

Electroni „agitați”

A. Atunci când electronii accelerați în câmpuri electrice intense lovesc o țintă, ei sunt frânați. În cursul frânării electronii emit radiație electromagnetică într-un spectru continuu. Lungimea de undă minimă din spectru este determinată de tensiunea la care au fost accelerați electronii – proiectile.

Peste spectrul continuu pot apărea maxime nete, înguste, la lungimi de undă diferite pentru elemente chimice diferite. Apariția lor se datorează excitării electronilor din păturile interioare ale atomilor cu mai mulți electroni.

Moseley a descoperit că maximul cel mai puternic, numit linie K_α al unei substanțe are frecvența corelată cu numărul atomic al acesteia după legea empirică $f = \wp \cdot (Z - 1)^2$ unde \wp este o constantă.

Într-un experiment electronii sunt accelerați între un catod și un anod din fier care ar putea conține și nichel. Calculează lungimile de undă ale liniilor K_α pentru fier și nichel. Estimează tensiunea minimă care, aplicată între catod și anod, ți-ar putea permite să decizi că în anod există sau nu nichel. Știi că lungimea de undă a liniei K_α a cobaltului Co^{27} este 179pm. Fierul, cobaltul și nichelul, în această ordine, sunt elemente vecine în tabelul periodic al elementelor. $h = 6,6 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$, $c = 3,0 \times 10^8 \text{ m/s}$, $e = 1,6 \times 10^{-19}$

(2 puncte)

B. Un condensator plan este format din două plăci circulare, paralele, ambele având raza R , separate prin distanța d , unde $d \ll R$, ca în Fig.1 Placa superioară este menținută la un potențial constant V în timp ce placa inferioară este legată la pământ. Apoi, un disc subțire și mic, având masa m , raza r ($\ll R, d$) și grosimea t ($\ll r$), este plasat în centrul plăcii inferioare ca în Fig. 2.

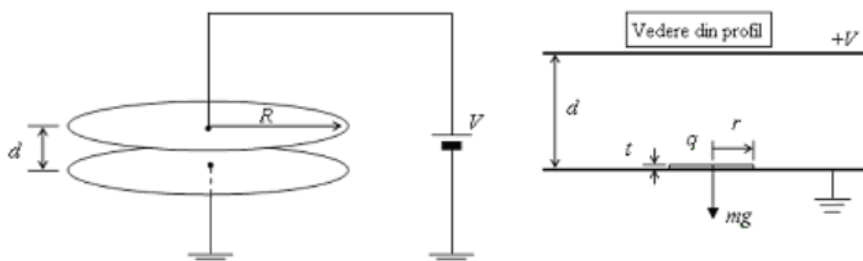


Figura 1

Figura 2

Presupune că în spațiul dintre plăci este vid, caracterizat prin constanta dielectrică ϵ_0 ; plăcile și discul sunt făcute dintr-un material perfect conductor. Efectele electrostatice de margine pot fi neglijate. Inductanța întregului circuit și efectele relativiste nu se iau în considerare. Efectul

sarcinii imagine va fi de asemenea neglijat.

(a) Calculează forța de atracție electrostatică F_p care se exercită între plăcile condensatorului aflate la distanța d una de alta, înainte de introducerea discului între ele.

(2 puncte)

(b) Atunci când discul este plasat pe placa inferioară, sarcina electrică q de pe disc – figura 2 - este corelată cu potențialul V prin relația $q = \chi \cdot V$. Găsește expresia lui χ ca funcție de r, d , și ϵ_0 .

(2 puncte)

(c) Plăcile paralele ale condensatorului sunt plasate perpendicular pe liniile unui câmp gravitațional uniform caracterizat prin accelerația gravitațională g . Pentru a face să se ridice discul (aflat inițial în repaus) este necesară o creștere a potențialului aplicat peste o valoare de prag, V_{prag} . Determină valoarea potențialului de prag, V_{prag} , ca funcție de m, g, d și χ .

(2 puncte)

(d) Atunci când $V > V_{prag}$, discul face o mișcare de du-te vino, în sus și în jos, între armături.

Presupune că discul se mișcă numai în plan vertical fără să fluture (planul discului rămâne mereu perpendicular pe verticală). Ciocnirile dintre disc și plăci sunt inelastice, caracterizate de coeficientul de restituție $\eta = (v_{după} / v_{înainte})$ unde $v_{înainte}$ și $v_{după}$ sunt vitezele discului chiar înainte de ciocnire respectiv imediat după ciocnirea cu o placă. Plăcile se află în poziții fixe (invariabile în timp). Viteza discului imediat după ciocnirea cu placa inferioară tinde către o valoare constantă, $-v_s$ “viteză staționară” – care depinde de potențialul V după o lege de tipul $v_s = \sqrt{\alpha V^2 + \beta}$. Determină coeficienții α și β în funcție de m, g, d, χ și η . Presupune că la fiecare ciocnire toate punctele suprafeței discului sunt simultan în contact cu placa. În aceste condiții, un transfer complet de sarcină electrică se produce instantaneu la fiecare ciocnire.

(2 puncte).

Subiect propus de:

Dr. Constantin COREGA – ISJ Cluj

Dr. Adrian DAFINEI – Universitatea București