MINISTERUL EDUCAŢIEI, CERCETĂRII, TINERETULUI ŞI SPORTULUI

Olimpiada de Fizică - Etapa naţională
1 – 6 aprilie 2012
ILFOV
PROBA TEORETICĂ

VIII

Problema I (10 puncte)

I.A. Pentru a ridica unele obiecte căzute în lacul Snagov, elevii au fixat un scripete uşor la capătul unei platforme orizontale ($D = 7{,}0\ \mathrm{m}$), peste care au trecut un cablu inextensibil de masă neglijabilă (vezi figura I.A). Elevii doresc să ridice o cutie cilindrică de înălţime $h = 40{,}0\ \mathrm{cm}$, secţiune $S = 40{,}0\ \mathrm{cm}^2$ şi masă $m = 3{,}0\ \mathrm{kg}$, aflată pe fundul lacului la adâncimea $H = 5{,}0\ \mathrm{m}$. Unul dintre elevi trage de cablu cu o forţă orizontală astfel încât cutia să fie ridicată lent şi uniform pe platformă. Se ştie că apa are densitatea $\rho_{apa} = 1{,}0 \cdot 10^3\ \mathrm{kg/m^3}$, acceleraţia gravitaţională are valoarea $g = 10{,}0\ \mathrm{N/kg}$, iar frecările pot fi neglijate.

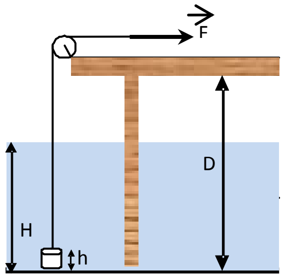

figura I.A

a) Reprezentaţi grafic modulul forţei de tracţiune în funcţie de distanţa parcursă de cutie, din momentul desprinderii de fundul lacului până la atingerea platformei (distanţa D) ;

b) Determinaţi lucrul mecanic efectuat de elev pentru ridicarea cutiei până la platforma orizontală.

I.B. După ce au ridicat cutia, elevii au descoperit că aceasta conţine 100 monede de cupru. Unul dintre elevi a propus să fie analizate proprietăţile fizice ale cutiei. O mărime fizică relevantă din punct de vedere termic este capacitatea calorică. Pentru a determina capacitatea calorică a cutiei, elevii au decis să introducă cutia cu monede într-un vas cu apă pe care îl pot încălzi utilizând lemne de fag. În vederea realizării acestui obiectiv au fost făcute mai multe măsurători: $m_{apa} = 2{,}0\ \mathrm{kg}$, $m = 5{,}0\ \mathrm{g/monedă}$, $t_{initială} = 10\ °\mathrm{C}$, $t_{fierbere} = 100\ °\mathrm{C}$, timpul în care apa din vas ajunge la fierbere $\tau = 10\ \mathrm{min}$, randamentul instalaţiei de fierbere $\eta = 45\%$ şi rata de ardere a lemnelor de fag $r_{ardere} = 20\ \mathrm{g/min}$. Se consideră cunoscute constantele specifice materialelor utilizate: $c_{apa} = 4{,}2 \cdot 10^3\ \mathrm{J/kg\,K}$, $c_{Cu} = 380\ \mathrm{J/kg}$, $C_{vas} = 420\ \mathrm{J/K}$, puterea calorică a lemnelor de fag $q = 9{,}2\ \mathrm{MJ/kg}$. Determinaţi capacitatea calorică a cutiei.

I.C. În timpul iernilor geroase la suprafața lacurilor se fac poduri de gheață a căror grosime crește cu o anumită viteză punând în pericol uneori viața peștilor. Se constată că dinspre apă spre atmosfera de deasupra acesteia are loc un transfer permanent de căldură. Căldura transferată în unitatea de timp printr-un strat de gheață, de forma unei lame cu fețe plan paralele, cu suprafața S, grosimea h și având o diferență de temperatură ΔT între cele două fețe aflate la temperaturi diferite, este $q = \frac{kS\Delta T}{h}$, unde k este coeficientul de conductibilitate termică). Determinați viteza de creștere a grosimii podului de gheață, când grosimea acestuia este $x = 10\ \mathrm{cm}$, într-o iarnă geroasă cu $t = -25\ °\mathrm{C}$. Ce puteți spune despre evoluția în timp a vitezei de creștere a grosimii gheții?
Se consideră cunoscute: $\lambda_{gheață} = 330\ \mathrm{kJ/kg}$, $\rho_{gheață} = 920\ \mathrm{kg/m^3}$, $k_{gheață} = 2{,}2\ \mathrm{W/K\,m}$.

