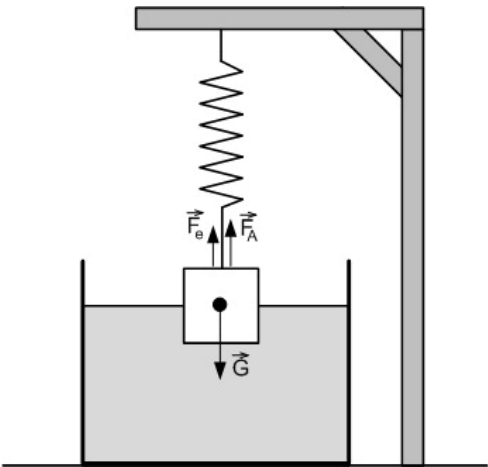


Olimpiada Națională de Fizică, Craiova 06-10 aprilie 2026
**Proba practică
Clasa a IX-a - barem**

pagina 1 din 6

Subiectul I (50p)	Punctaj parțial	Punctaj total
<p>I.1. Teoria lucrării Pentru reprezentarea forțelor care acționează asupra corpului suspendat de resort și introdus în apă.</p>  <p>Atunci când corpul este suspendat de resort și introdus parțial sau total în apă, forța elastică (F_e) echilibrează greutatea (G) și forța arhimedică (F_A):</p> $F_e = G - F_A$ $k \cdot \Delta l = M \cdot g - \rho_{ap\grave{a}} \cdot V_{im} \cdot g$ $\Delta l = l - l_0$ <p>Lungimea l în funcție de volumul imersat V_{im}:</p> $l = \left(l_0 + \frac{M \cdot g}{k} \right) - \left(\frac{\rho_{ap\grave{a}} \cdot g}{k} \right) \cdot V_{im}$ <p>Aceasta este ecuația unei drepte de forma $Y = a - b \cdot X$, unde panta dreptei este legată de constanta elastică k.</p>	<p>2p</p> <p>2p</p> <p>2p</p> <p>2p</p>	<p>10p</p>
<p>I.2. Modul de lucru Măsurarea lungimii nedeformate: se măsoară lungimea l_0 a resortului liber. Măsurarea în aer: se suspendă corpul de resort în aer și se măsoară lungimea l_{aer}. Se calculează $\Delta l_{max} = l_{aer} - l_0$ Măsurători prin imersie parțială (necesare pentru reprezentarea grafică):</p> <ul style="list-style-type: none"> - Se introduce corpul treptat în cilindru gradat. - Pentru cel puțin 5-6 niveluri diferite de scufundare (ex: din 10 în 10 ml sau conform gradațiilor cilindrului), se citesc simultan: - Volumul de apă deplasat (V_{im}): Diferența dintre nivelul apei cu corpul scufundat și nivelul inițial. - Lungimea resortului (l): Măsurată cu rigla de la punctul de suspensie la un reper fix de corp. <p>Imersia totală: se măsoară lungimea l_{tot} când corpul este complet sub apă (fără a atinge fundul cilindrului).</p>	<p>2p</p> <p>2p</p> <p>4p</p> <p>2p</p>	<p>10p</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 IX-a - barem

pagina 2 din 6

I.3.

Prelucrarea și analiza datelor

a) (1p) **Organizarea datelor într-un tabel**

Exemplu de posibile date experimentale:

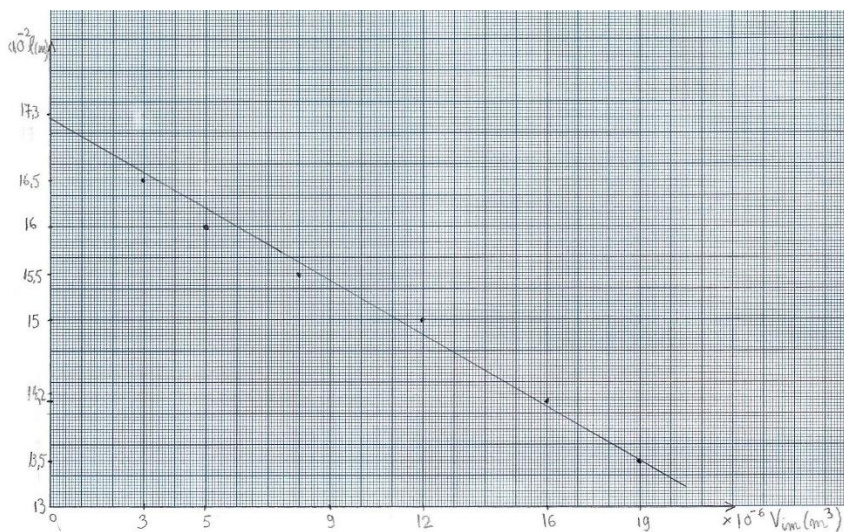
Nr. det.	V_{im} (ml)	V_{im} (m ³)	l (cm)	l (m)
1.(aer)	0	0	17,3	$17,3 \cdot 10^{-2}$
2.	3	$3 \cdot 10^{-6}$	16,5	$16,5 \cdot 10^{-2}$
3.	5	$5 \cdot 10^{-6}$	16	$16 \cdot 10^{-2}$
4.	9	$9 \cdot 10^{-6}$	15,5	$15,5 \cdot 10^{-2}$
5.	12	$12 \cdot 10^{-6}$	15	$15 \cdot 10^{-2}$
6.	16	$16 \cdot 10^{-6}$	14,2	$14,2 \cdot 10^{-2}$
7.(total)	19	$19 \cdot 10^{-6}$	13,5	$13,5 \cdot 10^{-2}$

