



Barem de evaluare și de notare  
Se punctează oricare altă modalitate de rezolvare corectă a problemei

Problema I – Giroscopul optic

Nr. item	Sarcina de lucru nr. 1	Punctaj
1.a.	<p>Pentru:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>▪ <math>t^+ = \frac{2 \cdot \pi \cdot R}{c' \cdot \left(1 - \frac{R \cdot \Omega}{c'}\right)}</math>, unde <math>c' = \frac{c}{n}</math> 0,50p</li><li>▪ <math>t^- = \frac{2 \cdot \pi \cdot R}{c' \cdot \left(1 + \frac{R \cdot \Omega}{c'}\right)}</math> 0,50p</li><li>▪ expresia intervalului de timp <math>\Delta t = \frac{2 \cdot \pi \cdot R}{c' \cdot \left(1 - \frac{R \cdot \Omega}{c'}\right)} - \frac{2 \cdot \pi \cdot R}{c' \cdot \left(1 + \frac{R \cdot \Omega}{c'}\right)}</math> 0,50p</li><li>▪ <math>\Delta t \cong \frac{4 \cdot \pi \cdot R^2 \cdot \Omega \cdot n^2}{c^2}</math>, dacă <math>(R \cdot \Omega)^2 \ll c^2</math> 0,50p</li></ul>	2,00p
1.b.	<p>Pentru:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>▪ expresia diferenței de drum optic <math>(\Delta L) = c' \cdot \Delta t</math> 0,50p</li><li>▪ <math>(\Delta L) \cong \frac{4 \cdot \pi \cdot R^2 \cdot \Omega \cdot n}{c}</math> 0,50p</li></ul>	1,00p
1.c.	<p>Pentru:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>▪ <math>\Omega = \frac{2 \cdot \pi}{T}</math>, unde <math>T</math> este perioada de rotație a Pământului 0,30p</li><li>▪ <math>(\Delta L)_{\max} \cong \frac{8 \cdot \pi^2 \cdot R^2 \cdot n}{c \cdot T}</math> 0,30p</li></ul>	1,00p

	<ul style="list-style-type: none"> <li>valoarea maximă a diferenței de drum optic <math>(\Delta L)_{max} \cong 4,5 \cdot 10^{-12} m</math></li> </ul>	0,40p	
<b>Nr. item</b>	<b>Sarcina de lucru nr. 2</b>		<b>Punctaj</b>
<b>2.a.</b>	Pentru: <ul style="list-style-type: none"> <li>expresia diferenței de fază <math>\Delta\varphi = \frac{2 \cdot \pi \cdot N \cdot (\Delta L)}{\lambda'}</math>, unde <math>\lambda' = \frac{\lambda}{n}</math></li> </ul>	0,50p	<b>1,00p</b>
	<ul style="list-style-type: none"> <li><math>\Delta\varphi = \frac{8 \cdot \pi^2 \cdot R^2 \cdot N \cdot \Omega \cdot n^2}{c \cdot \lambda}</math></li> </ul>	0,50p	
<b>Nr. item</b>	<b>Sarcina de lucru nr. 3</b>		<b>Punctaj</b>
<b>3.a.</b>	Pentru: <div style="text-align: center;"> </div> <p>expresiile pentru componentele vitezei luminii de-a lungul laturii <math>O_1O_3</math>, corespunzătoare propagării luminii în sensul acelor de ceasornic, respectiv în sens invers acelor de ceasornic</p> <ul style="list-style-type: none"> <li> <math display="block">\begin{cases} v_{\pm} = c \pm R \cdot \Omega \cdot \cos \theta \\ v_{\pm} = c \pm \Omega \cdot h \end{cases}, \text{ unde } h = \frac{L}{6\sqrt{3}}</math> </li> <li> <math display="block">t^{\pm} = \frac{L}{v_{\pm}}</math> </li> <li> <math display="block">\begin{cases} t^{\pm} = \frac{L}{c \cdot \left(1 \pm \frac{\Omega \cdot h}{c}\right)} \\ t^{\pm} = \frac{L}{c} \left(1 \pm \frac{\Omega \cdot h}{c}\right)^{-1} \end{cases}</math> </li> <li> <math display="block">t^{\pm} \cong \frac{L}{c} \cdot \left(1 \mp \frac{\Omega \cdot h}{c}\right), \text{ în situația } (\Omega \cdot h)^2 \ll c^2</math> </li> </ul>	0,60p 0,20p 0,40p 0,40p	<b>2,00p</b>

- Orice rezolvare corectă ce ajunge la rezultatul corect 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.

