	7,9	0,293	4,94	5	26	2,85	7,4	0,285	4,55	6	25	2,74	7	0,280	4,26	7	24	2,63	6,6	0,275	3,97	8	23	2,52	6,1	0,265	3,58	9	22	2,41	5,7	0,259	3,29	10	21	2,30	5,3	0,252	3,00	1,00	5 p
Nr. măsurătorii	n	ℓ_0 / cm	ℓ / cm	$\frac{\ell}{n}$ / cm	$\Delta\ell = (\ell - \ell_0)$ / cm																																																															
1	30	3,29	9,4	0,313	6,11																																																															
2	29	3,18	8,9	0,307	5,72																																																															
3	28	3,07	8,4	0,300	5,33																																																															
4	27	2,96	7,9	0,293	4,94																																																															
5	26	2,85	7,4	0,285	4,55																																																															
6	25	2,74	7	0,280	4,26																																																															
7	24	2,63	6,6	0,275	3,97																																																															
8	23	2,52	6,1	0,265	3,58																																																															
9	22	2,41	5,7	0,259	3,29																																																															
10	21	2,30	5,3	0,252	3,00																																																															
<p>b) Reprezentarea grafică a dependenței raportului ℓ/n în funcție de n este prezentată în Figura I.1.R.</p> <div style="text-align: center;"> <p style="text-align: center;">Figura I.1.R.</p> </div> <p>Precizări pentru notare:</p> <ul style="list-style-type: none"> 0,2 puncte pentru marcarea corectă pe grafic a fiecărui punct experimental (0,2 p x 10 = 2 p); 0,2 puncte pentru etichetarea corectă a fiecărei axe a graficului (0,2 p x 2 = 0,4 p); 0,2 puncte pentru trasarea dreptei printre punctele experimentale. 	4,00	3,5 p																																																																		
	2,60																																																																			

- 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 XI-a

BAREM DE EVALUARE ȘI NOTARE

Punctele experimentale se aliniază aproximativ pe o dreaptă. Panta acestei drepte este:							
$p = \frac{\Delta\left(\frac{\ell}{n}\right)}{\Delta n}$							0,50
Din două puncte convenabil alese pe dreapta de ajustare rezultă: $p = \frac{0,313 \text{ cm} - 0,252 \text{ cm}}{30 - 21} = 0,00678 \text{ cm} = 6,78 \cdot 10^{-5} \text{ m}$							0,40
Sunt acceptate valorile din intervalul: $(6,00 \cdot 10^{-5} \div 7,50 \cdot 10^{-5}) \text{ m}$							
c) Masa unei spire este:							7 p
$m_s = \frac{m}{N}$							0,50
Numerotăm spirele de jos în sus. Spira i se alungește cu $\Delta\ell_i$ sub acțiunea greutății celor $(i - 1)$ spire de sub ea. Pentru această spiră: $k_s \Delta\ell_i = m_s(i - 1)g$ unde k_s este constanta elastică a unei spire.							1,00
Rezultă:							1,00
$\Delta\ell_i = \frac{m_s(i - 1)g}{k_s}$							
Alungirea totală a porțiunii suspendate este:							
$\Delta\ell = \sum_{i=2}^n \Delta\ell_i = \sum_{i=2}^n \frac{m_s(i - 1)g}{k_s} = \frac{m_s g}{k_s} \sum_{i=2}^n (i - 1) = \frac{m_s g n(n - 1)}{2k_s}$							1,50
Rezultă:							1,00
$k_s = \frac{m_s g n(n - 1)}{2\Delta\ell} = \frac{m g n(n - 1)}{2N\Delta\ell}$							
Prelucrarea datelor experimentale este prezentată în Tabelul I.2.R.							
Tabelul I.2.R. Prelucrarea datelor experimentale pentru determinarea $k_{s,c}$							
Nr. măsurătorii	n	$\Delta\ell = \ell - \ell_0$ / cm	$k_s = \frac{m_s g n(n - 1)}{2\Delta\ell}$ / $\frac{N}{m}$	\bar{k}_s / $\frac{N}{m}$	Δk_s / $\frac{N}{m}$	$\overline{\Delta k_s}$ / $\frac{N}{m}$	
1	30	6,11	14,65	14,54	0,11	0,10	1,00
2	29	5,72	14,60		0,06		
3	28	5,33	14,59		0,05		
4	27	4,94	14,62		0,08		
5	26	4,55	14,70		0,16		
6	25	4,26	14,49		0,04		
7	24	3,97	14,31		0,23		
8	23	3,58	14,55		0,01		
9	22	3,29	14,46		0,08		
10	21	3,00	14,41		0,12		
Precizare pentru notare:							
• 0,5 p pentru fiecare valoare determinată corect din coloanele 5 și 7 (0,5 p x 2 = 1,0 p).							