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 dintre cele trei subiecte se punctează de la 10 la 1 (1 punct din oficiu). Punctajul final reprezintă suma acestora.

Problema a II-a (10 puncte)

II.A. Un vas cilindric cu aria bazei $S = 10{,}0\ \mathrm{cm}^2$ şi înălţimea $h = 10{,}0\ \mathrm{cm}$ este prevăzut cu un piston de masă neglijabilă care este prins cu un resort ($k = 20{,}0\ \mathrm{N/m}$) de fundul vasului. Pistonul se deplasează fără frecare. Se neglijează grosimea pistonului şi a pereţilor vasului, iar vasul îşi păstrează poziţia verticală. Se consideră: $g = 10{,}0\ \mathrm{N/kg}$ şi $\rho = 1{,}0 \cdot 10^3\ \mathrm{kg/m^3}$.
Când vasul este vidat, pistonul se găseşte în echilibru chiar la gura vasului (figura II.A.a). Dacă vasul este aşezat în apă cu pistonul în sus, acesta pluteşte când este cufundat jumătate din volum (figura II.A.b).
a) Vasul cilindric se aşează cu gura în jos pe suprafaţa apei plutind în echilibru (figura II.A.c). Pe ce distanţă s-a deplasat pistonul faţă de gura vasului?
b) Cu ce forţă trebuie apăsat cilindrul pentru a-l menţine complet scufundat în apă, chiar la suprafaţă (figura II.A.d)?
c) Până la ce adâncime trebuie împins fundul vasului, faţă de suprafaţa apei, pentru ca în continuare să coboare singur?

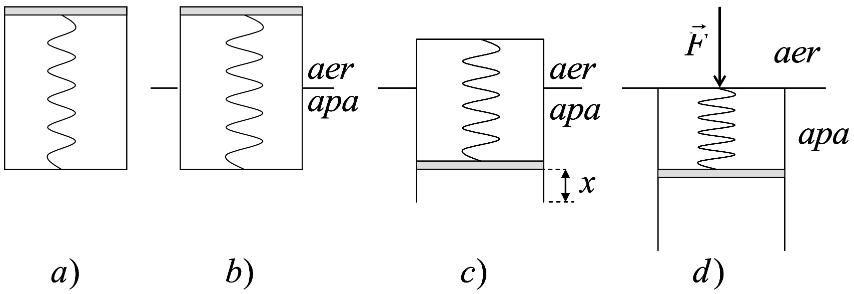

figura II.A.

II.B. Într-un vas paralelipipedic transparent se introduce un lichid de densitate ρ_1 . Apoi se lasă încet în lichid un pahar cilindric, cu gura în sus, confecționat dintr-un material transparent; dimensiunile externe ale paharului sunt: aria secţiunii transversale S_1 şi înălţimea H_1, iar cele interne: S_2 şi H_2. Paharul plutește la suprafaţa lichidului când este cufundat cu $\frac{H_1}{4}$, fără să atingă fundul vasului paralelipipedic. Se toarnă foarte încet în vasul paralelipipedic un al doilea lichid de densitate $\rho_2 < \rho_1$, nemiscibil cu primul, apoi se așteaptă un timp suficient de lung, până când cele două lichide sunt separate printr-o suprafață plană. Paharul îşi păstrează poziția verticală. Determinați:
a) grosimea h a stratului superior de lichid, astfel încât acesta să nu pătrundă în pahar. Considerând $\rho_2 < \rho_1$ și $\rho_1 = \mathbf{a} \cdot \rho_2$, precizați intervalul de valori ale lui **a**, astfel încât indiferent de grosimea stratului de lichid de densitate ρ_2 , acesta să nu pătrundă în pahar;
b) adâncimea la care paharul pătrunde în primul lichid, dacă lichidul al doilea, de densitate ρ_2 ($4\rho_2 < \rho_1$), depășind buza superioară a paharului, îl umple.

