**Olimpiada de Fizică**
**Etapa pe județ**
20 februarie 2016
**Subiecte**

# VIII

Se consideră accelerația gravitațională $g = 10\,\text{N/kg}$.

***Subiectul 1: Elevator hidraulic şi energie mecanică.***

**A.** Elevii clasei a VIII-a sunt în vizită într-un atelier de reparaţii auto. Ei văd cum o maşină cu masa $M = 1{,}2\,\text{t}$ este ridicată cu ajutorul unui elevator hidraulic manual, la înălţimea $h = 0{,}8\,\text{m}$. Caracteristicile sistemului hidraulic sunt date de secţiunile celor două pistoane, care au valorile diametrelor $d_1 = 10\,\text{cm}$ şi $d_2 = 50\,\text{cm}$. În laboratorul de fizică Augustin realizează schema elevatorului (vezi schema din figura 1.1). Ştiind că pistonul mic se deplasează, la o apăsare, pe distanţa $d = 4\,\text{cm}$, iar parametrii pârghiei sunt $OB = l = 6\,\text{cm}$ şi $OA = L = 60\,\text{cm}$, calculează:

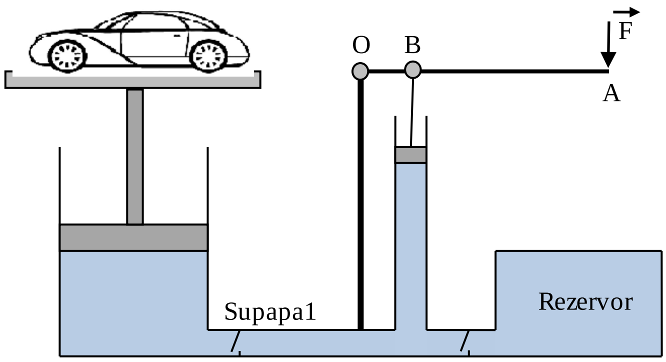


*Figura 1.1*

**a)** valoarea forţei minime $F$ cu care trebuie să se acţioneze asupra pârghiei pentru a produce deplasarea pistonului mic;
**b)** numărul $N$ de apăsări care trebuie efectuate pentru ridicarea maşinii la înălţimea $h$;
**c)** lucrul mecanic efectuat de forţa $F$ pentru ridicarea maşinii la înălţimea $h$, ştiind că elevatorul lucrează cu randamentul $\eta = 90\%$;
**d)** puterea consumată de un motor cu randamentul $\eta_M = 92\%$, care ar acţiona asupra elevatorului, pentru a ridica maşina la înălţimea $H = 1\,\text{m}$ în 30 de secunde.

**B.** După câteva ore petrecute pe skateboard în terenul special amenajat, elevii vin în clasă dornici să-şi poată explica transformările energetice în timpul exercițiului pe peretele cilindric. Zamfira realizează un experiment a cărui schemă este dată în figura1.2. Pucul de masă $m = 400\,\text{g}$ este așezat în fața unui resort având constanta elastică $k = 500\,\text{N/m}$, care este menținut comprimat cu ajutorul unei forțe $F = 100\,\text{N}$. După eliberarea sistemului, corpul ajunge în punctul superior A al pistei de rază $R = 40\,\text{cm}$ cu viteza $v_A = 3\,\text{m/s}$. Dacă $OB = d = 80\,\text{cm}$, B fiind punctul inferior al pistei circulare, iar coeficientul de frecare pe porțiunea orizontală este $\mu = 0{,}25$, determină lucrul mecanic al forței de frecare pe pista circulară, în timpul deplasării pucului de la B la A.

