



MINISTERUL EDUCAȚIEI
Olimpiada Națională de Fizică
Oradea 6 - 10 aprilie 2023
Proba teoretică
Clasa a X-a



Barem de evaluare și notare

Subiectul nr. 1
Tamburul

Nr. item		Punctaj
1.a.	<p><i>Exemplu de răspuns</i></p> <p>Viteza v_s a săculețului la un moment dat este egală cu viteza liniară a unui punct aflat pe suprafața laterală a tamburului. În același moment o bilă va avea viteza liniară v_B. Cum viteza unghiulară este aceeași:</p> $\omega = \frac{v_B}{R+l} = \frac{v_s}{R}$	0,5p
	<p>Suma energiilor potențiale gravitaționale ale bilelor rămâne constantă. Expresia matematică a legii de conservare a energiei:</p> $M \cdot g \cdot h_0 = \frac{4 \cdot m \cdot v_B^2}{2} + \frac{M \cdot v_s^2}{2}$	1,0p
	$v_s = \sqrt{\frac{2 \cdot M \cdot g \cdot h_0 \cdot R^2}{4m(R+l)^2 + M \cdot R^2}}$	0,5p
1.b.	<p>In ciocnirea săculețului cu solul, se pierde energia acestuia</p> $M \cdot g \cdot h_1 = M \cdot g \cdot h_0 - \frac{M \cdot v_s^2}{2}$	1,0p
	<p>Expresia înălțimii la care este ridicat săculețul ca urmare a reînfășurării sforii</p> $h_1 = \frac{h_0}{1 + \frac{M \cdot R^2}{4 \cdot m \cdot (R+l)^2}}$	1,0p
1.c.	<p>La fiecare ciocnire cu solul se pierde mai puțină energie decât la ciocnirea anterioară</p> $h_1 = \frac{h_0}{1 + \frac{M \cdot R^2}{4 \cdot m \cdot (R+l)^2}}$ $h_2 = \frac{h_1}{1 + \frac{M \cdot R^2}{4 \cdot m \cdot (R+l)^2}} = \frac{h_0}{\left(1 + \frac{M \cdot R^2}{4 \cdot m \cdot (R+l)^2}\right)^2}$ <p style="text-align: center;">.....</p> $h_n = \frac{h_{n-1}}{1 + \frac{M \cdot R^2}{4 \cdot m \cdot (R+l)^2}} = \frac{h_0}{\left(1 + \frac{M \cdot R^2}{4 \cdot m \cdot (R+l)^2}\right)^n}$	1,5p
	<p>Teoretic, în condițiile acestei aproximări, sistemul se oprește după o infinitate de ciocniri ale săculețului cu solul.</p>	0,5p

- 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.



MINISTERUL EDUCAȚIEI
Olimpiada Națională de Fizică
Oradea 6 - 10 aprilie 2023
Proba teoretică
Clasa a X-a



Pagina 2 din 7

Barem de evaluare și notare

1.d.	<p>Pentru cilindru gol, în expresia matematică a legii de conservare a energiei se adaugă și energia cinetică a cilindrului. Cilindru se comportă similar unui "șir" continuu de n bile mici considerate puncte materiale având fiecare masa $\frac{m_0}{n}$, aflate la distanța R față de centru, care se mișcă cu viteza v_s</p> $M \cdot g \cdot h_0 = \frac{4 \cdot m \cdot v_B^2}{2} + \frac{M \cdot v_s^2}{2} + \frac{m_0 \cdot v_s^2}{2}$	1,0p	2,0p
	<p>Noua expresie a înălțimii după prima reînfășurare</p> $h_1^A = \frac{h_0}{1 + \frac{M \cdot R^2}{4 \cdot m \cdot (R + l)^2 + m_0 R^2}}$	1,0p	
1.e.	<p>Cilindru plin poate fi privit ca un ansamblu de puncte materiale dispuse în interiorul acestuia. Viteza acestora crește linear cu distanța dintre punctul material și centrul de rotație. Pentru a exprima energia cinetică a cilindrului plin îl vom echivala cu un cilindru gol cu raza medie R_m pentru care masa de substanță din interior este egală cu cea din exterior.</p> $\pi \cdot R_m^2 \cdot h \cdot \rho = \pi \cdot R^2 \cdot h \cdot \rho - \pi \cdot R_m^2 \cdot h \cdot \rho$ <p>unde h e înălțimea cilindrului iar ρ e densitatea</p> $R_m = \frac{R}{\sqrt{2}}$ $\omega = \frac{v_m}{R_m} = \frac{v_s}{R}$	1,0p	2,0p
	<p>Expresia energiei cinetice a cilindrului plin</p> $E_c = \frac{m_0 \cdot \left(\frac{v_s}{\sqrt{2}}\right)^2}{2}$ $M \cdot g \cdot h_0 = \frac{4 \cdot m \cdot v_B^2}{2} + \frac{M \cdot v_s^2}{2} + \frac{m_0 \cdot v_s^2}{4}$	0,5p	
	$h_1^B = \frac{h_0}{1 + \frac{M \cdot R^2}{4 \cdot m \cdot (R + l)^2 + \frac{m_0}{2} R^2}}$ $h_1^A > h_1^B > h_1$ <p><i>Observație</i> Punctele d) și e) se pot rezolva și cu momente de inerție. Pentru cilindru gol</p> $E_c = \frac{J_1 \cdot \omega^2}{2} = \frac{m_0 \cdot v_s^2}{2}$ $J_1 = m_0 \cdot R^2$ <p>Iar pentru cel plin</p> $E_c = \frac{J_2 \cdot \omega^2}{2} = \frac{m_0 \cdot v_s^2}{4}$ $J_2 = \frac{m_0 \cdot R^2}{2}$	0,5p	
TOTAL Subiectul nr. 1			