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 dintre cele trei subiecte se punctează de la 10 la 1 (1 punct din oficiu). Punctajul final reprezintă suma acestora.

Problema a III-a (10 puncte)

III.A. Un elev face următorul experiment pentru a determina randamentul luminos al unui bec cu incandescenţă (raportul dintre energia luminii emise şi energia totală emisă de bec). Introduce becul într-un vas cu apă, care are pereţii transparenţi, şi constată că într-un interval de timp temperatura apei a crescut cu $\Delta\theta$. După ce a învelit vasul cu hârtie neagră, constată că în acelaşi interval de timp temperatura apei a crescut cu $\Delta\theta'$. Care este randamentul becului? Aplicaţie numerică: $\Delta\theta = 19$ °C, $\Delta\theta' = 20$ °C.

III.B. În figura III.B. este prezentată o reţea electrică de forma unei pânze de păianjen. Laturile $OA_1, A_1A_2, A_2A_3, A_3A_4, ..., A_{2010}A_{2011}, A_{2011}A_{2012}, A_{2012}O$ au rezistenţa electrică R, iar laturile $OA_2, OA_3, OA_4, ..., OA_{2010}, OA_{2011}$ au rezistenţa electrică $2R$. Calculează rezistenţa echivalentă între bornele O şi A_{2012}.

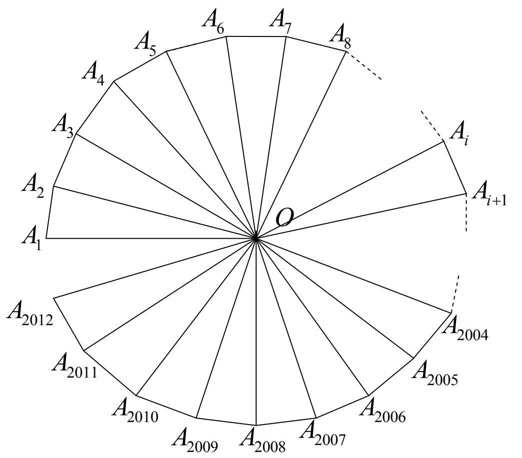

figura III.B.

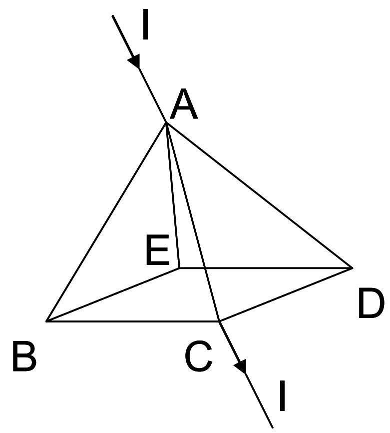

figura III.C.

III.C. O instalaţie de iluminat ornamental dintr-un magazin de jucării are forma unui contur piramidal (figura III.C.). Fiecare latură a conturului are rezistenţa electrică R.

a) Determinaţi rezistenţa echivalentă între bornele A şi C.

b) Analizaţi intensităţile curenţilor electrici ce trec prin laturile conturului piramidal în condiţiile punctului **a** şi determinaţi raportul dintre intensitatea maximă şi intensitatea minimă.

Subiectele au fost propuse de:

Prof. Corina Dobrescu, Colegiul Naţional de Informatică "Tudor Vianu" , Bucureşti;

Prof. Sorin Valerian Chirilă, Colegiul Economic „Dionisie Pop Marţian" , Alba Iulia;

Prof. Viorel Solschi, Colegiul Naţional „Mihai Eminescu", Satu Mare.

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 dintre cele trei subiecte se punctează de la 10 la 1 (1 punct din oficiu). Punctajul final reprezintă suma acestora.