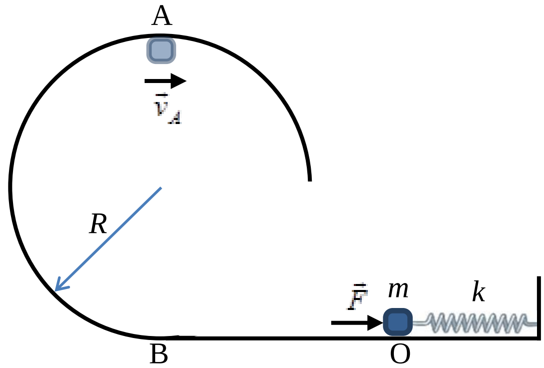


*Figura 1.2*

***Subiectul 2: Apă „plată”***

**A.** Încântaţi de succesul experimentelor de mecanică, elevii au decis să analizeze mersul razelor de lumină prin diferite medii optice. Anton așază două prisme optice identice, având secțiunea triunghi dreptunghic isoscel, din sticlă cu indicele de refracție $n = 1{,}5$, astfel încât să formeze un cub. El a spălat prismele cu apă, iar în jumătatea de jos a planului care separă cele două prisme (porțiunea OB din figura 2.1) a rămas o peliculă subțire de apă $(n_{apa} = 1{,}33)$. Se iluminează sistemul cu un fascicul paralel de lumină monocromatică, perpendicular pe una dintre fețele cubului, ca în figura 2.1. Elevii au observat imaginea formată pe un ecran plasat paralel cu una dintre feţele cubului, ca în figură. Descrie imaginea observată pe ecran. Justifică răspunsul dat.

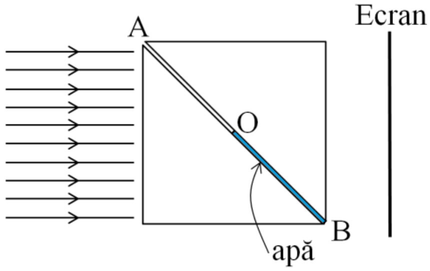


*Figura 2.1*

1. Fiecare dintre subiectele 1, 2, respectiv 3 se rezolvă pe o foaie separată care se secretizează.
2. În cadrul unui subiect, elevul are dreptul să rezolve cerinţele în orice ordine.
3. Durata probei este de 3 ore din momentul în care s-a terminat distribuirea subiectelor către elevi.
4. Elevii au dreptul să utilizeze calculatoare de buzunar, dar neprogramabile.
5. Fiecare subiect se punctează de la 10 la 1 (1 punct din oficiu). Punctajul final reprezintă suma acestora.

**B. a)** Un vas izolat termic de mediul exterior, având capacitatea calorică $C = 126\,\text{J/K}$, conține o masă $m_1 = 100\,\text{g}$ de apă, la temperatura $t_1 = 15°\text{C}$. În vas se introduce o masă $m_2 = 70\,\text{g}$ de gheață sfărâmată având temperatura $t_2 = -20°\text{C}$. Calculează temperatura de echilibru $\theta_1$ a sistemului obținut.

**b)** După stabilirea echilibrului termic, în vas se introduce un încălzitor având puterea constantă $P = 90\,\text{W}$ și un corp având capacitatea calorică dependentă de temperatură conform relației $C = a + bt$, unde $a$ și $b$ sunt constante pozitive. Se constată că temperatura crește de la $t_3 = 5°\text{C}$ la $t_4 = 45°\text{C}$ în $\tau_1 = 410\,\text{s}$. După alte $\tau_2 = 515\,\text{s}$, temperatura a devenit $t_5 = 95°\text{C}$. Determină expresia dependenței de temperatură a capacității calorice a corpului.

Se cunosc: căldura specifică a apei $c_{apa} = 4200\,\text{J/(kg}\cdot\text{K)}$, căldura specifică a gheții $c_{gheata} = 2100\,\text{J/(kg}\cdot\text{K)}$, căldura latentă de topire a gheții $\lambda = 334\,\text{kJ/kg}$.

### *Subiectul 3: Cilindri*

Pentru determinarea densității unui lichid, Augustin și Zamfira folosesc dispozitivul reprezentat schematic în figura 3.1, alcătuit din doi cilindri de mase necunoscute, legați prin intermediul unui fir inextensibil și de masă neglijabilă trecut peste un scripete considerat ideal. Cilindrul A are diametrul $d_A = 22{,}6\,\text{mm}$, iar lichidul a cărui densitate vor să o determine se află într-un cilindru de sticlă cu diametrul interior $d = 45{,}2\,\text{mm}$. Ei dispun de o riglă și mase etalon care pot fi așezate deasupra cilindrului B (discuri crestate, fiecare dintre discuri având masa $m = 5\,\text{g}$). Rigla este ținută în poziție verticală, sprijinită pe masă, cu diviziunea zero în partea de jos, astfel încât permite măsurarea coordonatei bazei inferioare a cilindrului B, notată în continuare cu $y_B$.