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 XI-a

BAREM DE EVALUARE ȘI NOTARE

Valoarea experimentală a constantei elastice a unei spire este:

$$k_{s,c) = \overline{k_s} \pm \overline{\Delta k_s} = (14,54 \pm 0,10) \text{ N/m}$$

Sunt acceptate valorile din intervalul:

$$(14,30 \div 14,70) \text{ N/m}$$

1 p

Varianta a II-a :

Numerotăm spirele de jos în sus. Spira i se alungește cu $\Delta \ell_i$ astfel:

- La capătul de jos al spirei „ i ” forța elastică este egală cu greutatea celor $(i - 1)$ spire de sub ea.
- La capătul de sus al spirei „ i ” forța elastică este egală cu greutatea celor i spire de sub acest capăt.

Pentru această spiră:

$$k_s \Delta \ell_i = \frac{m_s(i-1)g + m_s i g}{2}$$

unde k_s este constanta elastică a unei spire.

Rezultă:

$$\Delta \ell_i = \frac{m_s(2i-1)g}{2k_s}$$

Alungirea totală a porțiunii suspendate este:

$$\Delta \ell = \sum_{i=1}^n \Delta \ell_i = \sum_{i=1}^n \frac{m_s \left(i - \frac{1}{2}\right) g}{k_s} = \frac{m_s g}{k_s} \sum_{i=1}^n \left(i - \frac{1}{2}\right) \Delta \ell = \frac{m_s g}{k_s} \left(\frac{n(n+1)}{2} - \frac{n}{2}\right)$$

$$\Delta \ell = \frac{m_s g}{2k_s} n^2$$

Rezultă:

$$k_s = \frac{m_s g}{2\Delta \ell} n^2 = \frac{mg}{2N\Delta \ell} n^2$$

Nr. măsurătorii	n	$\Delta \ell = \ell - \ell_0$ / cm	$k_s = \frac{m_s g}{2\Delta \ell} n^2$ / $\frac{\text{N}}{\text{m}}$	$\overline{k_s}$ / $\frac{\text{N}}{\text{m}}$	Δk_s / $\frac{\text{N}}{\text{m}}$	$\overline{\Delta k_s}$ / $\frac{\text{N}}{\text{m}}$
1	30	6,11	15,15	15,14	0,01	0,06
2	29	5,72	15,12		0,02	
3	28	5,33	15,13		0,01	
4	27	4,94	15,18		0,04	
5	26	4,55	15,29		0,15	
6	25	4,26	15,10		0,04	
7	24	3,97	14,93		0,21	
8	23	3,58	15,21		0,07	
9	22	3,29	15,14		0,00	
10	21	3,00	15,13		0,01	

Valoarea experimentală a constantei elastice a unei spire, în varianta a II-a, este:

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 XI-a

BAREM DE EVALUARE ȘI NOTARE

$k_{s,c)} = \overline{k_s} \pm \Delta k_s = (15,14 \pm 0,06) \text{ N/m}$		
Sunt acceptate valorile din intervalul: $(14,70 \div 15,70) \text{ N/m}$		
d) Lungimea porțiunii suspendate, formată din cele n spire, este: $\ell = \ell_o + \Delta\ell = \ell_o + \frac{m_s g n(n-1)}{2k_s}$	0,50	4 p
Împărțind prin n obținem: $\frac{\ell}{n} = \frac{\ell_o}{n} - \frac{m_s g}{2k_s} + \frac{m_s g n}{2k_s}$ care este funcție liniară în n .	1,00	
Panta dreptei este: $p = \frac{m_s g}{2k_s}$	0,50	
Constanta elastică a unei spire se determină din expresia pantei: $k_s = \frac{m_s g}{2p} = \frac{mg}{2Np}$	0,50	
Exemplu numeric: $k_{s,d)} = \frac{6,5 \cdot 10^{-3} \text{ kg} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}{2 \cdot 31 \cdot 6,78 \cdot 10^{-5}} = 15,17 \frac{\text{N}}{\text{m}}$	0,50	
Sunt acceptate valorile din intervalul: $(13,71 \div 17,14) \text{ N/m}$		
Pentru $n = N - 1$ spire constanta elastică este: $k = \frac{k_s}{N - 1}$ și obținem numeric: $k_d) = 0,51 \frac{\text{N}}{\text{m}}$	0,50	
Sunt acceptate valorile din intervalul: $(0,45 \div 0,57) \text{ N/m}$		
Surse de erori (minim două): spirele resortului nu sunt perfect identice, eroare de citire a lungimii resortului format din spirele „active”, eroare de 0,5 mm la măsurarea cu rigla, grosimea cutiei – suport, eroare de precizie la număr de zecimale, graficul nu este perfect liniar, alegerea punctelor utilizate la calculul pantei etc.		0,50
e) Considerăm că ultima spiră, n , oscilează cu amplitudinea A . Amplitudinea spirei cu numărul i este: $A_i = \frac{A}{n} \cdot i$	0,50	3,5 p
Viteza maximă a spirei cu numărul i este: $v_i = \omega \cdot A_i = \omega \cdot \frac{A}{n} \cdot i$	0,50	
Energia cinetică maximă a spirei cu numărul i este: $E_{ci} = \frac{m_s \cdot v_i^2}{2} = \frac{m_s \cdot \left(\omega \cdot \frac{A}{n} \cdot i\right)^2}{2}$	0,50	
Energia cinetică maximă a „resortului” cu n spire este:		

- 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 XI-a

BAREM DE EVALUARE ȘI NOTARE

$E_c = \sum_{i=1}^n E_{ci} = \frac{m_s \cdot (\omega \cdot \frac{A}{n})^2}{2} \sum_{i=1}^n i^2 = \frac{m_s \cdot (\omega \cdot \frac{A}{n})^2}{2} \frac{(n+1)(2n+1)n}{6}$									
Deci:	$E_c = \frac{m_{ef} \cdot (\omega \cdot A)^2}{2}$	0,50							
unde	$m_{ef} = \frac{m_s(n+1)(2n+1)}{6n}$								
Perioada micilor oscilații armonice este:	$T = 2\pi \sqrt{\frac{m_{ef}}{k}} = 2\pi \sqrt{\frac{m(n+1)(2n+1)}{6nNk}}$	0,50							
f) Constanta elastică a „resortului” cu n spire este:	$k = \frac{4\pi^2 m_{ef}}{T^2} = \frac{4\pi^2 m_s(n+1)(2n+1)}{6nT^2}$	0,60	7 p						
Pentru o spiră avem:	$k_s = kn = \frac{4\pi^2 m_s(n+1)(2n+1)}{6T^2}$								
În Tabelul I.3.R. sunt prezentate datele experimentale pentru determinarea constantei elastice a unei spire, prin metoda oscilațiilor.									
Tabelul I.3.R. Datele experimentale pentru cerința f)									
Nr. măsurători	n	T/s	m_{ef}/g	$k/\frac{N}{m}$	$k_s/\frac{N}{m}$	$\bar{k}_s/\frac{N}{m}$	$\Delta k_s/\frac{N}{m}$	$\overline{\Delta k}_s/\frac{N}{m}$	
1	30	0,418	2,20	0,49	14,93	14,66	0,27	0,20	5,40
2	29	0,413	2,13	0,49	14,32		0,35		
3	28	0,394	2,06	0,52	14,69		0,03		
4	27	0,378	1,99	0,55	14,87		0,21		
5	26	0,369	1,92	0,56	14,50		0,16		
Precizare pentru notare:									
<ul style="list-style-type: none"> 0,2 p pentru fiecare valoare determinată corect (în total 27 valori din coloanele 3, 4, 5, 6, 7, 8 și 9; 0,2 p x 27 = 5,4 p). 									
Valoarea experimentală a constantei elastice a unei spire este:									
$k_s = \bar{k}_s \pm \overline{\Delta k}_s = (14,66 \pm 0,20) N/m$									0,50
Sunt acceptate valorile din intervalul:									
$(13,20 \div 15,70) N/m$									
Surse de erori (minim două): oscilațiile nu sunt liniar armonice, apar compuneri de oscilații, eroare de cronometrare și de numărare în același timp, eroare de aproximare etc.									0,50
Total Subiectul I									30 p

