**Ministerul Educației şi Cercetării**

# Olimpiada Națională de Fizică

**Craiova, 16-21 aprilie 2006**

**Proba teoretică - subiecte**

**XII**

## 1. Electroni în mişcare

**a.** Un fascicul foarte îngust de electroni se deplasează cu viteza $\vec{v}_0$ spre un sistem format din două grile metalice A şi B, aşa cum indică figura 1, conectate la bornele unui generator de tensiune alternativă, $u = U_0 \sin \omega t$. Durata zborului electronilor între cele două grile este mult mai mică decât perioada tensiunii alternative.

*Analizează* posibilitatea ca electronii care pătrund între grile într-un interval de timp foarte mic, centrat pe un moment în care tensiunea alternativă dintre grile este nulă, să se concentreze într-o regiune restrânsă (într-un punct) dincolo de cele două grile şi *justifică răspunsul. Determină* expresia distanței, față de grila B, la care se va focaliza fasciculul de electroni. Exprimă rezultatul în funcție de masa $m$ a electronului, de sarcina $q$ a acestuia şi de mărimile precizate în enunțul problemei. Consideră că variațiile vitezelor electronilor datorate influenței câmpului electric sunt foarte mici în comparație cu $v_0$ şi neglijează influența gravitației asupra electronilor şi interacțiunile dintre aceştia. Cunoşti că $v_0 << c$ (c - viteza luminii).

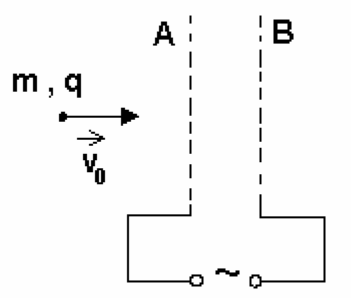


Figura 1

**b.** La mijlocul distanței dintre plăcile plane paralele ale unui condensator neelectrizat se află un electron în repaus. Pe condensator se aplică tensiunea alternativă de înaltă frecvență, $u = U_0 \sin \omega t$. *Determină* expresia intervalului de timp după care electronul ajunge pe una din plăcile condensatorului cunoscând masa $m$ a electronului, sarcina $q$ a acestuia şi distanța $d$ dintre plăci. Neglijează influența gravitației şi consideră că spațiul dintre plăcile condensatorului este vidat şi că deplasarea electronului în prima semiperioadă a tensiunii alternative este mult mai mică decât jumătate din distanța $d$ dintre plăci. Valoarea medie, a unei funcții periodice de timp, $f(t) = f(t+T)$, este dată de expresia:

$$\bar{f}(t) = \frac{1}{T}\int_0^T f(t)dt$$

*Rezolvă* aceeaşi problemă, considerând că tensiunea alternativă dintre plăcile condensatorului este $u = U_0 \cos \omega t$, ştiind că $d > \dfrac{2v_0}{\omega}$

**c.** În schema din figura 2 indicația ampermetrului este $I$, iar indicația voltmetrului conectat la bornele seriei cu elementele necunoscute $C_x$ şi $R_x$ este $U_{ab}$ *Determină* expresiile mărimillor necunoscute din rețeaua electrică prezentată în figura 2, în funcție de tensiunea efectivă $U$ de la bornele rețelei, de frecvența $\nu$ a tensiunii alternative utilizate şi de inductanța $L$ a bobinei. Consideră că instrumentele de măsură din circuit sunt ideale.

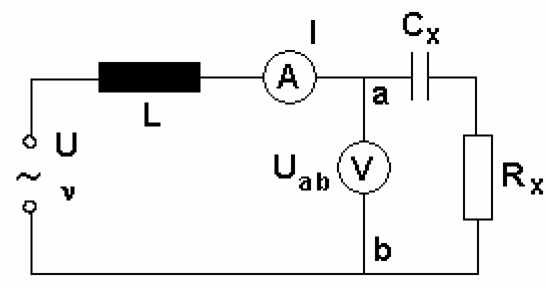


Figura 2

**2 Lentile şi surse de lumină**

**2. A.**

**a.** Să se determine distanţa focală $f(h,n,R)$ a lentilei plan-convexe din figura alăturată, pentru raza incidentă ce vine spre lentilă, paralel cu axul optic principal, la distanţa *h* faţă de acest ax. Raza de curbură $R(>0)$ a suprafeţei sferice şi indicele de refracţie *n* al materialului din care este confecţionată lentila sunt mărimi cunoscute. Lentila se află în aer $(n_{aer}=1)$.

**b.** Să se particularizeze rezultatul general obţinut la punctul (a), în cazul $h \to 0$ (raza paraxială) şi în cazul $h \to h_{\max}$ (raza marginală). În cazul ultim să se exprime distanţa focală în funcţie de *n*, *R* şi grosimea *g* a lentilei (vezi desenul).

