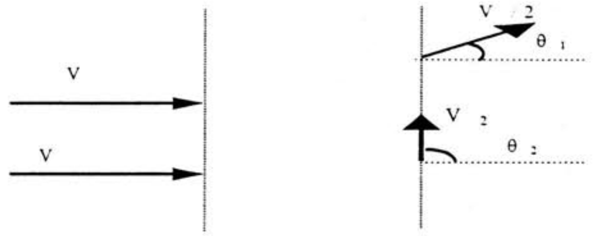
MINISTERUL EDUCATIEI SI CERCETARII

Olimpiada de fizică
Faza judeteană – clasa a X-a
9-02-2002

SUBIECTUL I: **(10 puncte)**

Două fascicule monocinetice (1) si (2) , înguste, paralele constituite din două tipuri diferite de particule încărcate electric pătrund cu viteza *v* într-o regiune în care li se aplică acelaşi câmp electric uniform. Primul fascicul este deviat sub un unghi θ_1= 60° fata de directia initiala, iar modulul vitezei sale se reduce la jumătate. Al doilea fascicul este deviat sub unghiul θ_2 = 90° după parcurgerea aceleaşi distanțe ca şi fasciculul 1 (vezi figura). Se consideră fasciculele incidente suficient departate unul de celalalt pentru a nu se influenta electrostatic.



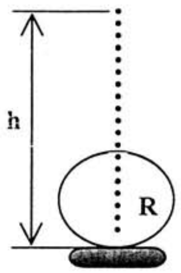
a)Determinați direcția câmpului electric aplicat şi semnul produsului sarcinilor celor două tipuri de particule.

b)Calculați viteza v_2 a particulelor celui de-al doilea fascicul după pătrunderea în câmp.

c)Calculați raportul sarcinilor specifice ale celor două tipuri de particule.

SUBIECTUL II: **(10 puncte)**

Într-o sferă metalică goală, izolată, de rază R, cad picături identice de lichid cu masa m, raza r şi electrizate cu sarcina q, ca în figură. Stabiliți dependența potențialului limită la care ajunge sfera, de înălțimea h de la care cad picăturile. Se mai cunosc permitivitatea electrică absolută a vidului ε_0 şi accelerația gravitațională g. Se neglijează frecările.



SUBIECTUL III: **(10 puncte)**

Un dipol are caracteristica pătratică daca pătratul intensității curentului care îl străbate este proporțional cu tensiunea aplicată.

a) Un astfel de dipol legat în serie cu un voltmetru este conectat la bornele unui generator de tensiune U şi rezistență neglijabilă. Voltmetrul indică tensiunea U/2 (ca în fig 1.a). Se conectează apoi în paralel cu dipolul înca un voltmetru identic cu primul. Care vor fi indicațiile celor două voltmetre?(fig. 1 b).

b) Caracteristica altui tip de dipol arată că intensitatea curentului care îl parcurge este proportională cu pătratul tensiunii aplicate. Doi dipoli de acest tip , identici, se conectează în paralel, iar în serie cu ei incă un dipol identic (fig.2). Întregul montaj este alimentat de un generator de tensiune U. Scrieți expresia tensiunii de la bornele fiecărui dipol.

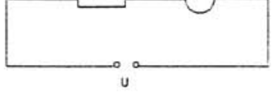


Fig.1a

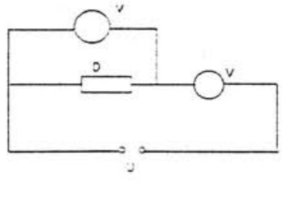


Fig.1b

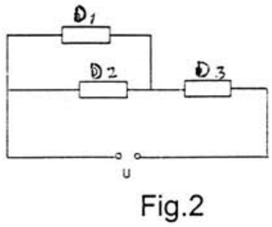


Fig.2

Notă: **Timp de lucru 3 ore. Toate subiectele sunt obligatorii. Pentru fiecare subiect se acordă un punct din oficiu.**

Barem de corectare și notare cls. X-a

Pentru orice altă cale corectă de rezolvare se construiește un barem echivalent ca punctaj cu cel de mai jos și se acordă pe baza acestuia punctajul corespunzător.

Subiectul 1

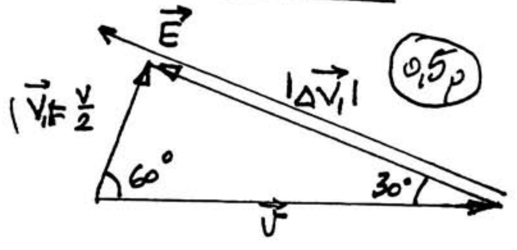


fig1.

a) Aplicând teorema impulsului pentru fascicolul (1):

$$\Delta\vec{p_1} = m_1 \Delta\vec{V_1} = \vec{F_1}\Delta t = q_1\vec{E}\Delta t \quad (1)$$

