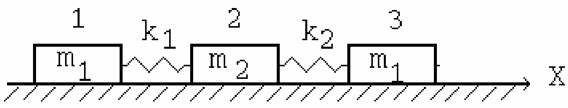
Ministerul Învăţământului
Olimpiada Naţională de Fizică
Râmnicu Vâlcea - 1996
Proba de selecţie a lotului naţional lărgit

PROBLEMA I: MECANICĂ

A. Pe o masă orizontală foarte lungă sunt lansate 3 corpuri de mase m_1=m_3=1 kg şi m_2=2 kg, legate prin resorturi elastice identice: k_1= k_2= k=100 N/m. Ştiind că vitezele iniţiale ale celor 3 corpuri sunt: v_{01} = -0,2 m/s, v_{02} =0,15 m/s, v_{03} =0,3 m/s, iar deformaţiile iniţiale ale resorturilor sunt Δl_{01}= -1 cm şi Δl_{02} = 3 cm, precum şi faptul că mişcarea celor 3 corpuri decurge fără frecare, în aceeaşi direcţie (v.figura), să se deducă:

a) natura mişcării centrului de masă şi viteza sa,



b) expresiile energiilor cinetică şi potenţială ale sistemului, în sistemul centrului de masă, în funcţie de coordonatele: $\mathbf{S_s = \frac{x_3 - x_1}{2}}$, $\mathbf{S_a = \frac{x_3 + x_1}{2}}$

şi vitezele: $\mathbf{\dot{S}_s = \frac{1}{2}(\dot{x}_3 - \dot{x}_1)}$,$\mathbf{\dot{S}_a = \frac{1}{2}(\dot{x}_3 + \dot{x}_1)}$, unde x_1, x_2, x_3 sunt deplasările celor trei corpuri faţă de poziţiile lor de echilibru în sistemul centrului de masă,

c) frecvenţele oscilaţiilor proprii ale sistemului, precum şi natura acestor oscilatii,

d) amplitudinile elongatiilor şi vitezelor corpurilor 1 şi 3 în oscilaţia S_s a sistemului.

Prof. univ. dr. Dan Iordache, Bucureşti

B. O placă pătrată omogenă, de masă m şi latură *2a*, este suspendată în poziţie orizontală prin patru fire inextensibile verticale de lungime *b*, fixate în colţurile plăcii. Sistemul se mişcă astfel încât firele rămân intinse, iar centrul plăcii rămâne pe o aceeaşi verticală. Să se determine:

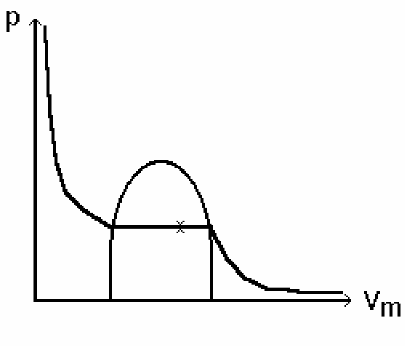
a) relaţia dintre unghiul θ de rotaţie a plăcii şi distanţa *z* până la suprafaţa orizontală de care sunt fixate capetele superioare ale firelor,

b) perioada micilor oscilaţii ale sistemului.

Lector univ.dr. Emil Barna , Bucureşti

PROBLEMA II: TERMODINAMICĂ

A. Parametrii (presiunea *p* şi volumul molar V_m) corespunzând extremităţilor palierelor izotermelor Andrews ale heliului satisfac aproximativ relaţia (vezi figura): $\mathbf{p = -c_2 V_m^2 + c_1 V_m - c_0}$, unde $\mathbf{c_2}$=3.10^8 Nm^{-8}, $\mathbf{c_1}$=3,3 . 10^7 Nm^{-5} si c_0=6,78 . 10^5 Nm^{-2}. Să se evalueze: a) volumul molar critic şi presiunea critică a heliului, b) fracţiunile de vapori, respectiv heliu lichid care corespund stării de amestec pentru care volumul specific este V_m=65 ml/mol la presiunea p=10^{5}Nm^{-2}, c) temperatura critică a heliului, presupunând că acesta satisface ecuaţia termică de stare: $\mathbf{p = \frac{\nu RT}{V - \nu b} - \frac{a\nu^{5/3}}{V^{5/3}}}$. Se dă constanta gazelor perfecte: R=8310 Jmol^{-1}K^{-1}.



Prof. univ. dr. Dan Iordache, Bucureşti

B. (1) Pe fundul unui pahar cu apă se formează bule de gaz. Estimați, în funcție de unghiul de racordare apă-sticlă ($\theta \cong 10^{o}$), care este raza minimă a unei bule pentru a se desprinde.

(2) În pahar se pune o pastilă efervescentă cu masa de un gram, având diametrul şi înălțimea egale ($\cong$1cm). Considerând că, la contactul apă-pastilă: $\theta \cong 5^{o}$ să se afle ce fracțiune din volumul inițial al pastilei a mai rămas nedizolvat în momentul când se ridică spre suprafața apei. Se dau: tensiunea superficială a apei σ=0,073 Nm^{-1}, densitatea apei ρ=1000 kg m^{-3}, accelerația gravitatională g=9,8 ms^{-2}.

