

Subiectul V: IONI POZITIVI, $(IP)^+$, într-un fascicul de fotoni

Un fascicul de **IONI POZITIVI** identici (atomi identici care au pierdut fiecare câte 1 electron), $(IP)^+$, ale căror viteze, datorate agitației termice, sunt foarte mici (neglijabile), pătrunde prin secțiunea transversală, XX' , a unui tub cilindric orizontal, vidat, așa cum indică desenul din figura 1, într-o regiune, cuprinsă între secțiunile transversale XX' și YY' , acolo unde există un câmp electric uniform, accelerator, IONII POZITIVI, $(IP)^+$, având mișcări rectilinii, uniform accelerate, identice, ei fiind accelerați uniform, pe direcție orizontală, spre dreapta, sub o diferență de potențial constantă, $U = 100$ kV.

În secțiunea transversală YY' fasciculul IONILOR POZITIVI, $(IP)^+$, este intersectat de un fascicul de fotoni, identici, incidenți perpendicular pe tub, energia unui singur foton incident fiind $W_1 = 10$ eV, producându-se acolo numai o excitare a IONILOR POZITIVI, $(IP)^{+*}$, când un ION POZITIV, $(IP)^+$, absoarbe unui singur foton, fără să determine și ionizarea suplimentară a IONULUI POZITIV, $(IP)^{+*}$.

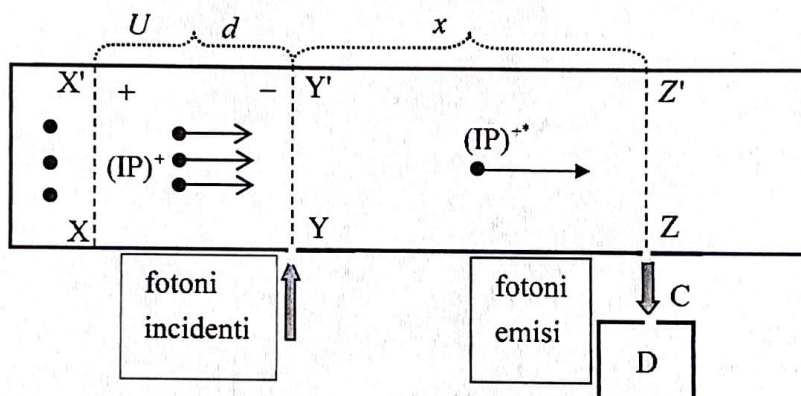


Fig. 1

Cu un detector D, prevăzut cu un colimator îngust, C, plasat în afara tubului orizontal, pe direcția secțiunii transversale, ZZ' , se înregistrează numărul de fotoni N_f , cu energiile W_1 , emiși din fasciculul IONILOR POZITIVI excitați, $(IP)^{+*}$, la diferite distanțe, x , față de secțiunea transversală YY' , conform datelor înscrise în tabelul alăturat.

x (cm)	2	4	6	8	10
$N_f(x)$	905	465	215	108	51

Se știe că:

6,208

6,142

5,371

5,682

3,932

- excitarea unui ION POZITIV, $(IP)^+$, în secțiunea YY' , este rezultatul absorbției unui singur foton;

- dacă N_0 este numărul inițial al IONILOR POZITIVI excitați, $(IP)^{+*}$, în secțiunea transversală YY' , atunci, după un timp t numărul IONILOR POZITIVI excitați, $(IP)^{+*}$, existenți încă în stare excitată, între secțiunile transversale YY' și ZZ' , este dat de expresia:

$$N(t) = N_0 \cdot e^{-t/\tau},$$

unde τ este timpul mediu de viață al unui ION POZITIV, $(IP)^{+*}$, în stare excitată;

1. Fiecare dintre cele 5 subiecte se rezolvă pe o foaie separată care se secretizează.
2. În cadrul unui subiect, elevul are dreptul să rezolve cerințele în orice ordine.
3. Durata probei este de 5 ore din momentul în care s-a terminat distribuirea subiectelor către elevi.
4. Elevii au dreptul să utilizeze calculatoare de buzunar, dar neprogramabile.
5. Fiecare subiect se notează de la 10 la 0 (fără punct din oficiu). Punctajul final este suma acestora.