În poziția de echilibru, cilindrul A este parțial cufundat în lichid. Pentru un număr diferit $N$ de discuri crestate așezate deasupra cilindrului B, elevii măsoară coordonata $y_B$ a bazei inferioare a cilindrului B în poziția de echilibru a sistemului. Rezultatele sunt trecute în tabelul 1. Atunci când cilindrul A ajunge să atingă, cu baza inferioară, suprafața liberă a lichidului, coordonata bazei inferioare a cilindrului B este $y_{B_0} = 10{,}0\,\text{cm}$.

Considerați că suprafața liberă a lichidului este plană, iar axele cilindrilor sunt permanent verticale. Volumul unui cilindru având înălțimea $h$ și diametrul $d$ este $V = \dfrac{\pi d^2 h}{4}$.

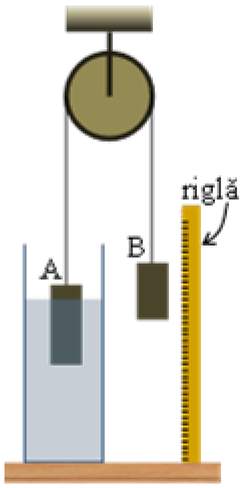


*Figura 3.1*

| $N$ | $y_B\,(\text{cm})$ |
|---|---|
| 1 | 21,2 |
| 2 | 20,3 |
| 3 | 19,3 |
| 4 | 18,4 |
| 5 | 17,5 |
| 6 | 16,5 |
| 7 | 15,6 |
| 8 | 14,7 |
| 9 | 13,7 |
| 10 | 12,8 |

Tabelul 1

**a)** Reprezintă grafic, pe fișa de răspuns, dependența coordonatei $y_B$ a bazei inferioare a cilindrului B, în poziția de echilibru, de masa suplimentară așezată peste cilindrul B.
**b)** Calculează densitatea lichidului utilizând graficul anterior.
**c)** Determină valoarea diferenței dintre masele celor doi cilindri.

*Subiect propus de:*
*prof. Constantin Rus – Colegiul Național "Liviu Rebreanu", Bistrița*
*prof. Corina Dobrescu – Colegiul Național de Informatică "Tudor Vianu", București*
*prof. Florina Bărbulescu – Centrul Național de Evaluare și Examinare, București*
*prof. Liviu Blanariu – Centrul Național de Evaluare și Examinare, București*

FIȘA DE RĂSPUNS

NU SEMNA ACEASTĂ FOAIE!
FOAIA VA FI ATAȘATĂ LUCRĂRII TALE

***Subiectul 3: Cilindri***

**a)**

MINISTERUL EDUCAȚIEI NAȚIONALE ȘI CERCETĂRII ȘTIINȚIFICE

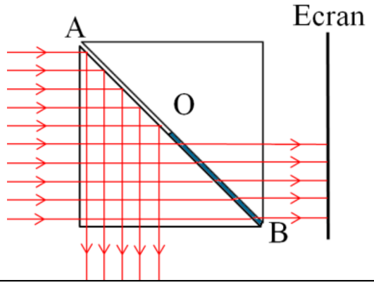
**Olimpiada de Fizică**
**Etapa pe judeţ**
20 februarie 2016
**Barem**

