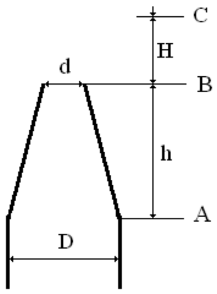
Olimpiada Națională de Fizică
2-9 aprilie 2003
Drobeta – Turnu Severin
Proba teoretică – barem

XI

Subiect	**Parțial**	**Punctaj**
1 Subiect 1, total:		**10**
a) Dacă se scrie ecuația Bernoulli pentru nivelele marcate cu literele B şi C  Figura 1 $\frac{v_B^2\rho}{2}+p_0+\rho gh=p_0+\rho g(h+H)$ **(1.1)**	1 sau 0,5	**3**
rezultă pentru viteza apei la ieşirea din ajutaj expresia: $v_B=\sqrt{2gH}$. **(1.2)** Debitul volumic al apei la ieşirea din ajutaj este: $Q=\frac{\pi d^2}{4}v_B$. **(1.3)**	0,25	
Dacă se scrie ecuația Bernoulli pentru nivelele marcate cu literele B şi A $\frac{v_A^2\rho}{2}+p_A=p_0+\frac{v_B^2\rho}{2}+\rho gh$. **(1.4)**	0,5 sau 1	
Constanța debitului se scrie sub forma $\frac{\pi D^2}{4}v_A=\frac{\pi d^2}{4}v_B$ **(1.5)**	0,5	
din care rezultă: $v_A^2=v_B^2\frac{d^4}{D^4}$ **(1.6)**	0,25	

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.

Subiect	**Parțial**	**Punctaj**
din relația (1.4) rezultă : $p_A = p_0 + \rho g h + \frac{\rho}{2}\left(1 - \frac{d^4}{D^4}\right) 2gH$ **(0.1)** din care rezultă $H = \frac{p_A - p_0 - \rho g h}{\rho g \left(1 - \frac{d^4}{D^4}\right)}$ **(0.2)***	0,5	
b) b) În cazul ajutajului în poziție orizontală ecuația lui Bernoulli se scrie sub forma: $\frac{v'^2_A \rho}{2} + p_A = p_0 + \frac{v'^2_B \rho}{2}$ **(0.3)** Ținând cont de constanța debitului $v'_B = \sqrt{\frac{2(p_A - p_0)}{\rho\left(1 - \frac{d^4}{D^4}\right)}}$ **(0.4)**	0,5	2
Variația de impuls datorată jetului de apă determină forța $F = \frac{\Delta p}{\Delta t} = m\frac{\Delta v}{\Delta t} = \rho Q \cdot \Delta v = \rho Q\left(v'_B - v'_A\right)$ **(0.5)**	0,5	
$F = \rho \frac{\pi d^2}{4} v'^2_B \left(1 - \frac{d^2}{D^2}\right)$ **(0.6)**	0,5	
$F = \rho \frac{\pi d^2}{4} 2g \frac{p_A - p_0}{\rho g\left(1 - \frac{d^4}{D^4}\right)}\left(1 - \frac{d^2}{D^2}\right)$ **(0.7)***	0,5	
c) Vagonul **nu** mai este accelerat dacă jetul de apă **nu**-i mai comunică energie. Viteza relativă a vagonului față de jet este, în acest caz, nulă. $v_{\text{limită}} = v'_B$ **(0.8)***	2	2

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.

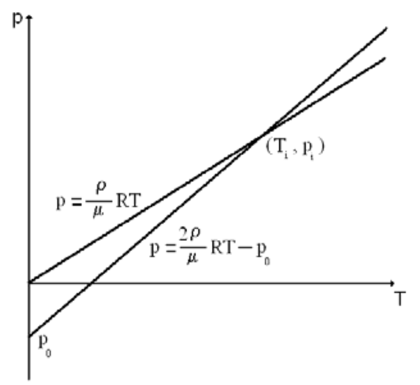
Subiect	**Parțial**	**Punctaj**
d) Datorită inducției, între capetele barei, apare tensiunea electromotoare $e = Blv'_B$ **(0.9)**	0,5	**2**
Datorită redistribuirii sarcinilor electrice pe bazele osiei între acestea apare un câmp electric care anulează efectul câmpul datorat inducției.	0,5	
Pentru zona centrală a bazelor câmpul electric datorat încărcării este perpendicular pe acestea şi are valoarea: $E_{încăncărc} = \frac{\sigma}{\varepsilon}$ **(0.10)**	0,5	
prin urmare $\sigma = \varepsilon B v'_B$ **(0.11)***	0,5	
Oficiu	1	**1**
2 Subiect 2, total:		**10**
A. Să considerăm un strat de grosime dz la înălțimea z față de sol (nivelul zero), unde presiunea atmosferică este p. La înălțimea $z + dz$ presiunea este $p + dp$ unde $dp = -\rho g dz$. **(2.1)**	1	**5**
Însă $\rho = m / V = \nu\mu / V = \mu(p / RT)$ **(2.2)** astfel că obținem ecuația $dp / dz = -(\mu g / RT)p$. **(2.3)**	1	
Admițând că atmosfera are un comportament adiabatic putem scrie $T = A \cdot p^{\frac{\gamma-1}{\gamma}}$, (2.4) A fiind o constantă. Derivând în ambele părți în raport cu înălțimea z avem $\frac{dT}{dz} = A\frac{\gamma-1}{\gamma}p^{\frac{-1}{\gamma}} \cdot \frac{dp}{dz}$ (2.5)	1	

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.