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 XI-a

BAREM DE EVALUARE ȘI NOTARE

Barem Subiectul II: „Cutie neagră” ... cu elemente pasive de circuit	Punctaj parțial	Total													
<p>a) Rezistența electrică echivalentă dintre oricare două borne se determină prin măsurarea cu ohmmetrul a rezistenței dintre toate perechile distincte de borne exterioare: A, B, C și D.</p>	1,00	5 p													
<p>Numărul de perechi distincte este:</p> $N = 6$	1,00														
<p>În Tabelul II.R sunt prezentate măsurătorile efectuate pentru cerința a).</p> <p style="text-align: center;">Tabelul II.1.R.</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th>Pereche de borne</th> <th>$R_{ech}/k\Omega$</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>AB</td> <td>4,93</td> </tr> <tr> <td>AC</td> <td>4,94</td> </tr> <tr> <td>AD</td> <td>4,92</td> </tr> <tr> <td>BC</td> <td>4,95</td> </tr> <tr> <td>BD</td> <td>4,94</td> </tr> <tr> <td>CD</td> <td>4,93</td> </tr> </tbody> </table> <p>Sunt acceptate valorile din intervalul:</p> $(4,86 \div 5,15)k\Omega$ <p>Precizare pentru notare:</p> <ul style="list-style-type: none"> 0,50 p pentru fiecare valoare măsurată (în total 6 valori). 	Pereche de borne	$R_{ech}/k\Omega$	AB	4,93	AC	4,94	AD	4,92	BC	4,95	BD	4,94	CD	4,93	3,00
Pereche de borne	$R_{ech}/k\Omega$														
AB	4,93														
AC	4,94														
AD	4,92														
BC	4,95														
BD	4,94														
CD	4,93														
<p>b) Diferența maximă dintre cea mai mare și cea mai mică valoare a rezistenței echivalente dintre două borne este:</p> $\Delta R_{ech,max} = 0,03 \text{ k}\Omega$ <p>Această diferență este mică în raport cu valoarea medie:</p> $\bar{R}_{ech} = \frac{R_{AB} + R_{AC} + R_{AD} + R_{BC} + R_{BD} + R_{CD}}{6}$ <p>Numeric:</p> $\bar{R}_{ech} = 4,935 \text{ k}\Omega$ <p>Sunt acceptate valorile din intervalul:</p> $(4,90 \div 5,10)k\Omega$	1,00	5 p													
<p>Într-o formă rotunjită, convenabilă pentru interpretarea fizică, rezistența echivalentă între oricare două borne este:</p> $R_{ech} = 4,93 \text{ k}\Omega$	1,00														
<p>În limitele preciziei experimentale, toate cele șase rezistențe măsurate pot fi considerate egale:</p> $R_{AB} \approx R_{AC} \approx R_{AD} \approx R_{BC} \approx R_{BD} \approx R_{CD}$	1,00														
<p>Rezultă că rezistența echivalentă nu depinde de perechea de borne aleasă, iar cele patru borne sunt echivalente electric. Deci, rețeaua internă trebuie să aibă o structură cu simetrie completă față de bornele exterioare.</p>	1,00														
<p>c) Având în vedere $R_{AB} \approx R_{AC} \approx R_{AD} \approx R_{BC} \approx R_{BD} \approx R_{CD}$, pentru ca toate cele patru borne să joace același rol electric, cea mai simplă posibilitate este ca fiecare bornă să fie conectată direct la fiecare dintre celelalte.</p>	1,00	3 p													
<p>Numărul de legături distincte dintre 4 borne este:</p> $\binom{4}{2} = 6$	1,00														

- 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.