	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ expresia pentru intervalul de timp <math>\Delta t \cong \frac{2 \cdot L \cdot \Omega \cdot h}{c^2}</math></li> </ul>	0,20p	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <math>\Delta t \cong \frac{L^2 \cdot \Omega}{3 \cdot \sqrt{3} \cdot c^2}</math></li> </ul>	0,20p	
<b>3.b.</b>	<p>Pentru:</p> <p>condiția de menținere a oscilațiilor laser</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <math display="block">\begin{cases} L = m \cdot \lambda \\ L = m \cdot \frac{c}{\nu} \end{cases}, \text{ unde } m = 1, 2, 3, \dots</math></li> </ul> <p>expresiile lungimilor efective <math>L_{\pm}</math> ale cavității „văzute” de cele două fascicule laser care se propagă în sensul acelor de ceasornic, respectiv în sens invers</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ acelor de ceasornic <math display="block">\begin{cases} L_{+} = c \cdot t^{+} \\ L_{-} = c \cdot t^{-} \end{cases}</math></li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <math display="block">L_{\pm} = \frac{L}{1 \pm \frac{\Omega \cdot h}{c}}</math></li> </ul> <p>expresiile frecvențelor de rezonanță asociate cu lungimile efective <math>L_{\pm}</math> ale</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ cavității <math>\nu_{\pm} = \frac{m}{L_{\pm}} \cdot c</math>, unde <math>m = 1, 2, 3, \dots</math></li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <math display="block">\nu_{\pm} = \nu \cdot \left( 1 \pm \frac{\Omega \cdot h}{c} \right)</math></li> </ul> <p>frecvența bătăilor generate de cele două fascicule laser, care se propagă în sensuri opuse prin giroscop <math>\Delta \nu = \nu_{+} - \nu_{-}</math></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <math display="block">\begin{cases} \Delta \nu = \nu \cdot \frac{2 \cdot \Omega \cdot h}{c} \\ \Delta \nu = \frac{2 \cdot \Omega \cdot h}{\lambda} \end{cases}</math></li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <math display="block">\Delta \nu = \frac{\Omega \cdot L}{3 \cdot \sqrt{3} \cdot \lambda}</math></li> </ul>	0,20p 0,40p 0,40p 0,20p 0,20p 0,20p 0,20p	<b>2,00p</b>
<i>Oficiu</i>			<b>1,00p</b>
<i>Punctaj total - Problema I</i>			<b>10p</b>

1. Orice rezolvare corectă ce ajunge la rezultatul corect 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.

Barem de evaluare și de notare  
Se punctează oricare altă modalitate de rezolvare corectă a problemei

Problema a II-a - Star Trek

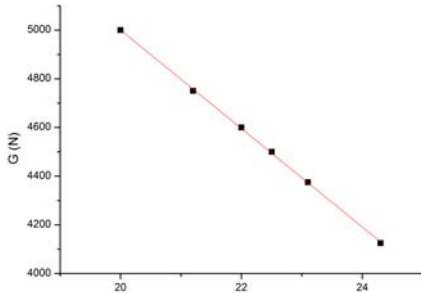
Nr. item	Sarcina de lucru nr. 1	Punctaj
1.a.	Pentru: <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <math display="block">v_B' = \frac{\Delta x'}{\Delta t'} = \frac{(\Delta x - v_A \cdot \Delta t)}{\left(\Delta t - \frac{v_A}{c^2} \cdot \Delta x\right)}</math></li> <li>▪ <math display="block">v_B' = \frac{v_B - v_A}{1 - \frac{v_A \cdot v_B}{c^2}}</math></li> <li>▪ <math display="block">v_B' = -\frac{\beta + \alpha}{1 + \alpha \cdot \beta} \cdot c</math></li> </ul>	2,00p  1,00p  0,50p  0,50p
1.b.	Pentru: <p>expresia intervalului de timp scurs din momentul observării navetelor de către controlorul de trafic până în momentul când s-ar produce coliziunea</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <math display="block">t = \frac{x_B - x_A}{v_A + v_B}</math></li> <li>▪ <math display="block">t = \frac{x_B - x_A}{(\alpha + \beta)c}</math></li> </ul>	1,00p  0,50p  0,50p
Nr. item	Sarcina de lucru nr. 2	Punctaj
2.a.	Pentru: <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <math>m(t + dt) = m(t) + dm</math></li> <li>▪ <math>V_E(t + dt) = V_E(t) + dV_E</math></li> <li>▪ legea conservării impulsului</li> <li>▪ <math>(m(t) + dm) \cdot (V_E(t) + dV_E) - (m - dm) \cdot (-V_E(t)) = m(t) \cdot V_E(t)</math></li> </ul>	3,00p  0,30p  0,30p  1,00p

