

**Ministerul Educației și Cercetării**  
**Serviciul Național de Evaluare și Examinare**  
**Olimpiada Națională de Fizică**  
**Târgoviște – 2002**

XI

***Proba teoretică***

**BAREM DE CORECTARE ȘI NOTARE**

- ♦ pentru orice altă cale corectă de rezolvare a unui subiect se construiește un barem echivalent ca punctaj cu cel de mai jos și se acordă, pe baza acestuia, punctajul corespunzător
- ♦ detalierea punctajului prevăzută la rubrica Obs. este valabilă doar pentru rezolvări nefinalizate
  - ♦ la punctajul fiecărei lucrări se adaugă din oficiu 10 puncte
  - ♦ nota lucrării se obține împărțind la zece punctajul total

**SUBIECTUL I:**

**30 puncte**

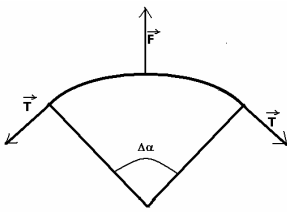
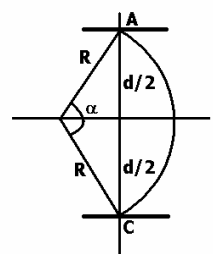
<b>a)</b>	$\omega = \sqrt{\frac{2(p_1 - p_2)}{\rho(r_1^2 - r_2^2)}}$	<b>10 p</b>
	<p>Obs.: numai pentru ....</p> <p style="text-align: right;"><math>(\Delta P)s = F_{cf} = \rho \Delta X s \omega^2 \left( x + \frac{\Delta X}{2} \right); \Delta X \rightarrow 0 \dots\dots\dots 2p</math></p> <p style="text-align: right;"><math>\Delta P = \rho \Delta X \omega^2 X; \dots\dots\dots 2p</math></p> <p style="text-align: right;"><math>P(x) - P_o = \rho \omega^2 \frac{x^2}{2} \dots\dots\dots 2p</math></p> <p style="text-align: right;"><math>P(r) = P_o + \rho \frac{\omega^2}{2} r \dots\dots\dots 2p</math></p> <p style="text-align: right;"><math>P_1 - P_2 = \rho \frac{\omega^2}{2} (r_1^2 - r_2^2) \dots\dots\dots 2p</math></p>	
<b>b)</b>	$P(x) = P_o e^{\frac{\mu \omega^2 x^2}{2RT_0}}$	<b>10 p</b>
	<p>Obs.: numai pentru</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>\rho = \frac{p\mu}{RT_0} \dots\dots\dots 1p</math></li> <li>• <math>\frac{\Delta p}{p(x)} = \frac{\omega^2 x \mu}{RT} \Delta x \dots\dots\dots 4p</math></li> <li>• <math>\Delta(\ln p) = \frac{\mu \omega^2}{RT} \Delta \left( \frac{x^2}{2} + const \right) \dots\dots\dots 2p</math></li> <li>• <math>\ln(p) = \frac{\mu \omega^2}{RT} \frac{x^2}{2} + const \dots\dots\dots 1p</math></li> <li>• <math>\ln(P_o) = \frac{\mu \omega^2}{RT} (0) + const \dots\dots\dots 1p</math></li> </ul> <p style="text-align: right;"><math>\ln(p) - \ln(p_o) = \frac{\mu \omega^2}{RT} \frac{X^2}{2} \dots\dots\dots 1p</math></p>	