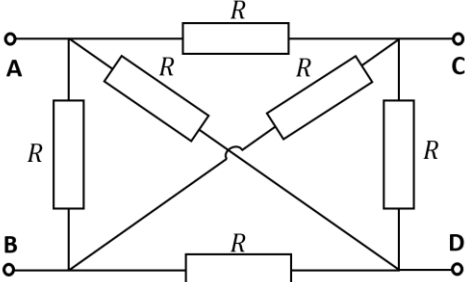


Olimpiada Națională de Fizică, Craiova 06-10 aprilie 2026

Proba practică

Clasa a XI-a

BAREM DE EVALUARE ȘI NOTARE

Rezultă că numărul minim de rezistoare compatibil cu această simetrie este: $n = 6$	1,00	
d) Toate cele $n = 6$ rezistoare sunt identice și au aceeași rezistență R .	1,00	9 p
Schema electrică a rețelei din interiorul cutiei este prezentată în Figura II.1.R: 	3,50	
Din simetria rețelei se deduce egalitatea potențialelor punctelor C și D: $V_C = V_D$ și $I_{CD} = 0 \text{ A}$	1,00	
Deci: $\frac{1}{R_{AB}} = \frac{1}{2R} + \frac{1}{2R} + \frac{1}{R}$ sau $\frac{1}{R_{AB}} = \frac{1}{\frac{R}{2} + \frac{R}{2}} + \frac{1}{R}$	2,00	
De unde: $R_{AB} = \frac{R}{2}$	0,50	
Rezultă: $R = 2R_{AB}$	0,50	
Înlocuind valoarea experimentală medie, fiecare rezistor din cutie are rezistența electrică: $R \approx 9,9 \text{ k}\Omega \approx 10 \text{ k}\Omega$	0,50	
e) Pentru o rețea cu n borne, în care între oricare două borne există câte un rezistor identic, alegem bornele 1 și 2 pentru a măsura tensiunea: $U = V_1 - V_2$	0,50	8 p
Legătura la a 3-a bornă se face printr-un rezistor identic și avem: $V_1 - V_3 = V_1 - V_2 + V_2 - V_3 = U - (V_3 - V_2)$ La fel, legătura la a 4-a bornă se face printr-un rezistor identic și avem: $V_1 - V_4 = V_1 - V_2 + V_2 - V_4 = U - (V_4 - V_2)$	1,00	
Datorită simetriei, $V_3 = V_4$ și curentul prin latura 3-4 este: $I_{34} = \frac{V_3 - V_4}{R} = 0 \text{ A}$ Avem: $I_{13} = I_{32} + I_{34} = I_{32}$	1,00	
Adică: $\frac{V_1 - V_3}{R} = \frac{V_3 - V_2}{R}$	0,50	

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 XI-a

BAREM DE EVALUARE ȘI NOTARE

Prin urmare:	$V_1 - V_3 = U - (V_1 - V_3)$	0,50
Rezultă:	$V_1 - V_3 = \frac{U}{2}$ $I_{13} = \frac{V_1 - V_3}{R} = \frac{U}{2R}$	1,00
Pentru n borne, deoarece avem:	$V_3 = V_4 = \dots = V_n$ $I_{13} = I_{14} = \dots = I_{1n} = \frac{U}{2R}$	0,50
Curentul care intră în borna 1 este:	$I = I_{12} + I_{13} + \dots + I_{1n} = \frac{U}{R} + (n-2) \frac{U}{2R}$	0,50
Deci:	$I = \frac{nU}{2R}$	0,50
Rezistența echivalentă dintre două borne oarecare în absența oricăror conexiuni externe la celelalte borne este:	$R_e = \frac{U}{I}$	0,50
Rezultă:	$R_e = \frac{2R}{n}$	0,50
Dacă se scurtcircuitează 2 borne numărul de borne scade cu 1, deci vom avea $(n-1)$ borne și rezistența echivalentă devine egală cu	$R'_e = \frac{2R}{n-1}$	1,00
Total Subiectul II		30 p

