MINISTERUL EDUCAŢIEI ŞI CERCETĂRII ŞTIINŢIFICE
UNIVERSITATEA "ALEXANDRU IOAN CUZA" din IAŞI
FACULTATEA DE FIZICĂ

II

Concursul Naţional studenţesc „Dragomir Hurmuzescu"
Etapa locală
martie 2015

Subiectul I

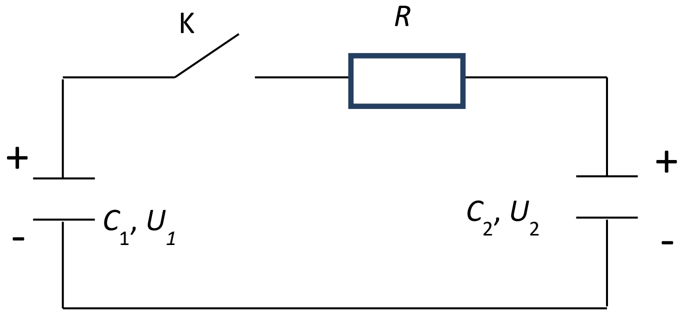
Un aparat de aer condiţionat lucrează după un ciclu Carnot inversat între temperatura exterioară T_1 şi cea din interior T_2. Căldura care pătrunde în cameră în unitatea de timp prin unitatea de suprafaţă este $A(T_1 - T_2)$ fiind eliminată în exterior de către aparatul de aer condiţionat. Puterea consumată de aparat este *P*.

a) Să se găsească temperatura în cameră în condiţii staţionare.
b) Să se găsească coeficientul de transfer termic A ştiind că dacă în exterior temperatura este de 37 °C iar în cameră temperatura este menţinută la 17 °C, aparatul consumă o putere de 2 kW.

subiect propuse de conf. univ. dr. Cristian BABAN

Subiectul al II-lea

Două condensatoare cilindrice cu aer între armături $(\varepsilon_0 = 8.85 \cdot 10^{-12} F/m)$, având lungimile $l_1 = l_2 = 1cm$ și raportul razelor exterioare și interioare $R_{e1}/R_{i1} = 2.71828$, respectiv $R_{e2}/R_{i2} = 5.43656$, sunt încărcate până la tensiunile U_1, respectiv U_2. Apoi armăturile încărcate negativ sunt legate printr-un conductor a cărui rezistență este neglijabilă, iar armăturile pozitive sunt legate printr-un rezistor cu rezistența $R = 100\ \Omega$. În momentul închiderii întrerupătorului K, prin rezistor trece curentul $I = 0.1\ \text{A}$. Să se calculeze căldura disipată în rezistorul R până în momentul în care curentul practic se anulează (pentru aceasta se va afla mai întâi capacitatea celor două condensatore).



subiect propuse de conf. univ. dr. habil. Cristian ENĂCHESCU

Subiectul al III-lea

Un observator priveşte cu ajutorul unei lunete un obiect liniar aflat la distanţa de *D* = 30 m de obiectivul lunetei. Obiectul este aşezat perpendicular pe axa optică a lunetei. Pentru a măsura dimensiuni la nivelul obiectului, într-un plan perpendicular pe axa optică, observatorul ataşează de ocular un reticul cu distanţa de *T* = 3 mm între doua linii (trăsături) consecutive. Distanţa focală a ocularului este f_1 = 1 cm iar cea a obiectivului este f_2 = 25 cm.

a) ştiind că ochiul observatorului este normal (sănătos) determinaţi locul în care trebuie plasat reticulul astfel încât observatorul să poată privi relaxat obiectul timp îndelungat fără ca ochiul să obosească (cu ochiul relaxat).

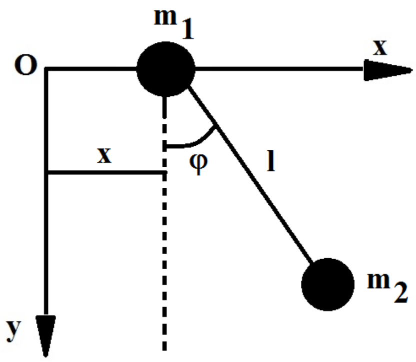
1. Fiecare dintre subiectele 1, 2 respectiv 3, se rezolvă pe o foaie separată care se secretizează.
2. În cadrul unui subiect, studentul are dreptul să rezolve cerinţele în orice ordine.
3. Durata probei este de 2 ore din momentul în care s-a terminat distribuirea subiectelor către studenţi.
4. Studenţii 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.

b) în condiţiile de la punctul (a) calculaţi ce lungime a obiectului apare între două linii consecutive ale reticulului.
c) unde trebuie plasat reticulul în cazul în care observatorul suferă de miopie şi nu poate vedea cu ochiul relaxat obiecte mai îndepărtate de R =2 m de ochi.
d) cât trebuie sa fie distanţa dintre obiectiv şi ocular în cazul (c)?