c)	$p = p_0 \left( 1 + \frac{(\gamma - 1)\mu\omega^2}{2\gamma RT_0} x^2 \right)^{\frac{\gamma}{\gamma - 1}}$	5 p
	<p><b>Obs.:</b> numai pentru... .</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>proces adiabatic <math>\frac{p^{\gamma-1}}{T^\gamma} = \frac{p_0^{\gamma-1}}{T_0^\gamma}</math> ; <math>T = T_0 \frac{p^{\frac{\gamma-1}{\gamma}}}{p_0^{\frac{\gamma-1}{\gamma}}}</math> .....1p</li> <li><math>\rho = \frac{p\mu}{RT}</math> ; <math>\rho = \frac{p^\gamma \mu}{RT_0} p_0^{\frac{\gamma-1}{\gamma}}</math> .....1p</li> <li><math>p(x + \Delta x) = Sp(x) + S\Delta x \omega^2 x \frac{p_0^{\frac{\gamma-1}{\gamma}}}{RT_0} \mu p^{\frac{1}{\gamma}}</math> .....1p</li> <li><math>\Delta p \cdot p^{\frac{1}{\gamma}} = \frac{\mu\omega}{RT_0} x \Delta x p_o^{\frac{\gamma-1}{\gamma}}</math> .....0,5p</li> <li><math>\Delta \left( \frac{p^{\frac{1-\frac{1}{\gamma}}}{1-\frac{1}{\gamma}}} + const \right) = \Delta \left( \frac{\mu\omega^2}{RT_0} \frac{x^2}{2} p_o^{\frac{\gamma-1}{\gamma}} \right)</math> .....0,5p</li> <li><math>p^{\frac{\gamma-1}{\gamma}} = p_0^{\frac{\gamma-1}{\gamma}} \left( 1 + \frac{\mu\omega^2}{RT_0} \frac{\gamma-1}{\gamma} \frac{x^2}{2} \right)</math> .....0,5p</li> <li>expresia finala.....0,5p</li> </ul>	
d)	$\frac{\Delta T}{T_0} = \frac{\gamma - 1}{\gamma} \frac{\mu\omega^2 l^2}{2RT_0}$	5 p
	<p><b>Obs.:</b> numai pentru... .</p> <p><math>P_{izoterm} &gt; P_{adiabatic}</math> pentru – oricare – x .....2p</p> <p><math>\frac{\Delta T}{T_0} = \frac{\gamma - 1}{\gamma} \frac{\mu\omega^2 l^2}{2RT_0}</math> .....3p</p>	
	Total	30 p

## SUBIECTUL 2:

30 puncte

a)	$R = \frac{mg}{2\sigma}$	10 p
	<p><b>Obs.:</b> numai pentru...</p> <p>O porțiune de arc de cerc corespunzătoare unui unghi la centru <math>\Delta\alpha</math>, de lungime <math>R\Delta\alpha</math>, supusă acțiunii unei forțe radiale <math>F = KR\Delta\alpha</math> proporționale cu lungimea sa este în echilibru sub acțiunea acestei forțe și a tensiunilor din capete dacă:</p> <p><math>2T \sin \frac{\Delta\alpha}{2} = RK\Delta\alpha</math> ;.....3p</p>	

	<p>pentru <math>\Delta\alpha</math> mic, <math>T\Delta\alpha = RK\Delta\alpha</math> și deci <math>T=RK</math></p> <p>Pentru acțiunea forțelor de tensiune superficială <math>K=2\sigma</math>, iar pentru acțiunea forței electromagnetice <math>K=BI</math></p> <p>Pentru situația descrisă ca inițială, oricare dintre cele două fire este în echilibru sub acțiunea unei tensiuni egale cu greutatea masei atârnată și deci</p> $T = 2\sigma R = mg \dots\dots\dots 2p$ <p>Prin urmare</p> $R = \frac{mg}{2\sigma} \dots\dots\dots 5p$	
b)	<p>Drepte, verticale . Variația energiei potențiale va fi:</p> $\Delta W_{\text{superficial}} = 4\sigma\Sigma = 4\sigma R^2 \arcsin \frac{d}{2R} - \frac{Rd}{2} \sqrt{1 - \frac{d^2}{4R^2}}$	15 p
	<p><b>Obs.:</b> numai pentru...</p>  <p>Pe măsura creșterii curentului, apare o forță electromagnetică din ce în ce mai mare care acționează împotriva forței datorate tensiunii superficiale; firul își mărește raza de curbură.</p> <p>Pentru <math>I_0</math> asupra unui segment oarecare din fir acționează forța de tensiune superficială și forța electromagnetică. Ele sunt egale în modul și au sensuri opuse (ambele sunt perpendiculare pe fir).</p> <p>Firele sunt drepte, verticale, întrucât sunt tensionate numai de greutateți.....5p</p> <p>Cum <math>R &gt; \frac{mgd}{2mg} = \frac{d}{2}</math></p>  <p>Firul are forma unui arc de cerc mai mic decât un semicerc.</p> <p>Lungimea arcului de cerc este <math>L = R\alpha = 2R \arcsin \frac{d}{2R}</math></p> <p>iar suprafața lenticulară delimitată de arc și verticala prin capetele sale are aria</p> $\Sigma = R^2 \arcsin \frac{d}{2R} - \frac{Rd}{2} \sqrt{1 - \frac{d^2}{4R^2}} \dots\dots\dots 5p$ <p>Ținând cont de expresia ariei suprafeței lenticulare, variația energiei potențiale superficiale va fi</p> $\Delta W_{\text{superficial}} = 4\sigma\Sigma \dots\dots\dots 5p$	
c)	<p>Firele vor avea aceleași raze de curbură ca la punctul a) dar vor fi curbate spre exteriorul dreptunghiului ABCD.</p> $\Delta W_{\text{gravitational}} = 2 \left( 2R \arcsin \frac{d}{2R} - d \right) mg$	5 p
	<p><b>Obs.:</b> numai pentru...</p> <p>Întrucât forța care acționează este gală și de sens opus celei de tensiune superficială, raza de curbură va fi aceeași ca la a) dar curbura va fi opusă.....2p</p> <p>Lungimea inițială a firului între barele orizontale era d; după atingerea</p>	