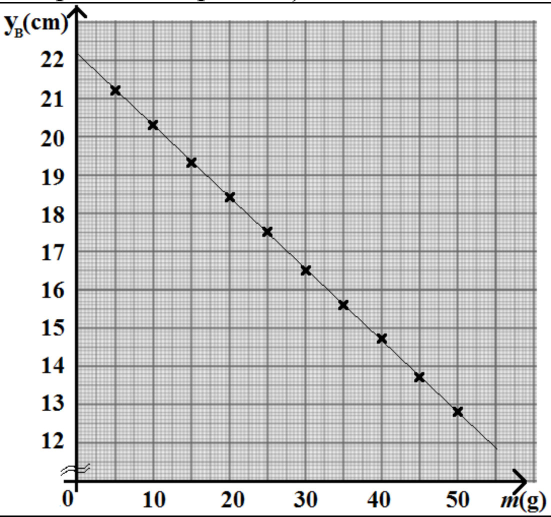
VIII



| ***Subiectul 1 : Elevator hidraulic şi energie mecanică*** | **Parţial** | **Punctaj** |
|---|---|---|
| Barem | | **10p** |
| A. | | **6p** |
| a) Forţa minimă în A: $L \cdot F_{\min} = l \cdot F_B$ | 0,5p | |
| Legea lui Pascal: $\frac{4F_B}{\pi d_1^2} = \frac{4Mg}{\pi d_2^2}$ | 1p | |
| Se obţine: $F_{\min} = Mg\frac{l}{L}\left(\frac{d_1}{d_2}\right)^2$ ; $F_{\min} = 48\,\mathrm{N}$ | 0,5p | |
| b) La o deplasare a pistonului mic, pistonul mare se deplasează cu: $D = d\left(\frac{d_1}{d_2}\right)^2$. | 0,5p | |
| $N = \frac{h}{D}$ | 0,5p | |
| Numărul de apăsări: $N = \frac{h}{d}\left(\frac{d_2}{d_1}\right)^2$ ; $N = 500$. | 0,5p | |
| c) Randamentul dispozitivului este: $\eta = \frac{Mgh}{L_F}$ ; $L_F = \frac{Mgh}{\eta}$; $L_F \cong 10{,}7\,\mathrm{kJ}$. | 1p | |
| d) Puterea consumată de motor: $P = \frac{W}{\Delta t}$. | 0,5p | |
| Randamentul motorului: $\eta_M = \frac{L_F}{W}$. | 0,5p | |
| Se obţine: $P = \frac{MgH}{\eta \cdot \eta_M \cdot \Delta t}$ ; $P \cong 483\,\mathrm{W}$. | 0,5p | |
| B. | | **3p** |
| Teorema de variaţie a energiei cinetice: $\frac{mv_A^2}{2} = L_{total}$ | 0,25p | |
| $L_{total} = L_{F_e} + L_G + L_{F_{f1}} + L_{F_f}$ | 0,25p | |
| $L_{F_e} = \frac{F^2}{2k}$ | 0,5p | |
| $L_G = -mg \cdot 2R$ | 0,5p | |
| $L_{F_{f1}} = -\mu mgd$ | 0,5p | |
| Rezultat final: $L_{F_f} = -4{,}2\,\mathrm{J}$ | 1p | |
| Oficiu | 1p | **1p** |

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.

| ***Subiectul 2: Apă „plată”*** | **Parțial** | **Punctaj** |
| --- | --- | --- |
| Barem | | **10p** |
| A.<br><br>Razele din jumătatea de sus a figurii suferă fenomen de reflexie totală, nu vor pătrunde în cea de a doua prismă și nu vor ajunge pe ecran.<br>Razele din jumătatea de jos a figurii suferă fenomen de refracție, pătrund în a doua prismă și ajung pe ecran.<br>Ca urmare, ecranul va fi luminat în partea de jos și întunecat în partea de sus.<br> | 1p<br><br>1p<br><br>1p | **3p** |
| B.<br>a) $\lvert Q_{cedat}\rvert=(m_1c_{apa}+C)(t_1-0)=8190\ \text{J}$<br>$Q_{primit}=m_2c_{gheata}(0-t_2)=2940\ \text{J}$<br>$m_x=\dfrac{\lvert Q_{cedat}\rvert-Q_{primit}}{\lambda}<m_2$<br>Rezultat final: $\theta_1=0^\circ\text{C}$ | 0,5p<br>0,5p<br>1p<br>0,5p | **6p** |
| b) $C_{mediu}=a+\dfrac{b}{2}(t_f+t_i)$<br>$\left[C+(m_1+m_2)c_{apa}\right](t_4-t_3)+\left[a+\dfrac{b}{2}(t_4+t_3)\right](t_4-t_3)=P\cdot\tau_1$<br>$\left[C+(m_1+m_2)c_{apa}\right](t_5-t_4)+\left[a+\dfrac{b}{2}(t_5+t_4)\right](t_5-t_4)=P\cdot\tau_2$<br>$a=80\dfrac{\text{J}}{\text{K}};\ b=0{,}1\dfrac{\text{J}}{\text{K}^2}$<br>Rezultat final: $C=80+0{,}1\cdot t\ \left(\dfrac{\text{J}}{\text{K}}\right)$ | 1p<br>0,5p<br>0,5p<br>1p<br>0,5p | |
| Oficiu | 1p | **1p** |