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 XI-a

BAREM DE EVALUARE ȘI NOTARE

Barem Subiectul III: <i>Unde staționare pe o coardă ...</i>	Punctaj parțial	Total
a) Pentru două poziții reale de coordonate, x_1 și x_2 , distanța reală dintre ele este: $D = x_2 - x_1$	1,00	7 p
Pentru două poziții date de SO cu coordonatele, x'_1 și x'_2 , distanța dintre ele este: $D' = x'_2 - x'_1$	1,00	
Relațiile dintre coordonate sunt: $x_1 = ax'_1 + b$ $x_2 = ax'_2 + b$	1,00	
Rezultă: $a = \frac{D}{D'}$	1,00	
Numeric: $a = 1,0204$	1,00	
Pentru capătul din stânga al corzii avem $x_0 = 0$ m, iar SO indică $x'_0 = 0,015$ m. Deci: $b = -ax'_0$	1,00	
Numeric: $b = -0,0153$ m	1,00	
b) Pentru capătul din dreapta al corzii, nodul de ordin maxim poate fi citit la distanța $x'_{max} = 1,191$ m. Utilizăm relația $x_{max} = ax'_{max} + b$	1,00	4 p
Lungimea reală a corzii este: $L = x_{max} - x_0$	1,00	
Rezultă: $L = a(x'_{max} - x'_0)$	1,00	
Numeric: $L = 1,200$ m	1,00	
c) Transformarea liniară: $x = ax' + b$ nu schimbă numărul de intervale între noduri pe lungime.	0,50	10 p
Dacă distanța dintre două noduri consecutive este d' , măsurată de SO, atunci numărul de ventre este: $n = \frac{x'_{max} - x'_0}{d'}$	1,00	
Pentru frecvența $f_1 = 160$ Hz determinăm distanța dintre două noduri consecutive ca fiind valoarea minimă a diferenței dintre două coordonate x' : $d'_1 = 0,294$ m	1,00	
Deci frecvența $f_1 = 160$ Hz corespunde armonicii de ordin 4: $n_1 = 4$	0,50	
Pentru frecvența $f_2 = 240$ Hz, distanța dintre două noduri consecutive pe axa SO este: $d'_2 = 0,196$ m	1,00	
Deoarece lipsesc noduri unde apare intervalul dublu, reconstituim pentru cele două intervale:	1,00	
<ul style="list-style-type: none"> • între 0,015 m și 0,407 m, nodul este la 0,211 m; • între 0,603 m și 0,995 m, nodul este la 0,799 m. 	1,00	