MINISTERUL EDUCAȚIEI ȘI CERCETĂRII
Olimpiada Națională de Fizică
Slobozia 10-15 aprilie 2025
BARAJ - SENIORI



Pagina 2 din 2

- numărul fotonilor, în secțiunea transversală ZZ' , emiși de fasciculul IONILOR POZITIVI excitați, $(IP)^{+*}$, după timpul t , la distanța x față de secțiunea transversală YY' , este dat de expresia:

$$N_f(x) = K \cdot \frac{N(t)}{\tau},$$

unde K este o constantă de proporționalitate.

a) Să se demonstreze că dependența numerică, $\ln N_f = f(x)$, este o dependență numerică liniară de forma:

$$\ln N_f = f(x) = y = a \cdot x + b.$$

b) Să se determine timpul mediu de viață, τ_1 , al stării excitate, de energie W_1 , al IONULUI POZITIV excitat, IP^{+*} , utilizând:

1) metoda grafică, trasând graficul dreptei Δ_0 , reprezentând graficul dependenței liniare, $\ln N_f = f(x)$;

2) metoda celor mai mici pătrate, știind că:

$$a = \frac{\sum_{i=1}^n x_i \cdot \sum_{i=1}^n y_i - n \cdot \sum_{i=1}^n (x_i \cdot y_i)}{\left[\sum_{i=1}^n x_i \right]^2 - n \cdot \sum_{i=1}^n x_i^2}; b = \frac{\sum_{i=1}^n x_i \cdot \sum_{i=1}^n (x_i \cdot y_i) - \sum_{i=1}^n x_i^2 \cdot \sum_{i=1}^n y_i}{\left[\sum_{i=1}^n x_i \right]^2 - n \cdot \sum_{i=1}^n x_i^2}, \text{ unde } n = 5.$$

c) Să se identifice semnificațiile geometrice al constantelor a și b din ecuația $y = a \cdot x + b$, reprezentând ecuația dreptei Δ_0 . și să se determine coordonatele punctelor de intersecție ale dreptei Δ_0 , cu axele de coordonate OX și respectiv OY , punctele A_0 și respectiv B_0 .

d) Să se determine valoarea constantei de proporționalitate K , știind că $N_0 = 10^{20}$.

e) Dacă în secțiunea transversală YY' fasciculul de IONI POZITIVI, $(IP)^{+*}$, este iradiat cu fotoni de energie $W_2 = 11,6 \text{ eV}$, se constată că distanța de-a lungul căreia numărul de fotoni cu energia W_2 , emiși din fasciculul IONILOR POZITIVI excitați, $(IP)^{+*}$, scade la jumătate, este de $n = 7$ ori mai mică decât în cazul anterior.

Să se determine timpul mediu de viață, τ_2 , al stării de excitație W_2 , pentru IONUL POZITIV excitat, $(IP)^{+*}$.

Se dau: $A_{IP} = 24$; $1 \text{ u} = 1,67 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$; $q_{IP} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$. Se știe că: $\ln(1890) = 7,544$.

Subiect propus de:

Prof. dr. Mihail SANDU – Asociat UNIVERSITATEA din CRAIOVA

1. Fiecare dintre cele 5 subiecte se rezolvă pe o foaie separată care se secretizează.
2. În cadrul unui subiect, elevul are dreptul să rezolve cerințele în orice ordine.
3. Durata probei este de 5 ore din momentul în care s-a terminat distribuția subiectelor către elevi.
4. Elevii au dreptul să utilizeze calculatoare de buzunar, dar neprogramabile.
5. Fiecare subiect se notează de la 10 la 0 (fără punct din oficiu). Punctajul final este suma acestora.