© Barem de evaluare și de notare propus de:

prof. Gabriela Alexandru, Colegiul Național "Grigore Moisil" București

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.



MINISTERUL EDUCAȚIEI
Olimpiada Națională de Fizică
Oradea 6 - 10 aprilie 2023
Proba teoretică
Clasa a X-a



Pagina 3 din 7

Barem de evaluare și notare

Subiectul nr. 2
Înghițelul apei dintr-un lac cu apă dulce

Nr. item			Punctaj
2.a.	<i>Exemplu de răspuns</i>		4,5p
	Considerăm că la un moment dat de timp τ , stratul de gheață de la suprafața lacului are grosimea x , aceeași pe toată suprafața S a lacului. Într-un interval foarte mic de timp $\Delta\tau$ se formează un strat suplimentar de gheață cu grosimea foarte mică Δx , proces în care căldura eliberată în procesul de formare a gheții trebuie să fie egală cu căldura transferată la exterior prin stratul de gheață: $\Delta Q_{gheață} = \Delta Q_{transferat}$	1,0p	
	$\Delta Q_{gheață} = \Delta m \cdot \lambda_g = \rho_g S \Delta x \cdot \lambda_g$	0,5p	
	Căldura evacuată prin acest strat de gheață este direct proporțională cu aria suprafeței prin care se realizează transferul căldurii, cu diferența de temperatură dintre fețele stratului și cu intervalul de timp de transfer, dar este invers proporțională cu grosimea stratului de gheață: $\Delta Q_{transferat} = k_g \frac{S(t_0 - t)\Delta\tau}{x}$	1,0p	
	$\rho_g S \Delta x \cdot \lambda_g = k_g \frac{S(t_0 - t)\Delta\tau}{x}$ $x \cdot \Delta x = k_g \frac{(t_0 - t)\Delta\tau}{\rho_g \lambda_g}$	0,5p	
	$2 \cdot x \cdot \Delta x = 2 \cdot k_g \frac{(t_0 - t)}{\rho_g \lambda_g} \cdot \Delta\tau$ <p>Deoarece Δx este foarte mic, putem scrie: $\Delta(x^2) = (x + \Delta x)^2 - x^2 = 2 \cdot x \cdot \Delta x + (\Delta x)^2 \cong 2 \cdot x \cdot \Delta x$$\Delta(x^2) = 2k_g \frac{(t_0 - t)}{\rho_g \lambda_g} \cdot \Delta\tau$</p> Deoarece la începutul procesului de îngheț grosimea stratului de gheață este nulă, obținem: $x^2 = 2k_g \frac{(t_0 - t)}{\rho_g \lambda_g} \cdot \tau$	1,0p	
$x = \sqrt{2k_g \frac{(t_0 - t)}{\rho_g \lambda_g} \cdot \tau}$	0,5p		
2.b.	$x \cong 10,27cm$	1,0p	1,0p
2.c.	Pentru $x = 50,3cm$ se obține un timp de îngheț $\tau \cong 10$ zile consecutive de ger	1,5p	1,5p

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.



