

I.S.M.B.

## Olimpiada de Fizică Etapa pe sector – Clasa a X-a 17 ianuarie 2004

### Subiectul I

Trei fizicieni experimentatori  $E_1$ ,  $E_2$  și  $E_3$ , dispun de un număr foarte mare de condensatoare identice de capacitate  $C_0 = 10$  pF : fiecare dintre ei utilizează  $N$  astfel de condensatoare pentru a construi o baterie de condensatoare, apoi determină capacitatea acesteia,  $C(N)$ .

Bateriile de condensatoare construite sunt formate prin legarea în paralel a  $n$  ramuri ( $n = 1, 2, 3, \dots$ ) ; în fiecare dintre aceste ramuri, se află condensatoare legate în serie, după cum urmează :

- $E_1$  leagă în serie câte  $z$  condensatoare ( $z = 10$ ) în fiecare ramură ;
- $E_2$  pune în prima ramură *un* condensator, în a doua ramură – *două* condensatoare, în a treia ramură – *patru* condensatoare etc, în general, în ramura  $m$  conectează în serie  $2^{m-1}$  condensatoare ;
- $E_3$  pune în prima ramură *un* condensator, în a doua ramură, *două* condensatoare, în a treia ramură – *trei* condensatoare etc, în general, în latura  $m$  înscriiază  $m$  condensatoare.

a) Calculați câte condensatoare  $N_1$  ar trebui să utilizeze  $E_1$ , pentru a obține o capacitate  $C(N_1)$  cel puțin egală cu  $C_1 = 1$  nF . Ce avantaj prezintă gruparea în serie a celor  $z$  condensatoare în fiecare ramură ?

b) Arătați că (oricare ar fi valoarea lui  $N_2$ )  $E_2$  **nu** poate obține o capacitate  $C(N_2)$  mai mare decât o anumită valoare maximă  $C_2$  și indicați această valoare.

c) Analizați dacă  $E_3$  poate obține o capacitate  $C(N_3)$  cel puțin egală cu  $C_1 = 1$  nF și comentați rezultatul.

### Subiectul II

În spațiul intergalactic se găsesc  $N$  corpuri identice, considerate punctiforme, cu masa  $m$  și sarcina electrică  $q$ . Cele  $N$  corpuri sunt repartizate omogen pe o sferă cu centrul în  $O$  și au viteze egale în modul și orientate radial, de la centru spre exterior.

Presupunem că, în cursul evoluției sistemului, corpurile rămân pe o sferă de rază  $r$  și au viteze egale în modul, orientate radial.

Considerăm că singurele interacțiuni dintre corpuri sunt cele de natură coulombiană și cele de natură gravitațională (newtoniană) ; corpurile nu interacționează decât între ele, orice alte interacțiuni exterioare putând fi neglijate.

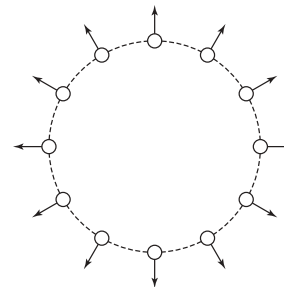
Când  $r = R_0$ , valoarea vitezei corpurilor este  $v_0$ , iar când raza sferei devine  $8R_0$ , viteza corpurilor are valoarea  $0,125 \cdot v_0$ .

a) Scrieți expresia raportului dintre energia potențială de interacțiune coulombiană și cea de interacțiune gravitațională (newtoniană).

b) Arătați că, în condițiile din enunț, sarcina specifică a fiecărui corp nu poate depăși o anumită valoare și calculați această valoare.

c) Stabiliți cum variază viteza corpurilor, cât timp  $r > R_0$ . Ce valoare va avea această viteză când  $r = 10R_0$  ?

Se dau : constanta atracției universale (din legea lui Newton)  $K = 6,67 \cdot 10^{-11}$  N · m<sup>2</sup> · kg<sup>-2</sup> și constanta din legea lui Coulomb,  $k = 9 \cdot 10^9$  m · F<sup>-1</sup>.



### Subiectul III

Un dipol electric reprezintă ansamblul format din două sarcini punctiforme,  $q_1 = q$  și  $q_2 = -q$ , situate la o distanță  $\ell$  una față de alta. Se definește modulul  $p$  al momentului de dipol prin relația  $p = q\ell$ .

Într-un sistem de axe de coordonate rectangulare  $xOy$ , este plasat un *dipol electric* cu sarcinile punctiforme  $q_1 = q > 0$  și  $q_2 = -q$ , astfel încât sarcina  $q_1$  se află în punctul  $P_1(0, a)$ , iar sarcina  $q_2$ , în punctul  $P_2(0, -a)$ , cu  $a > 0$ .

Se consideră un punct  $P(x, y)$ , mobil în planul  $xOy$ , astfel încât distanța față de origine,  $OP = r$ , satisface relația :  $r \gg a$  și se notează cu  $\alpha$  unghiul format de  $OP$  cu axa ordonatelor,  $Oy$ .

În condițiile enunțate, deduceți (în funcție de  $r, p$  și/sau  $\alpha$ ) expresiile pentru :

- a) potențialul electric  $V$  în punctul  $P$  ;
- b) tensiunea maximă  $U_{\text{MAX}}$  dintre două poziții posibile ale lui  $P$  (considerând că  $r = \text{const.} = r_0$ ), precizând aceste poziții particulare ;
- c) modulul intensității câmpului electric  $E$  în punctele în care  $V = 0$  .

Subiectele au fost elaborate de Comisia Centrului de Excelență București

1. Fiecare dintre subiectele I, II, respectiv III se rezolvă pe o foaie separată.
2. În cadrul unui subiect, elevul are dreptul să rezolve în orice ordine cerințele a, b, respectiv c...
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 notează de la 10 la 1 ; 1 punct se acordă din oficiu. Nota finală reprezintă suma punctelor acordate subiectelor.