Subiect	**Parțial**	**Punctaj**
în care A se poate substitui prin $Tp^{\frac{1-\gamma}{\gamma}}$ obținând $\frac{dT}{dz}=\frac{\gamma-1}{\gamma}\cdot\frac{T}{p}\cdot\frac{dp}{dz}.$ **(2.6)** Înlocuind aici rezultatul stabilit mai sus rezultă ecuația $\frac{dT}{dz}=-(\frac{\mu g}{R})\cdot\frac{\gamma-1}{\gamma}.$ **(2.7)** care ne conduce la dependența $T(z)=T(0)-(\frac{\mu g}{R})\cdot\frac{\gamma-1}{\gamma}\cdot z.$ **(2.8)***	2	
B. Deoarece densitatea este – conform enunțului – constantă, din ecuația de stare $pV=\frac{m}{\mu}RT$ **(2.9)** rezultă $\begin{cases} p=\frac{m}{V\mu}RT \\ p=\frac{\rho}{\mu}RT \end{cases}$ **(2.10)**	1	4

Olimpiada Națională de Fizică
2-9 aprilie 2003
Drobeta – Turnu Severin
Proba teoretică – barem

XI

Subiect	**Parțial**	**Punctaj**
Reprezentând grafic dependența de temperatură a presiunii vaporilor saturați împreună cu dependența de temperatură a presiunii determinate de condiția de constanță a densității – ca în figura de mai jos – arată existența unui punct de intersecție al celor două dependențe lineare.  Figura 2	1	
Dacă temperatura corespunzătoare intersecției este T_i iar presiunea p_i condiția de intersecție presupune ca $\begin{cases} p_i = \frac{\rho}{\mu} RT_i \\ p_i = \frac{2\rho}{\mu} RT_i - p_0 \end{cases}$ **(2.11)** Temperatura T_i va avea expresia $T_i = \frac{\mu \cdot p_0}{\rho R}$ **(2.12)**	1	
Ținând cont de dependența de înălțime a temperaturii $\begin{cases} T(h) = T(0) - \left(\frac{\mu g}{R}\right)\frac{\gamma - 1}{\gamma} h = T_i = \frac{\mu \cdot p_0}{\rho R} \\ h = \left(T(0) - \frac{\mu \cdot p_0}{\rho R}\right)\left(\frac{R}{\mu g}\right)\frac{\gamma}{\gamma - 1} \end{cases}$ **(2.13)*** Trebuie impusă o condiție asupra presiunii $p_0 < \frac{T(0)\rho R}{\mu}$ care devine evident necesară pentru ca înălțimea de condensare să fie pozitivă.	1	
Oficiu	1	**1**

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.

Subiect	**Parțial**	**Punctaj**
3 Subiect 3, total:		**10**
A. a). $L=\frac{1}{2}(V_3-V_1)(p_2-p_1)$ **cu** $p_1=p_3$ **și** $2V_2=V_1+V_3$. **(3.1)** Găsim succesiv $L=\frac{1}{2}(p_2V_3-V_3p_3-V_1p_2+V_1p_1)=\frac{1}{2}[\nu R(T_1-T_3)+p_2(V_3-V_1)]$ **(3.2)**	1,5	**6**
Relația dintre volumele V_1, V_2 și V_3 se poate scrie sub forma $\frac{2T_2}{p_2}=\frac{T_1}{p_1}+\frac{T_3}{p_3}=\frac{T_1+T_3}{p_1}$ **(3.3)** (căci $p_3=p_1$), astfel că $p_2=2p_1\frac{T_2}{T_1+T_3}$. **(3.4)**	1,5	
Revenim în expresia lucrului mecanic $L=\frac{1}{2}[\nu R(T_1-T_3)+2p_1\frac{T_2}{T_1+T_3}\nu R(\frac{T_3}{p_3}-\frac{T_1}{p_1})]$ $L=\frac{1}{2}\nu R[T_1-T_3+\frac{2T_2}{T_1+T_3}(T_3-T_1)]$ $L=\frac{\nu R}{2}\frac{(T_3-T_1)(2T_2-T_1-T_3)}{T_1+T_3}$. **(3.5)**	1	
b). Fie T_0 temperatura mijlocului triunghiului. Prin acest punct subdivizăm aria calculată anterior în 3 părți egale. Formula deja stabilită poate fi utilizată pentru aria triunghiului isoscel $T_1T_0T_3$. Avem $3\cdot \text{Aria}(T_1T_0T_3)=\text{Aria}(T_1T_2T_3)$. **(3.6)**	1	
Astfel găsim că $T_0=\frac{1}{3}(T_1+T_2+T_3)$. **(3.7)**	1	

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.

Subiect	**Parțial**	**Punctaj**
B. Randamentul unei astfel de maşini ideale s-ar putea estima cu formula $\eta = \Delta T / T$ **(3.8)** în care $T \cong 300\ K$ **şi** $\Delta T \approx 10\ K$ **(3.9)** (o variaţie medie de temperatură dintre zi şi noapte).	1	**3**
Pe de altă parte $\eta = L / Q$ **(3.10)** unde $L = P \cdot t$, **(3.11)** cu $t = 24$ de ore, respectiv $Q = mc\Delta T$. **(3.12)**	1	
Aşadar $\eta = Pt / mc\Delta T$. **(3.13)** Din cele două expresii ale randamentului deducem uşor că $m = \dfrac{PtT}{c(\Delta T)^2} \approx 460$ **tone.** **(3.14)** Estimativ, randamentul ar putea fi de cel mult $\eta = 3{,}33\%$ **(3.15)** Desigur, se înţelege că proiectul este fantezist.	1	
Oficiu	1	**1**

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, proporţional cu conţinutul 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.