MINISTERUL EDUCAȚIEI
Olimpiada Națională de Fizică
Oradea 6 - 10 aprilie 2023
Proba teoretică
Clasa a X-a



Pagina 4 din 7

Barem de evaluare și notare

2.d.	<p><i>Exemplu de răspuns:</i> Calculăm câteva grosimi ale stratului de gheață care s-ar forma după foarte multe zile de ger:</p> <ul style="list-style-type: none">• pentru un timp de îngheț $\tau = 90$ zile consecutive de ger (cu aproximație trei luni de ger), s-ar obține un strat de gheață cu grosimea $x \cong 1,51m$• pentru un timp de îngheț $\tau = 180$ zile consecutive de ger (cu aproximație șase luni de ger), s-ar obține un strat de gheață cu grosimea $x \cong 2,13m$• pentru un timp de îngheț $\tau = 365$ zile consecutive de ger, s-ar obține un strat de gheață cu grosimea $x \cong 3,04m$• pentru înghețul total al unui lac cu adâncimea $x = 10m$ se obține un timp de îngheț $\tau = 3953,6$ zile consecutive de ger, respectiv 10,8 ani !!! <p><i>Se punctează un calcul care să evidențieze o perioadă de îngheț de minimum 5 luni.</i></p>	1,5p	3,0p
	<p>În zonele cu climat temperat numărul zilelor consecutive de ger nu este atât de mare încât să permită formarea unui strat de gheață a cărui grosime să fie foarte mare, cu aproximație cel mult 2m în regiunile mai nordice, respectiv lacurile adânci nu îngheață în totalitate ci doar la suprafața acestora. <i>În lacul Baikal din Siberia, stratul de gheață are în medie o grosime de 1,5m cel mult 2m .</i></p>	1,5p	
TOTAL Subiectul nr. 2			10p

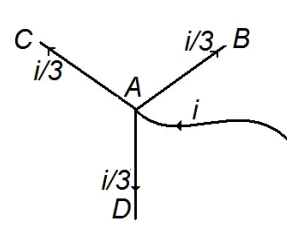
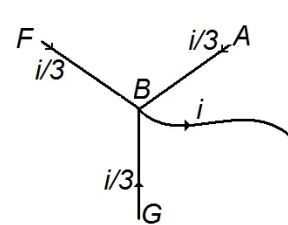
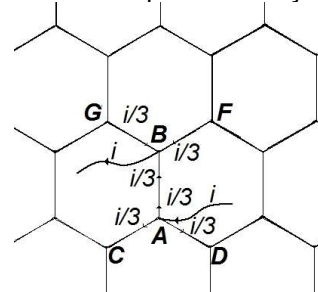
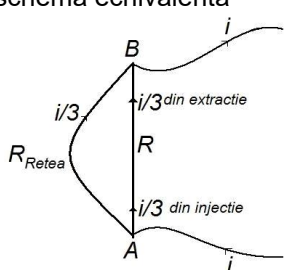
© Barem de evaluare și de notare propus de:

prof. Florin Butușină, Colegiul Național " Simion Bărnuțiu", Șimleu Silvaniei

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.

Barem de evaluare și notare

Subiectul nr. 3
Diferite rețele electrice

Nr. item			Punctaj	
3.a.	<p>Distribuția curenților electrici în laturile care se întâlnesc în nodul prin care se injectează curent</p>  <p>$i_{AB} = i_{AC} = i_{AD} = \frac{i}{3}$</p>	<p>Distribuția curenților electrici în laturile care se întâlnesc în nodul prin care se extrage curent</p>  <p>$i_{FB} = i_{GB} = i_{AB} = \frac{i}{3}$</p>	1,0p	4,0p
	<p>Superpoziția situațiilor de injectare de curent prin nodul A și extragere de curent prin nodul B</p>  <p>$i_{A,B \text{ total}} = \frac{2i}{3}$</p>		1,0p	
	<p>Distribuția curenților electrici în schema echivalentă</p>  <p>$i_{R_{retea}} = \frac{i}{3}$</p>		1,0p	
	<p>$R_{retea} = 2R$</p>		0,5p	
<p>Expresia rezistenței electrice echivalente a rețelei între nodurile A și B</p> <p>$R_{AB} = \frac{R \cdot R_{retea}}{R + R_{retea}} \quad R_{AB} = \frac{2}{3} R$</p>		0,5p	0,5p	

