

Ministerul Învățământului
Olimpiada Națională de Fizică
 Oradea - 1997
Proba teoretică

XII

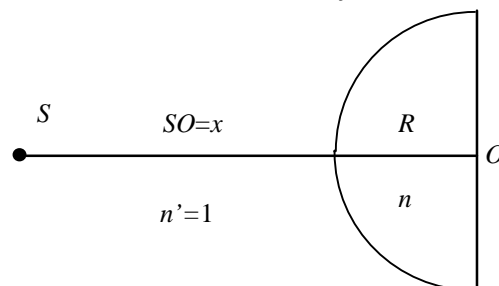
1. O semisferă de sticlă cu indicele de refracție $n = 1,5$ are raza $R = 4,8$ cm. Suprafața plană a semisferei este opacă. Pe axa de simetrie, în exterior, unde $n' = 1$ (aer), este așezată o sursă luminoasă punctiformă S (vezi figura).

a) Să se determine distanța $x = SO$, știind că raza petei circulare luminoase (ρ) de pe planul opac are valoarea minimă posibilă.

b) Cât este această rază minimă (ρ_{\min})?

c) Reprezentați grafic dependența $\rho = \rho(x)$ și calculați valoarea lui x pentru care $\rho = \frac{5}{4} \rho_{\min}$. Care este cea

mai mică valoare a lui x pentru care problema are sens?



prof. univ. dr. Florea Uliu - Univ. Craiova

2. Două benzi liniare, paralele și infinite, formate dintr-o infinitate de particule punctiforme, echidistante, electrizate, una cu sarcini pozitive ($+e$) iar cealaltă cu sarcini negative ($-e$) se deplasează pe direcții foarte apropiate cu vitezele \vec{u} și respectiv $-\vec{u}$ în raport cu un sistem de referință fix S , fără a se influența reciproc. Când benzile sunt în repaus față de S distanța dintre oricare două particule vecine ale fiecărei benzi are valoarea constantă l_0 , suficient de mică, astfel încât fiecare bandă este un fir liniar electrizat uniform. La distanța b față de benzi, o particulă punctiformă P , electrizată cu sarcina q , se deplasează paralel cu benzile, având față de S viteza \vec{v}_0 paralelă și de același sens cu \vec{u} . Să se determine:

a) forța \vec{F} care acționează asupra particulei P , în raport cu sistemul S considerând variantele: nerelativistă; relativistă;

b) forța \vec{F}' care acționează asupra particulei P în raport cu un sistem S' legat de particula P în variantele: nerelativistă; relativistă, precum și relația dintre F și F' în cele două variante; $v_0 > u$;

c) forța F'' care acționează asupra particulei P , în raport cu un sistem de referință S'' în mișcare față de S cu viteza \vec{v} paralelă și de același sens cu \vec{u} , în variantele: nerelativistă; relativistă, dacă $u < v < v_0$.

Se cunosc: c , ϵ_0 și μ_0 .

Se știe că intensitatea câmpului electric la distanța r față de un fir liniar, infinit, electrizat

uniform este $E = \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0 r}$, unde λ - densitatea sarcinii liniare.

prof. Mihail Sandu - Călimănești

3. Miunul negativ (mezonul μ) este o particulă cu sarcina electrică $q = e$ (sarcina electronului) și masa $m = 207 m_e$, unde m_e - masa electronului. Interacționând cu substanța, un miun negativ este atras de un nucleu și poate înlocui unul dintre electronii atomului, formând un atom mezon. Din cauza masei sale mult mai mari, miunul se va apropia mai mult de nucleu decât electronul și, pentru nucleele grele în stările energetice cele mai coborâte, va fi chiar în interiorul nucleului, interacțiunea cu acesta făcându-se numai prin forțe electrice.

a) Să se determine frecvența oscilațiilor unui miuon negativ de-a lungul diametrului nucleului fix al unui atom mezonice și să se compare cu frecvența rotațiilor mezonului pe cea mai joasă orbită circulară posibilă în jurul nucleului. Pentru nucleu se cunosc: Q - sarcina electrică și R - raza. În interiorul nucleului sarcina nucleului este distribuită uniform. se neglijează prezența electronilor.

Pentru un atom mezonice, în anumite condiții, se demonstrează existența următoarelor relații echivalente:

$$\frac{dW}{dt} = -\frac{q^4}{6\pi\epsilon_0 c^3 m^2} (E(r))^2$$

$$\frac{dL}{dt} = \frac{q^3}{6\pi\epsilon_0 c^3 m^2} \frac{1}{r} \frac{dV}{dr} L,$$

unde W - energia totală a sistemului miuon - nucleu, r - distanța miuon - centrul nucleului, $E(r)$ - intensitatea câmpului electric la distanța r față de centrul nucleului, $V=V(r)$ - potențialul sarcinii nucleului la distanța r , L - momentul cinetic orbital al mișcării miuonului în jurul nucleului fix. În aceste condiții traiectoria miuonului este circulară cu raza descrescătoare.

b) Să se determine dependența de timp a razei orbitei miuonului, $r=r(t)$ dacă orbita inițială a miuonului este prima orbită circulară Bohr a atomului mezonice. După cât timp miuonul intră în nucleu? Să se justifice posibilitatea neglijării prezenței celorlalți electroni ai atomului mezonice.

Corespunzător electrodinamicii clasice, o particulă electrizată cu sarcina q , în mișcare cu accelerația \vec{a} , emite energie (radiație electromagnetică) astfel încât într-o unitate de timp se eliberează energia: $P = \frac{q^2}{6\pi\epsilon_0 c^3} \vec{a}^2$. Deoarece fotonii emiși sunt purtători de impuls, asupra

particulei electrizate va acționa o forță de reacție radiativă, \vec{F}_{rad} , care într-un interval de timp $t_1 < t < t_2$ se poate considera conservativă.

c) Să se determine \vec{F}_{rad} care acționează asupra miuonului dintr-un atom mezonice, știind că în mișcarea acestuia în jurul nucleului, pentru momentele $t = t_1$ și $t = t_2$, există relația $\vec{v} \cdot \vec{a} = 0$.

Se cunosc h , ϵ_0 și c .

prof. Mihail Sandu - Călimănești
prof. univ. dr. Voicu Grecu - Univ. București