	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <math>m(t) \cdot dV_E + u \cdot dm = 0</math></li> </ul>	0,40p
	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <math>m(V_E) = m_0 \cdot \exp\left(-\frac{V_E - V_{E,0}}{u}\right)</math></li> </ul>	1,00p
<b>2.b.</b>	<p>Pentru:</p> <p>expresia pentru viteza gazelor ejectate în sistemul de referință al navei SS Enterprise</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <math>u_F = \frac{V_F - u}{1 - \frac{V_F \cdot u}{c^2}}</math></li> </ul> <p>legea conservării impulsului</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <math>(m + dm) \cdot (V_F + dV_F) + \frac{V_F - u}{1 - \frac{V_F \cdot u}{c^2}} \cdot (-dm) = m \cdot V_F</math></li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <math>m \cdot dV_F + u \cdot \left(1 - \frac{V_F^2}{c^2}\right) \cdot dm \cong 0</math></li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <math>\frac{m}{m_0} = \left[ \left(\frac{1 - \varphi}{1 + \varphi}\right) \cdot \left(\frac{1 + \beta}{1 - \beta}\right) \right]^{\frac{c}{2u}}</math>, unde <math>\beta = \frac{V_F}{c}</math></li> </ul>	<p>0,50p</p> <p>1,00p</p> <p>0,50p</p> <p>1,00p</p>
<b>Oficiu</b>		<b>1,00p</b>
<b>Punctaj total - Problema a II-a</b>		<b>10p</b>

1. Orice rezolvare corectă ce ajunge la rezultatul corect 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.

Barem de evaluare și de notare  
Se punctează oricare altă modalitate de rezolvare corectă a problemei

Problema a III-a – Suspensia unui automobil

Nr. item	Sarcina de lucru nr. 1	Punctaj																																																																										
1.a.	<p>Pentru:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <table border="1" data-bbox="454 683 1088 806"> <tr><td>N</td><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td><td>0</td></tr> <tr><td>a [cm]</td><td>20,0</td><td>21,2</td><td>22,0</td><td>22,5</td><td>23,1</td><td>24,3</td></tr> <tr><td><math>\Delta a</math> [cm]</td><td></td><td>1,2</td><td>0,8</td><td>0,5</td><td>0,6</td><td>1,2</td></tr> </table> <p style="text-align: right;">0,60p</p> </li> <li>▪ <table border="1" data-bbox="513 840 1029 974"> <tr><td><math>\Delta a</math> [cm]</td><td>0,5</td><td>0,6</td><td>0,8</td><td>1,2</td><td>1,2</td></tr> <tr><td>G [N]</td><td>100</td><td>125</td><td>150</td><td>250</td><td>250</td></tr> <tr><td>m [kg]</td><td>40</td><td>50</td><td>60</td><td>100</td><td>100</td></tr> </table> <p style="text-align: right;">0,40p</p> </li> <li>▪ <table border="1" data-bbox="414 1008 1129 1205"> <tr><td>N</td><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td><td>0</td></tr> <tr><td>a [cm]</td><td>20,0</td><td>21,2</td><td>22,0</td><td>22,5</td><td>23,1</td><td>24,3</td></tr> <tr><td><math>\Delta a</math> [cm]</td><td></td><td>1,2</td><td>0,8</td><td>0,5</td><td>0,6</td><td>1,2</td></tr> <tr><td>G [N]</td><td>5000</td><td>4750</td><td>4600</td><td>4500</td><td>4375</td><td>4125</td></tr> <tr><td>Nr. de ordine</td><td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td></tr> </table> <p style="text-align: right;">1,00p</p> </li> <li>▪ <p>legătura dintre constanta de elasticitate <math>k</math> a resortului, lungimea arcului nedeformat <math>\ell_0</math> și greutatea deformatoare <math>G_i = -k \cdot a_i + \left( \frac{k \cdot \ell_0}{2} + k \cdot a_0 \right)</math> <span style="float: right;">1,00p</span></p> <p>construirea dreptei de regresie pentru graficul dependenței <math>G_i = f(a_i)</math></p> </li> <li>▪  <p style="text-align: right;">2,00p</p> </li> </ul>	N	5	4	3	2	1	0	a [cm]	20,0	21,2	22,0	22,5	23,1	24,3	$\Delta a$ [cm]		1,2	0,8	0,5	0,6	1,2	$\Delta a$ [cm]	0,5	0,6	0,8	1,2	1,2	G [N]	100	125	150	250	250	m [kg]	40	50	60	100	100	N	5	4	3	2	1	0	a [cm]	20,0	21,2	22,0	22,5	23,1	24,3	$\Delta a$ [cm]		1,2	0,8	0,5	0,6	1,2	G [N]	5000	4750	4600	4500	4375	4125	Nr. de ordine	0	1	2	3	4	5	6,00p
N	5	4	3	2	1	0																																																																						
a [cm]	20,0	21,2	22,0	22,5	23,1	24,3																																																																						
$\Delta a$ [cm]		1,2	0,8	0,5	0,6	1,2																																																																						
$\Delta a$ [cm]	0,5	0,6	0,8	1,2	1,2																																																																							
G [N]	100	125	150	250	250																																																																							
m [kg]	40	50	60	100	100																																																																							
N	5	4	3	2	1	0																																																																						
a [cm]	20,0	21,2	22,0	22,5	23,1	24,3																																																																						
$\Delta a$ [cm]		1,2	0,8	0,5	0,6	1,2																																																																						
G [N]	5000	4750	4600	4500	4375	4125																																																																						
Nr. de ordine	0	1	2	3	4	5																																																																						