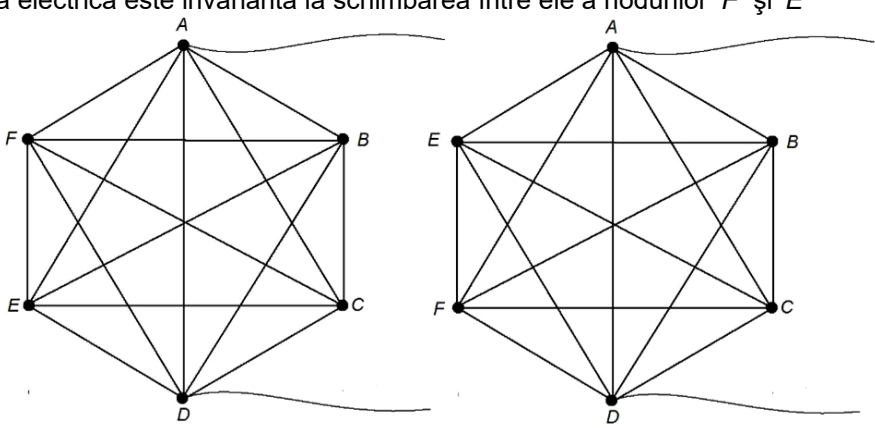
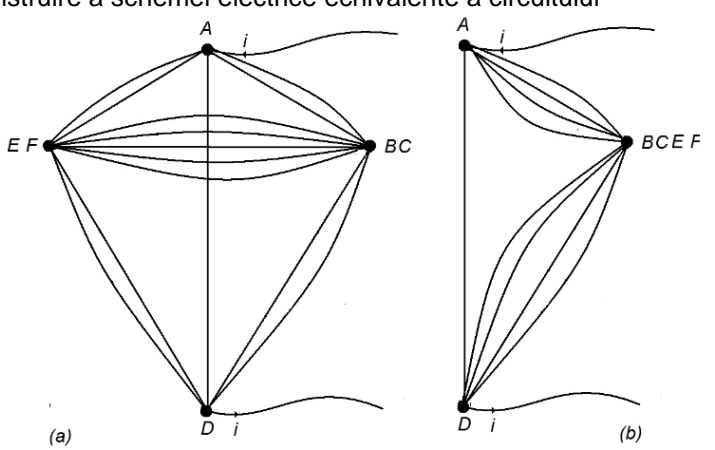
1. Orice rezolvare corectă ce ajunge la rezultatul final va primi punctajul maxim pe itemul respectiv.
2. Orice rezolvare corectă, dar care nu ajunge la rezultatul final, va fi punctată corespunzător, proporțional cu ponderea ideilor corecte din rezolvarea elevului.



MINISTERUL EDUCAȚIEI
Olimpiada Națională de Fizică
Oradea 6 - 10 aprilie 2023
Proba teoretică
Clasa a X-a



Barem de evaluare și notare

3.b.	<p><i>Exemplu de răspuns:</i> Rețeaua electrică este invariantă la schimbarea între ele a nodurilor F și E</p> <div style="text-align: center;">  </div> <p>Nodurile F și E sunt echipotențiale. Diferența de potențial dintre nodurile F și E $U_{EF} = 0$</p>	1,5p	1,5p
3.c.	<p>Etapele de construire a schemei electrice echivalente a circuitului</p> <div style="text-align: center;">  </div>	1,8p	2,5p
	$\frac{1}{R_{echivalent AD}} = \frac{1}{R} + \frac{1}{(R/4) + (R/4)}$	0,5p	
	<p>Expresia rezistenței electrice echivalente a rețelei din figură între nodurile A și D</p> $R_{echivalent AD} = \frac{R}{3}$	0,2p	
3.d.	<p><i>Exemplu de răspuns:</i> Numărul de noduri echipotențiale din rețeaua electrică $N_{echipotentiale} = (n - 2)$</p>	0,5p	2,0p

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.



MINISTERUL EDUCAȚIEI
Olimpiada Națională de Fizică
Oradea 6 - 10 aprilie 2023
Proba teoretică
Clasa a X-a



Pagina 7 din 7

Barem de evaluare și notare

<p>Curentul electric curge prin rețea între cele două noduri diametral opuse, atât prin firul care conectează direct cele două noduri, cât și prin două ansambluri înseriate, alcătuite fiecare din $(n-2)$ rezistențe legate în paralel.</p> <p>Cele două ansambluri, provin de la conductoarele care leagă nodul de intrare, respectiv cel de ieșire al curentului electric cu „nodul” obținut din legarea între ele celor $(n-2)$ noduri echipotențiale.</p>	0,5p	
$\frac{1}{R_{echivalent}} = \frac{1}{R} + \frac{1}{(R/(n-2)) + (R/(n-2))}$	0,5p	
<p>Expresia rezistenței electrice echivalente între cele două noduri diametral opuse ale n-gonului</p> $R_{echivalent} = \frac{2R}{n}$	0,5p	
TOTAL Subiectul nr. 3		10p

© Barem de evaluare și de notare propus de:

Prof. Dr. Delia Davidescu, Liceul Teoretic Internațional de Informatică, București

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.