1p

b) (5p) **Reprezentarea grafică**

Se reprezintă graficul lungimii resortului l în funcție de volumul imersat V_{im} : $l = f(V_{im})$. Punctele experimentale se așază pe o dreaptă, ceea ce confirmă că resortul a lucrat în regim elastic și că forța arhimedică crește liniar cu volumul dezlucuit.

De exemplu:



3p

15p

Semnificația fizică a intersecției dreptei din grafic cu axa verticală ($V_{im} = 0$) reprezintă lungimea resortului când corpul este suspendat în aer (l_{aer}).

2p

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 IX-a - barem**

	<p>c) (7p) Determinarea constantei k: Se calculează panta dreptei obținute (b). $b = \left \frac{\Delta l}{\Delta V_{im}} \right$ Din teorie, $b = \frac{\rho_{ap\grave{a}} \cdot g}{k}$ se extrage valoarea constantei elastice: $k = \frac{\rho_{ap\grave{a}} \cdot g}{b}$ Se punctează integral orice valoare cuprinsă între 4,5 N/m și 5,5 N/m. Eroarea pantei este influențată de eroarea de citire a volumului și a riglei. $\varepsilon_k \approx \frac{\Delta l}{l_{max} - l_{min}} + \frac{\Delta V}{V_{max}}$ Se punctează integral orice valoare cuprinsă între 1,5% și 2,5%. Rezultat final: $k \pm \varepsilon_k \cdot k$ (N/m)</p>	<p>1p 1p 1p 1p 1p 1p</p>	
	<p>d) (2p) Determinarea densității corpului ρ Determinarea masei M folosind valoarea lui k determinată anterior și alungirea în aer (Δl_{max}): $M = \frac{k \cdot \Delta l_{max}}{g}$ Se măsoară volumul total al corpului V_{corp} prin imersie totală. $\rho = \frac{M}{V_{corp}}$ Se punctează integral orice valoare cuprinsă între: 2300 kg/m³ și 2900 kg/m³.</p>	<p>1p 1p</p>	
<p>I.4.</p>	<p>Pe măsură ce corpul pătrunde în apă, forța arhimedică (F_A) crește liniar cu adâncimea (presupunând un corp cu secțiune constantă). Pentru un corp care se scufundă pe distanța h (înălțimea corpului), forța arhimedică variază de la 0 la F_{Amax}. Dacă secțiunea este constantă: $L_{FA} = -\frac{1}{2} F_{Amax} \cdot h = -\frac{1}{2} \cdot (\rho_{ap\grave{a}} \cdot V_{corp} \cdot g) \cdot h$ Variația energiei potențiale elastice (ΔE_p^{el}) este: $\Delta E_p^{el} = \frac{1}{2} k \cdot (\Delta l_{tot})^2 - \frac{1}{2} k \cdot (\Delta l_{aer})^2 < 0$ deoarece resortul se scurtează.</p>	<p>2p 5p 3p</p>	<p>10p</p>
<p>I.5.</p>	<p>Surse de erori:</p> <ul style="list-style-type: none"> - dificultăți în menținerea riglei în poziție verticală; - eroare la citirea volumului provenită din curbura suprafeței lichidului (meniscul). - forțele de tensiune superficială de la contactul resortului/corpului cu suprafața apei pot introduce erori sistematice în măsurarea forței elastice; - aderența bulelor de aer pe suprafața corpului; 	<p>5x1p</p>	<p>5p</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 IX-a - barem**