	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ valoarea numerică pentru panta graficului: -200</li> </ul>	0,60p	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ valoarea constantei de elasticitate a arcului <math>k = 2 \times 10^4 \text{ N / m}</math></li> </ul>	0,40p	
<b>1.b.</b>	Pentru: <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ valoarea numerică pentru intercepție: 9047</li> <li>▪ lungimea arcului nedeformat <math>\ell_0 = 50 \text{ cm}</math></li> </ul>	2,00p 2,00p	<b>4,00p</b>
<b>1.c.</b>	Pentru: <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ expresia perioadei de oscilație a arcului <math>T = 2\pi \cdot \sqrt{\frac{m}{k}}</math></li> <li>▪ valoarea calculată a perioadei de oscilație a arcului <math>T = \frac{\pi}{\sqrt{10}} \cong 1\text{s}</math></li> </ul>	1,00p 1,00p	<b>2,00p</b>
<b>Nr. item</b>	<i>Sarcina de lucru nr. 2</i>		<b>Punctaj</b>
<b>2.a.</b>	Pentru: <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <math>x(t) = A \cdot e^{-\frac{h}{2M}t}</math></li> <li>▪ <math>\ln(x(t)) = \ln A - \frac{h}{2M} \cdot t</math></li> </ul>	0,40p 1,00p	<b>5,00p</b>
		2,60p	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ valoare a pantei: -1,96</li> </ul>	0,60p	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <math>h \cong 2000 \text{ N} \cdot \text{s} \cdot \text{m}^{-1}</math></li> </ul>	0,40p	

1. Orice rezolvare corectă ce ajunge la rezultatul corect 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.

<b>2.b.</b>	Pentru:		<b>2,00p</b>
	▪ condiția de stingere a oscilațiilor $\omega = 0$	0,60p	
	▪ $\frac{k}{M} - \frac{h_s^2}{4M^2} = 0$	0,40p	
	▪ $h_s = 2\sqrt{M \cdot k}$	0,60p	
	▪ $h_s \cong 6400 N \cdot s \cdot m^{-1}$	0,40p	
<i>Oficiu</i>			<b>1,00p</b>
<i>Punctaj total - Problema a III-a</i>			<b>20p</b>

© *Barem de evaluare și de notare propus de:*

*Prof. Dr. Delia DAVIDESCU*

*Prof. Dr. Mihai DAFINEI*

*Conf. univ. dr. Adrian DAFINEI*

- 1. Orice rezolvare corectă ce ajunge la rezultatul corect 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.*