



Concursul Național de Matematică și Fizică

"Vrânceanu – Procopiu"

Ediția a XII –a, 2010

Baraj

Problema a IV-a (10 puncte)

Dezexcitare cu...probleme

Un atom în stare excitată se dezexcită emițând un foton. În mod obișnuit se spune că fotonul emis are o energie egală cu diferența energiilor celor două stări ale atomului. La o analiză mai atentă, însă, se poate observa că lucrurile nu stau chiar așa. Fie un atom izolat în repaus, aflat într-o stare excitată S' , în care masa sa este M' . Atomul se dezexcită, trecând în starea fundamentală S , în care masa sa este M . Energia astfel eliberată de atom este $E_0 = (M' - M)c^2$, unde c este viteza luminii.

- Să se justifice, calitativ, că E_0 este limita superioară a energiei fotonului emis. Altfel spus, dacă E este energia fotonului emergent, să se justifice, calitativ, de ce $E < E_0$.
- Dacă $E_0 \ll Mc^2$, să se demonstreze că $E_0 - E \cong \frac{E_0^2}{2Mc^2}$.
- Un atom izolat, în repaus, are, în starea fundamentală, energia $Mc^2 = 2 \times 10^{11}$ eV, iar energia eliberată de el prin dezexcitare este $E_0 = 4 \times 10^5$ eV. Deoarece diferența de energie $E_0 - E$ corespunde unei deplasări a frecvenței fotonului emergent $\Delta f = f_0 - f$, să se calculeze deplasarea relativă a frecvenței fotonului emis, $\Delta f/f_0$.
- Un alt mod de a obține deplasarea frecvenței fotonului emis este prin efect Doppler. Cu ce viteză și în ce sens trebuie să se deplaseze un receptor față de fotonul emis, pe direcția lui de mișcare, pentru ca frecvența fotonului recepționat să fie f_0 , corespunzătoare energiei E_0 ?

Conf. Univ. dr. Sebastian POPESCU

Facultatea de Fizică, Universitatea Alexandru Ioan Cuza din Iași