	<p>echilibrului lungimea firului va fi <math>L = R\alpha = 2R \arcsin \frac{d}{2R}</math>.</p> <p>Variația energiei potențiale gravitaționale va fi</p> <p><math>\Delta W_{gravitational} = 2 \left( 2R \arcsin \frac{d}{2R} - d \right) mg</math> .....3p</p>	
	<b>Total</b>	<b>30 p</b>

**SUBIECTUL 3:**

**30 puncte**

a)	$w = k \frac{p_0 S v M_1}{p_1 V_1}$	<b>15 p</b>
	<p><b>Obs.:</b> numai pentru... . . .</p> <p>Din ecuația de stare pentru gazul din cilindru <math>pV = \frac{m}{\mu} RT</math> rezultă că pentru o poziție oarecare , x, a proiectilului în cilindru <math>p S \frac{\Delta x}{\Delta t} + V \frac{\Delta p}{\Delta x} \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{\Delta m}{\Delta t} \frac{RT_1}{\mu}</math> ; 4p</p> <p>În punctul de maxim al dependenței, prezentat în figură, <math>p = kp_0</math> și <math>\frac{\Delta p}{\Delta x} = 0</math> ;2p</p> <p>și deci</p> $kp_0 S \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{\Delta m}{\Delta t} \frac{RT_1}{\mu} \text{ sau } kp_0 S v = w \frac{RT_1}{\mu} ; 2p$ <p>și deci</p> $w = k \frac{p_0 S v \mu}{RT_1} ; 2p$ <p>din ecuația din enunț rezultă</p> $p_1 V_1 = \frac{M_1}{\mu} RT_1 \quad ; \quad \mu = \frac{M_1 RT_1}{p_1 V_1} ; 3p$ <p>Prin urmare</p> $w = k \frac{p_0 S v M_1}{p_1 V_1} ; 2p$	
b)	$Q' = Q \frac{S l p_0}{V_1 p_1}$	<b>8 p</b>
	<p><b>Obs.:</b> numai pentru... . . .</p> <p>În starea finală cantitatea <math>M'</math> de gaz din cilindru este</p> $S l p_0 = \frac{M'}{\mu} RT_1 = \frac{M'}{M_1} p_1 V_1 ; 3p$ <p>Cantitatea de căldură apărută este:</p> $\frac{Q'}{Q} = \frac{M'}{M_1} ; 3p$ <p>și deci</p>	

	$Q' = Q \frac{Slp_0}{V_1 p_1}; 2p$	
c)	$L = p_0(k+1) \frac{Sl}{2}$	7 p
	<p><b>Obs.:</b> numai pentru...</p> <p>Lucrul mecanic este aria de sub curba din figură multiplicată cu S. ;2p</p> <p>Ținând cont de condițiile din enunț se poate considera aria ca fiind suma ariilor a două trapeze ; 2p</p> $L = \left[ (p_0 + kp_0) \frac{l}{2n} + (p_0 + kp_0) \left( l - \frac{l}{n} \right) \frac{1}{2} \right] S ; 2p$ $L = p_0(k+1) \frac{Sl}{2}; 1p$	
	Total	30 p