Notă: volumul unei calote cu deschidere 2α dintr-o sferă de raza R, este dat de :

$$\mathbf{V(\alpha) = \frac{\pi R^3}{3}\left(2+\cos\alpha\right)\left(1-\cos\alpha\right)^2}.$$

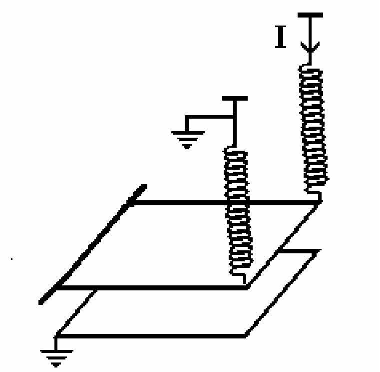
Lector univ.dr. Valeriu Filip, Bucureşti

PROBLEMA III: ELECTROMAGNETISM

A. La aplicarea tensiunii directe **V** curentul printr-o joncțiune este de **K** ori mai mare decât curentul invers (in modul) la aceeasi tensiune. Se cunoaşte , de asemenea, conductanța de semnal direct mic **G** (conductanța la polarizare aproape nulă) a joncțiunii precum şi faptul că este iluminată cu **N** fotoni pe secundă. Presupunând randamentul cuantic egal cu 1, să se determine tensiunea de circuit deschis apărută pe joncțiune. Se cunoaşte sarcina electronului **q.**

B. O placă pătrată de latura **l**, omogenă, perfect conductoare, cu masa **m**, care se poate roti în jurul unei laturi, este menținută în poziție orizontală cu ajutorul a două resorturi identice de lungime **L**, fără greutate, verticale, de constantă elastică dată **K,** fixate de placă în colțurile acesteia ce nu aparțin axei. Resorturile sunt dispuse deasupra plăcii. Să se determine lungimea inițială a resorturilor.

Sub placa descrisă anterior , legată electric numai prin resorturi, se dispune o placă identică, fixă, orizontală, legată la pamânt. Cele două placi au centrele pe aceeasi verticală şi laturi paralele. Prin resorturi - care pot fi considerate bobine cu rezistența electrică **R** , secțiunea **S** şi număr de spire **n** - trece curentul constant **I ;** capătul superior al unuia dintre resorturi are potențialul zero. Să se determine distanța dintre plăci dacă acestea rămân paralele. Să se determine perioada micilor oscilații ale plăcii. În ce condiții apar aceste mici oscilatii?



Resorturile se înlocuiesc cu două fire conductoare identice, inextensibile, de rezistență electrică **R**, legate de placa mobilă ca şi resorturile şi având celelalte capete fixate la înălțimea **l** pe verticalele colțurilor de pe axa ale plăcii superioare. Firele rămân în plane verticale, perpendiculare pe axa de rotire. Prin fire trece curentul **I.** Să se determine intensitatea şi direcția câmpului magnetic uniform având liniile de câmp paralele cu plăcile , care determină păstrarea paralelismului acestora. Să se determine formele şi lungimile firelor. În imediata apropiere a plăcii superioare, unul din fire este perpendicular pe aceasta.

Lector univ.dr.Adrian S.Dafinei, Bucuresti

PROBLEMA IV: OPTICĂ

O sursă punctiformă de lumină de intensitate I se află la distanța D de un ecran . De cealaltă parte se plasează o oglindă concavă (OC) cu distanța focală f , astfel încât axa care conține focarul oglinzii şi sursa S este perpendiculară pe ecran în punctul P.

a) Determinați distanța dintre sursă şi oglindă x_1, pentru care iluminarea unei mici suprafețe în jurul punctului P este maximă.Discuție în funcție de parametrii schemei optice.

b) Oglinda concavă se înlocuieşte cu o oglindă plană OP situată la distanța x față de sursă, paralelă cu ecranul. Determinați iluminarea aceleiaşi suprafețe în acest caz, în funcție de iluminarea E_0 în absența oglinzii, pentru cazul $\mathbf{\frac{x}{D} \approx 0,1}$.

c) Se adaugă o oglindă semitransparentă OS (plană), aşezată paralel cu oglinda plană OP, simetric cu aceasta faţă de sursă. Estimaţi în funcţie de E_0 iluminarea unei mici suprafeţe din jurul punctului P pentru cazul $\frac{x}{D} \approx 0{,}1$

Asist.univ.Călin Avram, Timişoara

PROBLEMA V: RELATIVITATE RESTRANSĂ

Două puncte materiale având masele de repaus m_{10} şi m_{20} se mişcă pe axa Ox cu vitezele v_1 şi v_2, constante şi cel mult egale cu viteza luminii c , faţă de un referenţial dat S. Se defineşte centrul de masă al sistemului drept punctul a cărui coordonată la momentul t este: $x_{CM} = \frac{x_1 m_1 + x_2 m_2}{m_1 + m_2}$, unde x_1 şi x_2 sunt coordonatele celor două puncte materiale la momentul t, iar m_1 şi m_2 sunt masele de mişcare în S.

a) Să se arate că viteza centrului de masă faţă de S este $v_{CM} = \frac{pc^2}{E}$, unde p şi E sunt impulsul total şi respectiv energia totală a sistemului.

b) Se numeşte sistem al centrului de masă - un referenţial S_{CM} faţă de care centrul de masă este în repaus. Ce relaţie trebuie să existe între v_1, v_2, şi $\mu = \frac{m_{10}}{m_{20}}$ pentru ca $S \equiv S_{CM}$.

c) Folosind legile compunerilor relativiste ale vitezelor, să se calculeze vitezele celor două puncte materiale faţă de S_{CM}, în funcţie de m_{10}, m_{20}, v_1 si v_2.

d) Să se arate că dacă $m_{10}=0$ şi $v_1=c$, atunci al doilea punct material, cu masa $m_{20} \neq 0$, rămâne în repaus faţă de S_{CM}.

e) Folosind formula de la a) , încercaţi să daţi o definiţie a masei de repaus totale a sistemului în S. Calculaţi expresia ei în funcţie de m_{10}, m_{20}, v_1 si v_2.

Conf.univ.dr. Ion Cotăescu, Timişoara