Din fig1. rezultă că $\Delta\vec{V_1} \perp \vec{V_1}$, deoarece $V_1 = \frac{v}{2}$ este cateta opusă unghiului de 30°. Rezultă că $\vec{E}$ este coliniar cu $\Delta\vec{V_1}$, adică direcția sa face unghiul de 30° cu direcția inițială a fascicolelor .... (0,5p)

Semnele sarcinilor sunt identice, deviațiile particolelor având loc în același sens. fig2 ..... (0,5p)

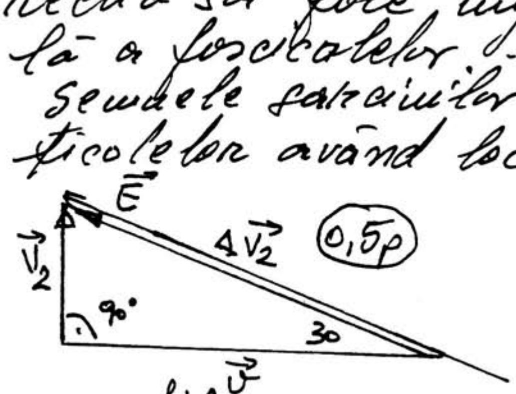


fig2.

Presupunând prin absurd că particolele fascicolului doi ar fi deviate la 90° în sens invers, $\Delta\vec{V_2}$ nu ar mai putea avea direcția lui $\vec{E}$ fig3. .... (0,5p)

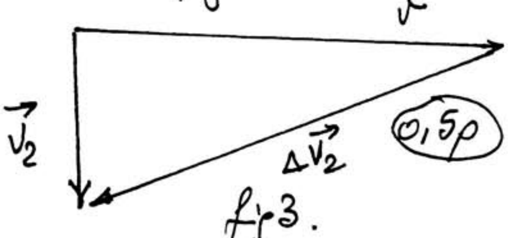


fig3.

b) Se aplică teorema impulsului fascicolului (2): ..... (3p)

$$\Delta\vec{p_2} = m_2 \Delta\vec{V_2} = q_2\vec{E}\Delta t \quad (2)$$

Rezultă (fig2) $V_2 = v \cdot tg\,30° = \frac{v}{\sqrt{3}}$

c) Din fig1 și fig2 rezultă

$\Delta V_1 = v\cos 30°$ și respectiv $\Delta V_2 = \frac{v}{\cos 30°}$ .... (1p)

Prin proiectarea ecuațiilor vectoriale (1) și (2) găsim:

$$\left.\begin{aligned} m_1\Delta V_1 &= q_1 E\Delta t \\ m_2\Delta V_2 &= q_2 E\Delta t \end{aligned}\right\} \text{ .... (1p)}$$

Împărțindu-le obținem:

$$\frac{m_1}{m_2}\cdot\frac{v\cos 30}{\frac{v}{\cos 30}} = \frac{q_1}{q_2} \Rightarrow \frac{\frac{q_1}{m_1}}{\frac{q_2}{m_2}} = \cos^2 30 = \frac{3}{4} \text{ ... (1p)}$$

NOTĂ: Pentru fiecare din subiecte se acordă un punct din oficiu. Punctajul total acordat pe subiect este de .....10p.

Barem de corectare și de notare

pentru orice altă cale corectă de rezolvare se construiește un barem echivalent ca punctaj cu cel de mai jos și se acordă pe baza sa punctajul corespunzător

SUBIECTUL II : (10 puncte)

pentru considerarea ambelor situații (sfera se umple sau nu) 1p

pentru scrierea conservării energiei picăturii de lichid --- 3p

pentru scrierea condiției ca sfera să atingă potențialul maxim --- 1p

pentru expresia potențialului maxim al sferei în situația în care sfera nu se umple complet ($V_{max} = \frac{mg(h-R)}{2R}$) --- 2p

pentru determinarea numărului de picături care ar umple sfera [$N = \left(\frac{R}{r}\right)^3$] -- 1p

pentru expresia potențialului maxim al sferei dacă aceasta se umple ($V_{max} = \frac{2R^2}{4\pi\varepsilon_0 r^3}$) -- 1p

OFICIU ------------ 1

TOTAL ------------ 10p

SUBIECTUL II

Sfera se poate încărca până la un potențial maxim care poate să corespundă situație în care:

a) sfera nu se umple total cu lichid

Energia inițială a unei picături, la înălțimea h față de punctul inferior al diametrului vertical $W_i = mgh + \frac{Qq}{4\pi\varepsilon_0(h-R)}$.

La limita sferei, în punctul superior al diametrului vertical, energia picăturii se scrie $W_f = 2mgR + \frac{mv^2}{2} + \frac{Qq}{4\pi\varepsilon_0 R}$.

Energia picăturii se conservă în absența frecărilor și viteza picăturii la suprafața sferei este $v = \sqrt{2g(h-2R) - \frac{Qq(h-2R)}{2\pi\varepsilon_0 m(h-R)}}$. Se observă că, pe măsură ce sarcina Q a sferei crește odată cu umplerea sa, viteza picăturilor la suprafața sferei scade datorită respingerii lor de către câmpul electrostatic al sferei. Când picăturile sunt oprite la suprafața sferei, sarcina sferei devine maximă.