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 XI-a

BAREM DE EVALUARE ȘI NOTARE

Așadar pentru frecvența $f_2 = 240$ Hz avem coordonata x' pentru nodurile detectate care se află în mulțimea elementelor: $\{0,015 \text{ m}; 0,211 \text{ m}; 0,407 \text{ m}; 0,603 \text{ m}; 0,799 \text{ m}; 0,995 \text{ m}; 1,191 \text{ m}\}$	1,00	
Deci frecvența $f_2 = 240$ Hz corespunde armonicii de ordin 6: $n_2 = 6$	0,50	
Pentru frecvența $f_3 = 280$ Hz obținem distanța dintre două noduri consecutive pe axa SO: $d'_3 = 0,168 \text{ m}$	1,00	
Deoarece lipsesc noduri unde apare intervalul dublu, reconstituim pentru cele două intervale: <ul style="list-style-type: none"> • între 0,015 m și 0,351 m, nodul este la 0,183 m; • între 0,519 m și 0,855 m, nodul este la 0,687 m; • între 0,855 m și 1,191 m, nodul este la 1,023 m. 	1,00	
Așadar pentru frecvența $f_3 = 240$ Hz avem coordonata SO pentru nodurile detectate care se află în mulțimea elementelor: $\{0,015 \text{ m}; 0,183 \text{ m}; 0,351 \text{ m}; 0,519 \text{ m}; 0,687 \text{ m}; 0,855 \text{ m}; 1,023 \text{ m}; 1,191 \text{ m}\}$	1,00	
Rezultă 7 ventre, adică armonica de ordin 7: $n_3 = 7$	0,50	
d) Pentru $f_2 = 240$ Hz, viteza de propagare a undei este: $v'_2 = 2d'_2 f_2$ Cu lungimea de undă: $\lambda'_2 = 2d'_2$	0,50	4,5 p
Numeric: $v'_2 = 94,08 \frac{\text{m}}{\text{s}}$	0,25	
Pentru $f_3 = 280$ Hz, viteza de propagare a undei este: $v'_3 = 2d'_3 f_3$ Cu lungimea de undă: $\lambda'_3 = 2d'_3$	0,50	
$v'_3 = 94,08 \frac{\text{m}}{\text{s}}$	0,25	
Observăm că: $v'_2 = v'_3$	0,25	
Deci, pentru datele din Tabelul III.1, viteza de propagare a undei prin coardă este: $v' = 94,08 \frac{\text{m}}{\text{s}}$	0,50	
Pentru $f_2 = 240$ Hz, viteza reală de propagare a undei este: $v_2 = 2d_2 f_2$ Cu lungimea de undă: $\lambda_2 = 2d_2 = 2ad'_2$	0,50	
Rezultă: $v_2 = 96,00 \text{ m/s}$	0,25	
Pentru $f_3 = 280$ Hz, viteza reală de propagare a undei este: $v_3 = 2d_3 f_3$ Cu lungimea de undă: $\lambda_3 = 2d_3 = 2ad'_3$	0,50	
Rezultă: $v_3 = 96,00 \text{ m/s}$	0,25	

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 XI-a

BAREM DE EVALUARE ȘI NOTARE

Observăm că: $v_2 = v_3$	0,25	
Deci viteza reală de propagare a undei prin coardă este: $v = 96,00 \text{ m/s}$	0,50	
e) Armonica de ordin n este multiplu întreg al frecvenței fundamentale: $f_n = n f_0$ unde f_0 este frecvența fundamentală	1,00	4,5 p
Pentru $f_1 = 160 \text{ Hz}$ și $n_1 = 4$ obținem: $f_0 = 40 \text{ Hz}$.	0,25	
Pentru $f_2 = 240 \text{ Hz}$ și $n_2 = 6$ obținem: $f_0 = 40 \text{ Hz}$.	0,25	
Pentru $f_3 = 280 \text{ Hz}$ și $n_3 = 7$ obținem: $f_0 = 40 \text{ Hz}$.	0,25	
Frecvența fundamentală este aceeași: $f_0 = 40 \text{ Hz}$.	0,25	
Viteza de propagare a undei este dată de relația matematică: $v = f \lambda$	0,50	
Unde: $\lambda = \frac{2L}{n}$	0,50	
Obținem: $v = \frac{2Lf}{n}$ unde n este ordinul armonicii.	0,50	
Vom avea: $v_1 = \frac{2Lf_1}{n_1} = \frac{2 \cdot 1,2 \cdot 160}{4} = 96,00 \text{ m/s}$ $v_2 = \frac{2Lf_2}{n_2} = \frac{2 \cdot 1,2 \cdot 240}{6} = 96,00 \text{ m/s}$ $v_3 = \frac{2Lf_3}{n_3} = \frac{2 \cdot 1,2 \cdot 280}{7} = 96,00 \text{ m/s}$	0,75	
Datele experimentale sunt compatibile cu modelul teoretic.	0,25	
Total Subiectul III		30 p

Barem propus de:

Prof. Dr. **Aurelia-Daniela FLORIAN**, Colegiul Național „Carol I” Craiova

Prof. **Nicolae PUFU**, Colegiul Național „Carol I” 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.