subiect propuse de asist. univ. dr. Bogdan MUNTEANU

Subiectul al IV-lea

Se consideră sistemul alcătuit dintr-un corp de masă m_1 care se deplasează fără frecare pe o dreaptă orizontală și un corp de masă m_2 suspendat prin intermediul unui fir de lungime l de corpul m_1 (v. Fig.). Utilizând formalismul Lagrange în aproximația oscilațiilor mici (unghiul φ foarte mic, $\varphi^2 \cong 0$), să se determine:



a) ecuațiile analitice ale tuturor legăturilor ce restricționează mișcarea și numărul gradelor de libertate ale sistemului;
b) ecuațiile diferențiale ce caracterizează mișcarea celor două corpuri m_1 și m_2.
c) perioada T a mișcării de oscilație a corpului m_2.
d) legile de mișcare $x(t)$ și $\varphi(t)$ ale celor două corpuri, considerând următoarele condiții inițiale: $x(0) = 0, \dot{x}(0) = 0$ și $\varphi(0) = \varphi_0$.

subiect propuse de lect. univ. dr. Iordana AȘTEFĂNOAEI

1. Fiecare dintre subiectele 1, 2 respectiv 3, se rezolvă pe o foaie separată care se secretizează.
2. În cadrul unui subiect, studentul are dreptul să rezolve cerinţele în orice ordine.
3. Durata probei este de 2 ore din momentul în care s-a terminat distribuirea subiectelor către studenţi.
4. Studenţii 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.

Barem subiectul 1

1. Eficienţa maşinii frigorifice Carnot 3p

$$\varepsilon = \frac{Q_2}{L} = \frac{Q_2}{Q_1 - Q_2} = \frac{T_2}{T_1 - T_2}$$

2. Exprimarea căldurii cedate în fucţie de puterea consumată de aparat 3p

$$Q_2 = \frac{T_2}{T_1 - T_2} L$$

$$\dot{Q}_2 = \frac{T_2}{T_1 - T_2} P$$

3. Bilanţul energetic în condiţii staţionare 1p

$\dot{Q}_h = \dot{Q}_2$ $\dot{Q}_h = A(T_1 - T_2)$

4. Ecuaţia finală 1p

$$A(T_1 - T_2)^2 = T_2 P$$

5. Temperatura în cameră în condiţii staţionare
0.5p

$$T_2 = T_1 + \frac{P}{2A} - \sqrt{\left(T_1 + \frac{P}{2A}\right)^2 - T_1^2}$$

6. Calculul coeficientului de transfer termic
0.5p

$$A = \frac{T_2}{(T_1 - T_2)^2} P = 1{,}45\ kW/K$$

Barem de notare problema 2

1. Calculul capacității unui condensator cilindric
   -aplicarea teoremei lui Gauss pentru aflarea intensității:
   $$E = \frac{Q}{2\pi r l \varepsilon_0} \quad (1p)$$
   -aflarea potențialului
   $$E = -\frac{dV}{dr}$$
   $$V_1 - V_2 = \frac{Q}{2\pi l \varepsilon_0} \ln \frac{R_e}{R_i} \quad (2p)$$
   -aflarea capacității
   $$C = \frac{Q}{V_1 - V_2} = \frac{2\pi \varepsilon_0 l}{\ln\left(\frac{R_e}{R_i}\right)} \quad (1p)$$
   -calcul numeric $C_1 = 0.56 pF$, $C_2 = 0.28 pF$ (0.5p)

Se acordă același punctaj și pentru calculul bazat pe integrarea capacităților unor condensatoare plane conectate în parale sau pentru scrierea formulei corecte.

2. După anularea curentului, tensiunile pe cele două condenatoare sunt egale. Din conservarea sarcinii electrice, se află această tensiune:

   $U = \frac{C_1U_1 + C_2U_2}{C_1 + C_2}$ (1p)

   Din conservarea energiei

   $W = \frac{1}{2}C_1U_1^2 + \frac{1}{2}C_2U_2^2 - \frac{1}{2}C_1U^2 - \frac{1}{2}C_2U^2 = \frac{C_1C_2\left(U_1 - U_2\right)^2}{2\left(C_1 + C_2\right)}$ (1p)

   Din Legea lui Ohm:

   $U_1 - U_2 = IR$ (1p)

   Expresia finală:

   $W = \frac{C_1C_2I^2R^2}{2\left(C_1 + C_2\right)}$ (1p)

   Calcul numeric $9.33pJ$ (0.5p)

   1p din oficiu

Barem de notare problema IV

1p - oficiu

1p - scrierea ecuațiilor analitice corespunzătoare tuturor legăturilor la care este supus sistemul și stabilirea numărului gradelor de libertate;

1p - deducerea expresiei corespunzătoare energiei cinetice a sistemului;

1p - deducerea expresiei corespunzătoare energiei potențiale a sistemului;

1p - deducerea funcției Lagrange L asociată sistemului;

1p - scrierea ecuațiilor Lagrange de speța a II-a pentru sistemul considerat;

1p - determinarea ecuațiilor diferențiale ce caracterizează mișcarea celor 2 corpuri în aproximația oscilațiilor mici;

1p - determinarea perioadei T a mișcării corpului de masă m_2;

1p - integrarea celor 2 ecuații diferențiale și determinarea soluțiilor generale pentru $x(t)$ și $\varphi(t)$.

1p - determinarea constantelor de integrare prin impunerea condițiilor inițiale $x(0) = 0, \dot{x}(0) = 0$ și $\varphi(0) = \varphi_0$.