| ***Subiectul 3. Cilindri*** | **Parțial** | **Punctaj** |
|---|---|---|
| Barem | | **10p** |
| a)<br>Indicarea mărimii fizice și a unității de măsură pe fiecare dintre axe | 0,5p | **3p** |
| Alegerea unei scări corespunzătoare atât pe axa absciselor cât și pe axa ordonatelor, care să permită utilizarea întregii suprafețe a graficului | 0,5p | |
| Reprezentarea corectă a punctelor corespunzătoare determinărilor experimentale (10x0,1p=1p) | 1p | |
| Trasarea dreptei care reprezintă dependența cerută | 1p | |
|  | | |
| b)<br>Scrierea condiției de echilibru:<br>$\begin{cases}(m_B+m)g=T\\ m_Ag=T+F_A\end{cases}$ | 0,5p | **4p** |
| $F_A=\rho ghS_A$, unde $h$ este adâncimea pe care se cufundă cilindrul A în lichid. | 0,5p | |
| $S_A\cdot(x_B-x_{B_0})=(S-S_A)[h-(y_B-y_{B_0})]\Rightarrow h=\dfrac{S(y_B-y_{B_0})}{S-S_A}$ | 1p | |
| Ca urmare: $y_B=y_{B_0}+\dfrac{4(d^2-d_A^2)}{\pi d^2d_A^2}\cdot\dfrac{m_A-m_B-m}{\rho}$ (1) | 0,5p | |
| Pentru două mase suplimentare diferite $m_1$ și $m_2$, relația (1) devine:<br>$\begin{cases}y_{B_1}=y_{B_0}+\dfrac{4(d^2-d_A^2)}{\pi d^2d_A^2}\cdot\dfrac{m_A-m_B-m_1}{\rho}\\ y_{B_2}=y_{B_0}+\dfrac{4(d^2-d_A^2)}{\pi d^2d_A^2}\cdot\dfrac{m_A-m_B-m_2}{\rho}\end{cases}$ | | |
| Prin scăderea acestor relații obținem: $\Delta y_B=-\dfrac{4(d^2-d_A^2)}{\pi d^2d_A^2}\cdot\dfrac{\Delta m}{\rho}$ (2) | 0,5p | |

| | | |
|---|---|---|
| Pentru două puncte situate pe dreaptă, putem citi din grafic spre exemplu $\frac{\Delta m}{\Delta y_B} = -\frac{(50-5)\cdot 10^{-3}}{(21{,}2-12{,}8)\cdot 10^{-2}}\frac{\text{kg}}{\text{m}}$. Cu această valoare obținem: $\rho = 1{,}00\cdot 10^3\ \text{kg/m}^3$. Se acceptă valori ale densității în intervalul cuprins între $0{,}97\cdot 10^3\ \text{kg/m}^3$ și $1{,}03\cdot 10^3\ \text{kg/m}^3$. | 1p | |
| c)<br>Se poate citi din grafic valoarea $y_B = 22{,}2\,\text{cm}$ corespunzătoare situației în care nu se adaugă discuri pe cilindrul B $(m=0)$. În acest caz obținem $(\Delta y_B)_0 = y_B - y_{B_0} = 22{,}2\,\text{cm} - 10{,}0\,\text{cm} = 12{,}2\,\text{cm}$ | 0,5p | 2p |
| Din relația (1) obținem $(\Delta y_B)_0 = \frac{4(d^2-d_A^2)}{\pi d^2 d_A^2}\cdot\frac{m_A-m_B}{\rho}$, iar prin împărțire la relația (2) rezultă: | 0,5p | |
| $m_A - m_B = -(\Delta y)_0\frac{\Delta m}{\Delta y_B}$ | 0,5p | |
| Folosind valorile citite din grafic se obține $m_A - m_B \cong 65\,\text{g}$. Se acceptă valori cuprinse între $63\,\text{g}$ și $67\,\text{g}$. | 0,5p | |
| Oficiu | | **1p** |

*Barem propus de:*
*prof. Constantin Rus – Colegiul Național ”Liviu Rebreanu”, Bistrița*
*prof. Corina Dobrescu – Colegiul Național de Informatică ”Tudor Vianu”, București*
*prof. Florina Bărbulescu – Centrul Național de Evaluare și Examinare, București*
*prof. Liviu Blanariu – Centrul Național de Evaluare și Examinare, București*

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.