Deci, $v=0$ când $Q = Q_{max} = \frac{mg(h-R)4\pi\varepsilon_0}{q}$.

Potențialul maxim al sferei, $V_{max} = \frac{mg(h-R)}{qR}$

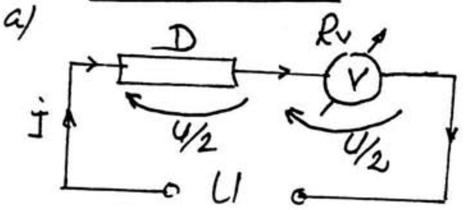
b) dacă sfera se umple, N numărul picăturilor se determină din $\frac{4\pi R^3}{3} = N\frac{4\pi r^3}{3}$ și potențialul maxim al sferei se obține pentru sarcina $Q_{max} = Nq$.

$$V_{max} = \frac{Nq}{4\pi\varepsilon_0 R} = \frac{qR^2}{4\pi\varepsilon_0 r^3}$$

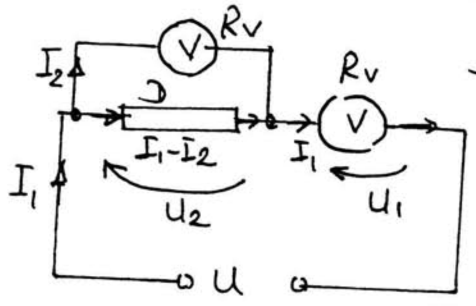
Barem de corectare și notare cls. a X-a

Subiectul 3

a)



$$\left.\begin{aligned} \frac{U}{2} &= I\cdot R_V \\ I^2 &= k\,\frac{U}{2} \end{aligned}\right\} \Rightarrow R_V = \sqrt{\frac{U}{2k}} \quad \text{- - - - (1p)}$$



$$\left.\begin{aligned} &(0{,}5p)\ (I_1 - I_2)^2 = k U_2 \\ &(0{,}5p)\ I_1 R_V = U_1 \\ &(0{,}5p)\ I_2 R_V = U_2 \end{aligned}\right\} \Rightarrow \frac{(U_1 - U_2)^2}{R_V^2} = k U_2$$

$$2(U_1 - U_2)^2 = U\cdot U_2$$

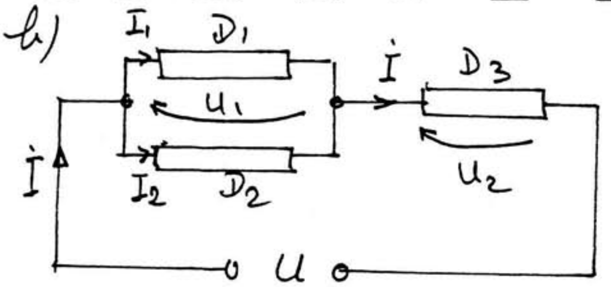
$$\begin{cases} U = U_1 + U_2 \\ 2(U_1 - U_2)^2 = U U_2 \end{cases} \Rightarrow 8U_1^2 - 7UU_1 + U^2 = 0 \quad (1p)$$

$$\Rightarrow U_1 = 0{,}7U;\ U_1 = 0{,}18U. \quad \text{- - - (1p)}$$

$$U_2 = 0{,}3U;\ U_2 = 0{,}82U. \quad \text{- - (1p)}$$

---

b)



$$I = kU^2$$

$$\left.\begin{aligned} I &= I_1 + I_2 \\ I_1 &= I_2 \end{aligned}\right\} I_1 = I_2 = \frac{I}{2} \quad \text{- - - (0,5p)}$$

$$U_1 = \sqrt{\frac{I_1}{k}};\ U_2 = \sqrt{\frac{I}{k}} \quad \text{- - - (0,5p)}$$

$$U_1 + U_2 = U \Rightarrow \sqrt{\frac{I}{2k}} + \sqrt{\frac{I}{k}} = U \Rightarrow \quad \text{- - - - - - (0,5p)}$$

$$(0{,}5p)\ \frac{\sqrt{I}}{\sqrt{k}}\cdot\frac{1+\sqrt{2}}{\sqrt{2}} = U \Rightarrow I = \frac{kU^2}{\frac{3}{2}+\sqrt{2}} \quad \text{- - - - - - (0,5p)}$$

$$U_1 = \sqrt{\frac{I}{2k}} = \frac{U}{\sqrt{3+2\sqrt{2}}} = 0{,}415U \quad \text{- - - - - - (0,5p)}$$

$$U_2 = U - U_1 = 0{,}585U. \quad \text{- - - - - - (0,5p)}$$

·NOTĂ: Pentru fiecare din subiecte se acordă un punct din oficiu. Punctajul total acordat pe subiect este de - - - - 10p.