



Ministerul Educației Naționale
Inspectoratul Școlar Județean – Brăila
CONCURSUL NAȚIONAL DE FIZICĂ “EVRIKA!”
Ediția a 29-a, 1 – 3 noiembrie 2019, Brăila
CLASA a XII-a

Problema 1. Modelul planetar al ionului molecular de hidrogen

Pentru ionul molecular de hidrogen, H_2^+ , se presupune următorul model planetar: electronul acestuia se deplasează pe o orbită circulară situată în planul median perpendicular pe dreapta care unește cei doi protoni ai ionului, așa cum indică desenul din figura 1.

Să se determine:

a) razele cercurilor descrise de electron și de cei doi protoni, precum și unghiul dintre direcția centrelor protonilor și direcția centrelor electron-proton, cunoscând: m – masa electronului, M – masa protonului, r – distanța de la electron la linia centrelor protonilor;

b) momentul cinetic total al sistemului dacă viteza unghiulară de rotație (aceeași pentru toate elementele sistemului) este ω ;

c) momentul magnetic orbital al sistemului și relația sa cu momentul cinetic al sistemului, dacă sarcina electrică elementară este e .

Se neglijează interacțiunile gravitaționale și cele electromagnetice, iar masa electronului nu este neglijabilă în raport cu masa protonului.

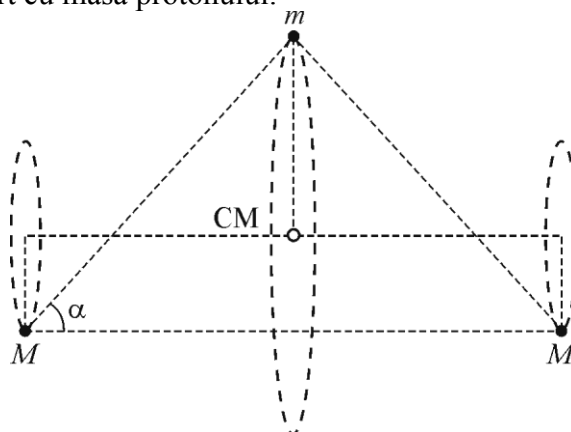


Fig. 1

Problema 2. Mișcarea unui ion între armăturile unui condensator

Între armăturile orizontale, situate la distanțe d , ale unui condensator plan, se află în repaus un ion cu sarcina q și masa m .

Să se studieze mișcarea ionului dacă tensiunea dintre armăturile condensatorului variază în timp după legea:

a) $u = U_{\max} \sin \omega t$;

b) $u = U_{\max} \cos \omega t$,

neglijând greutatea ionului și considerând că pulsația tensiunii aplicate este mică astfel încât să se neglijeze efectul magnetic al câmpului electric variabil dintre armăturile condensatorului.

c) Intensitatea câmpului electric dintr-o undă electromagnetică cu pulsația $\omega = 2 \cdot 10^{16} \text{ s}^{-1}$, modulată în amplitudine cu pulsația $\Omega = 2 \cdot 10^{15} \text{ s}^{-1}$, variază în timp după legea:

$$E = E_0(1 + \cos \Omega t) \cos \omega t.$$

Să se determine energia unui electron extras de această undă dintr-un atom de hidrogen, dacă energia de ionizare a acestuia este $W_i = 13,5 \text{ eV}$. Se cunoaște constanta lui Planck raționalizată, $h = 1,05 \cdot 10^{-34} \text{ Js}$.

Problema 3. Accelerator liniar de particule electrizate

Într-un accelerator liniar pentru particule electrizate, cei n cilindri conductori coaxiali ai acestuia sunt conectați la polii unui generator electric de înaltă frecvență ($\nu = \text{constant}$), așa cum indică figura 1.

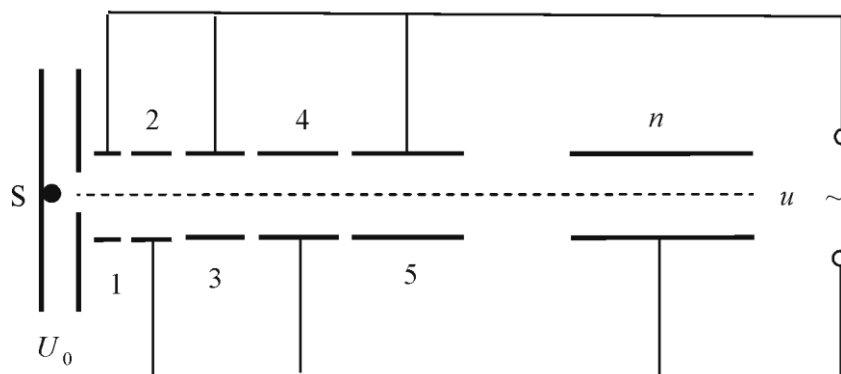


Fig. 1

Ionii, rezultați dintr-o descărcare electrică, S, considerați în repaus, cu masa m_0 și sarcina electrică q , accelerați apoi într-un câmp electric sub tensiunea constantă U_0 , sunt injectați în primul cilindru, de-a lungul axului acestuia.

Lungimile cilindrilor acceleratori sunt calculate în așa fel încât, ajungând în spațiul dintre oricare doi cilindri vecini, particula electrizată va găsi acolo condiții de accelerare identice, sub tensiunea electrică alternativă $u = U_0 \cos \omega t$, a cărei polaritate trebuie să se schimbe atunci când particula electrizată străbate distanța dintre oricare două intervale de accelerare vecine.

Lungimea oricărui interval de accelerare este neglijabilă în raport cu lungimile cilindrilor, iar durata trecerii particulei prin oricare interval de accelerare este infinit de mică. În aceste condiții, trecerea particulei prin intervalul de accelerare este echivalentă cu traversarea unei regiuni în care există o diferență de potențial constantă, U_0 .

a) Să se determine relația dintre perioada tensiunii electrice întreținută de generator și durata traversării fiecărui cilindru, precum și lungimea fiecărui cilindru, dacă vitezele dobândite de particulele electrizate accelerate sunt relativiste.

b) Să se calculeze viteza limită a particulelor electrizate accelerate și lungimea limită a ultimului cilindru, dacă $n \rightarrow \infty$.

c) Să se stabilească expresia energiei dobândită de particula electrizată, pe fiecare interval de accelerare, dacă lungimea acestuia este D , iar fazele tensiunii de accelerare, atunci când particula se afla la intrarea în intervalul de accelerare și apoi la mijlocul intervalului de accelerare sunt zero și respectiv φ_0 . Cazuri particulare: $D \rightarrow 0, \varphi_0 \neq 0$; $D \rightarrow 0, \varphi_0 = 0$. Se neglijează greutatea particulei și abaterile de la traiectoria rectilinie.

d) Să se regăsească lungimea acceleratorului, în varianta nerelativistă, pentru $D \rightarrow 0$.