**c.** Pentru ce valori ale lui *h* nu se produce încă reflexie totală în punctul I?

**d.** Scrieţi, în raport cu sistemul xOy, ecuaţia dreptei IF, în care distanţa *h* este prezentă ca un parametru. Apoi, considerând variabila *x* fixată ca un parametru în intervalul $(0,f)$, exprimaţi dependenţa $y=y(h)$. Cum s-ar putea determina valoarea distanţei *h*, în intervalul $[0,h_{\max}]$, pentru care ordonata *y* a razei de lumină IF are valoare maximă, la nivelul unui plan $x=const$ ?

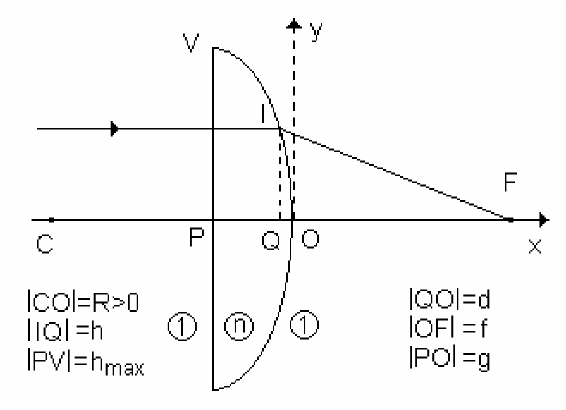


Figura 3

**2. B.** O sursă luminoasă punctiformă, S, ce emite în mod izotrop un flux total $\Phi$, este lansată din originea planului vertical xOy (axa Ox este orizontală), cu viteza iniţială $\vec{v}_0$, sub un unghi de lansare dat de relaţia $\sin\theta_0 = \frac{2\sqrt{2}}{3}$ [precizăm că $\theta_0 = unghiul(\vec{v}_0, Ox)$]. Să se determine iluminarea în punctul O, pe suprafaţa orizontală, în momentul când distanţa *OS* este maximă. Acceleraţia gravitaţională *g* (constantă), se presupune cunoscută.

**3. Cinematică relativistă**

Un punct material P, în mişcare, este localizat cu ajutorul vectorilor de poziţie $\vec{r}(t)$ şi respectiv $\vec{r}'(t')$, raportaţi la originile O şi respectiv O' ale sistemelor de referinţă inerţiale S şi respectiv S′. Consideră că sistemul S este în repaus, iar sistemul S′ în mişcare rectilinie şi uniformă cu viteza $\vec{v}_0$ faţă de sistemul S, în aşa fel încât orientările axelor OY şi O'Y' coincid, iar OX//O'X' şi OZ//O'Z'şi că,la momentul iniţial, când originile celor două sisteme au coincis $t=t'=0$.

**a.** Ştiind că viteza luminii în vid este *c* şi cunoscând formele scalare ale transformărilor Lorentz speciale, *stabileşte* transformările Lorentz speciale, în formă vectorială, demonstrând că ele sunt date de expresiile:

$$\begin{cases} \vec{r}\,' = \vec{r} - \dfrac{(\vec{r}\,\vec{\mathrm{v}}_0)\,\vec{\mathrm{v}}_0}{\mathrm{v}_0^2}\left(1 - \dfrac{1}{\sqrt{1 - \dfrac{\mathrm{v}_0^2}{c^2}}}\right) - \dfrac{\vec{\mathrm{v}}_0 t}{\sqrt{1 - \dfrac{\mathrm{v}_0^2}{c^2}}} \\ t' = \dfrac{t - \dfrac{\vec{r}\,\vec{\mathrm{v}}_0}{c^2}}{\sqrt{1 - \dfrac{\mathrm{v}_0^2}{c^2}}} \end{cases}$$

**b.** Utilizând formele vectoriale ale transformărilor Lorentz speciale, prezentate mai sus, *stabileşte* relația vectorială care exprimă viteza punctului material raportată la sistemul mobil S′, în funcție de viteza raportată la sistemul fix S.

În raport cu sistemul fix, o rază de lumină se propagă în planul XOY, pe o direcție care formează unghiul $\theta$ cu axa OX. Cunoscând formele scalare ale relațiilor dintre componentele vitezelor unui punct material, raportate la cele două sisteme inerțiale, *stabileşte* direcția de propagare a razei de lumină în raport cu axa O’X’ a sistemului mobil.

**c.** Utilizând relațiile scalare dintre componenetele vitezelor punctului material raportate la cele două sisteme de referință, precum şi relațiile din transformările Lorentz care corelează coordonatele temporale din cele două sisteme de referință, *stabileşte* relațiile scalare dintre componentele accelerațiilor punctului material, în raport cu sistemul $S'$ în funcție de cele raportate la sistemul $S$. *Concluzie.*


*Subiect propus de:*
*prof.dr. Florea ULIU- Facultatea de Fizică - Universitatea din Craiova*
*prof.dr. Mihail SANDU- Facultatea de Ştiințe - Universitatea Sibiu*
*prof. Delia DAVIDESCU – inspector - Serviciul Național de Evaluare şi Examinare - Bucureşti*