	<ul style="list-style-type: none"> - resortul real are o masă m_r, când este suspendat vertical, el se alungește sub propria greutate, iar spirele superioare sunt mai întinse decât cele inferioare; - interacțiunea corpului cu pereții cilindrului; - marcarea imprecisă a punctelor de pe grafic; - trasarea imprecisă a dreptei din graficul $l = f(V_{im})$. 		
Subiectul II (40p)		Punctaj parțial	Punctaj total
II.1.	<p>Model teoretic</p> <p>a) (3p) Aplicarea corectă a legii conservării energiei mecanice</p> $mgh = \frac{mv_0^2}{2}$ <p>unde $h = l(1 - \cos \alpha)$ Determinarea vitezei corpului m înainte de impact</p> $v_0 = \sqrt{2gl(1 - \cos \alpha)}$ <p>b) (5p) Aplicarea legii conservării impulsului:</p> $mv_0 = mv_1 + Mv_M$ <p>Ținând cont de definiția coeficientului de restituire: $e = \frac{v_M - v_1}{v_0}$</p> $\Rightarrow mv_0 = m(v_M - ev_0) + Mv_M$ $v_M = \frac{mv_0(1+e)}{m+M} = \frac{m(1+e)}{m+M} \sqrt{2gl(1 - \cos \alpha)}$ <p>c) (4p) Aplicarea teoremei variației energiei cinetice:</p> $\frac{Mv_M^2}{2} = \mu Mgd$ <p>Distanța până la oprire:</p> $d = \frac{v_M^2}{2\mu g} = \frac{m^2(1+e)^2}{\mu(m+M)^2} l \cdot (1 - \cos \alpha)$	<p>1p</p> <p>1p</p> <p>1p</p> <p>2p</p> <p>1p</p> <p>2p</p> <p>2p</p> <p>2p</p>	<p>12p</p>
II.2.	<p>Interpretarea datelor</p> <p>a) (4p) Identificarea dependenței direct proporționale a lui d funcție de $(1 - \cos \alpha)$</p> $d = K \cdot (1 - \cos \alpha)$ <p>unde $K = \frac{m^2(1+e)^2}{\mu(m+M)^2} l$</p> <p>Rezultă panta $p = \frac{m^2(1+e)^2}{\mu(m+M)^2} l$</p> <p>Aceasta permite determinarea combinației de parametri $\frac{(1+e)^2}{\mu}$</p> <p>b) (8p) Alegerea scalei de reprezentare Precizarea unităților de măsură Trasarea corectă a punctelor</p>	<p>2p</p> <p>1p</p> <p>1p</p> <p>1p</p> <p>1p</p> <p>1p</p> <p>2p</p>	<p>18p</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 IX-a - barem**

	<p>Trasarea dreptei care aproximează cel mai bine setul de date Calculul pantei $\Delta d / \Delta(1-\cos\alpha) \cong 0,45$ m. c) (6p) Calculul coeficientului de frecare μ din formula pantei:</p> $\mu = \frac{\left(\frac{m}{m+M}\right)^2 (1+e)^2 \cdot l}{p} = 0,0625 \cdot \frac{(1+e)^2}{p}$ <p>Pentru $e = 0$ (ciocnire perfect plastică): $\mu_{min} = \frac{1}{0,445} \cdot \frac{1}{16} \cong 0,14$ Pentru $e = 1$ (ciocnire perfect elastică): $\mu_{max} = \mu_{min} \cdot 4 \cong 0,56$</p>	<p>2p 2p 2p 2p 2p</p>	
<p>II.3.</p>	<p>Analiza pierderilor de energie și a eficienței transferului a) (2p) Deducerea expresiei căldurii</p> $Q = -\Delta E_c = \frac{1}{2}mv_0^2 - \left(\frac{1}{2}mv_1^2 + \frac{1}{2}Mv_M^2\right)$ $Q = \frac{mM}{2(m+M)} \cdot v_0^2(1 - e^2)$ <p>b) (2p) Cazul $e = 1$ (ciocnire elastică): $Q = 0$, energia cinetică se conservă. Cazul $e = 0$ (ciocnire plastică): Q este maxim, $Q_{max} = \frac{mM}{2(m+M)} \cdot v_0^2.$ Acesta este punctul de disipare maximă, unde corpurile rămân cuplate. c) (2p) Calculul fracțiunii din energia cinetică inițială pierdută sub formă de căldură:</p> $\frac{Q}{E_{c0}} = \frac{M}{m+M} = 75\%$ <p>d) (4p) Exprimarea fracțiunii de energie transferate în funcție de k</p> $f = \frac{E_{cM}}{E_{c0}} = \frac{\frac{Mv_M^2}{2}}{\frac{mv_0^2}{2}} = \frac{M \frac{m^2v_0^2}{(m+M)^2}}{mv_0^2} = \frac{M \cdot m}{(m+M)^2}$ $f(k) = \frac{k \cdot m^2}{m^2(1+k)^2} = \frac{k}{(1+k)^2}$ <p>Pentru a determina maximul, notăm fracțiunea cu y și vom obține ecuația:</p> $y \cdot k^2 + (2y - 1)k + y = 0$ <p>Pentru ca acest sistem să aibă soluții reale pentru k (raportul maselor), discriminantul trebuie să fie mai mare sau egal cu 0.</p> $\Delta \geq 0$ $\Delta = (2y - 1)^2 - 4y^2 = 1 - 4y \geq 0 \Rightarrow y \leq \frac{1}{4}$ <p>Valoarea maximă a fracțiunii este $y = \frac{1}{4}$ și aceasta se obține când $\Delta = 0$.</p>	<p>1p 1p 1p 1p 2p 2p 1p</p>	<p>10p</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 IX-a - barem**

pagina 6 din 6

	$\Rightarrow k = \frac{1-2y}{2y} = 1$ Pentru $M = m$, transferul de energie către corpul M este maxim.	1p	
Oficiu			10p
Total			100p

Bareme propuse de:

Prof. Simona Sanda, Colegiul Național „Elena Cuza“ Craiova
Prof. Edvina Fleur Vlăduțoiu, Colegiul Național „Elena Cuza“ 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.