

Problema teoretică nr. 2 (10 puncte)

Împrăștiere Compton

Un inel de stocare conține electroni în mișcare. Electronii, având energie mare, sunt produși de un accelerator și se rotesc într-un câmp magnetic convenabil ales. Fotoni de raze X sunt astfel direcționați încât se ciocnesc cu electronii din inelul de stocare. Fenomenul care apare este cunoscut ca Împrăștiere Compton Inversă.

Un foton cu lungimea de undă λ_i este împrăștiat de un electron liber, în mișcare. Ca urmare electronul se oprește, iar fotonul rezultat, cu lungimea de undă λ_0 este împrăștiat la un unghi $\theta = 60^\circ$ față de direcția fotonului incident; acest foton este împrăștiat din nou prin ciocnirea cu un electron liber aflat în repaus. Din acest al doilea proces de împrăștiere “iese” un al doilea foton cu lungimea de undă $\lambda_f = 1,25 \times 10^{-10} m$, care se deplasează pe o direcție care face unghiul $\theta = 60^\circ$ față de direcția fotonului cu lungimea de undă λ_0 . Pentru a caracteriza fotonii și electronii pe parcursul proceselor utilizează următoarele notații:

	fotonul inițial	fotonul după prima împrăștiere	fotonul final		primul electron înainte de ciocnire	primul electron după ciocnire	al doilea electron înainte de ciocnire	al doilea electron după ciocnire
impuls	\vec{p}_i	\vec{p}_0	\vec{p}_f	impuls	\vec{p}_{1e}	0	0	\vec{p}_{2e}
energie	E_i	E_0	E_f	energie	E_{1e}	E_{0e}	E_{0e}	E_{2e}
lungime de undă	λ_i	λ_0	λ_f	viteză	\vec{v}_{1e}	0	0	\vec{v}_{2e}

Sunt cunoscute valorile următoarelor constante :

$h = 6,6 \times 10^{-34} J \cdot s$ - constanta Planck

$m_0 = 9,1 \times 10^{-31} kg$ - masa de repaus a electronului

$c = 3,0 \times 10^8 m/s$ - viteza luminii în vid

Sarcina de lucru nr. 1 - Prima ciocnire

1.a. Desenează o schiță care să ilustreze primul proces de ciocnire. Marchează pe schiță impulsurile electronului și fotonului înainte și după prima ciocnire și specifică sistemul de coordonate folosit.

1.b. Dedu expresiile pentru energia și pentru impulsul electronului implicat în prima ciocnire, ca funcții de viteza inițială a electronului \vec{v}_{1e} și de masa sa de repaus m_0 .

1.c. Determină expresiile pentru energia și pentru lungimea de undă a fotonului după prima împrăștiere, ca funcție de lungimea de undă a fotonului inițial λ_i , de unghiul de împrăștiere θ și de mărimea $\Lambda = h/(m_0 \cdot c)$.

Sarcina de lucru nr. 2 - A doua ciocnire

2.a. Desenează o schiță care să ilustreze al doilea proces de ciocnire. Marchează pe schiță impulsurile electronului și fotonului înainte și după a doua ciocnire și specifică sistemul de coordonate folosit.

2.b. Dedu expresiile pentru energia și pentru lungimea de undă a fotonului după a doua împrăștiere, ca funcție de lungimea de undă a fotonului înainte de ciocnire λ_0 , de unghiul de împrăștiere θ și de mărimea $\Lambda = h/(m_0 \cdot c)$.

2.c. Determină expresiile pentru energia cinetică ($T_2 = E_{2e} - E_{0e}$) și pentru impulsul electronului p_{2e} după a doua ciocnire, ca funcții de lungimea de undă a fotonului după ciocnire λ_f , de masa sa de repaus m_0 , de c și de h .

Sarcina de lucru nr. 3 - O descriere cantitativă a proceselor

Folosind valorile constantelor fizice specificate în enunț precum și valorile numerice ale lungimii de undă λ_f și a unghiului θ , determină expresiile și valorile numerice pentru:

3.a. Lungimea de undă de Broglie a electronului inițial.

3.b. Energia și frecvența fotonului inițial.

3.c. Viteza celui de al doilea electron după ciocnire.

3.d. Variația lungimii de undă a fotonului după fiecare dintre ciocniri.

© *Subiect propus de:*

Prof. Dr. Delia DAVIDESCU

Conf. univ. dr. Adrian DAFINEI

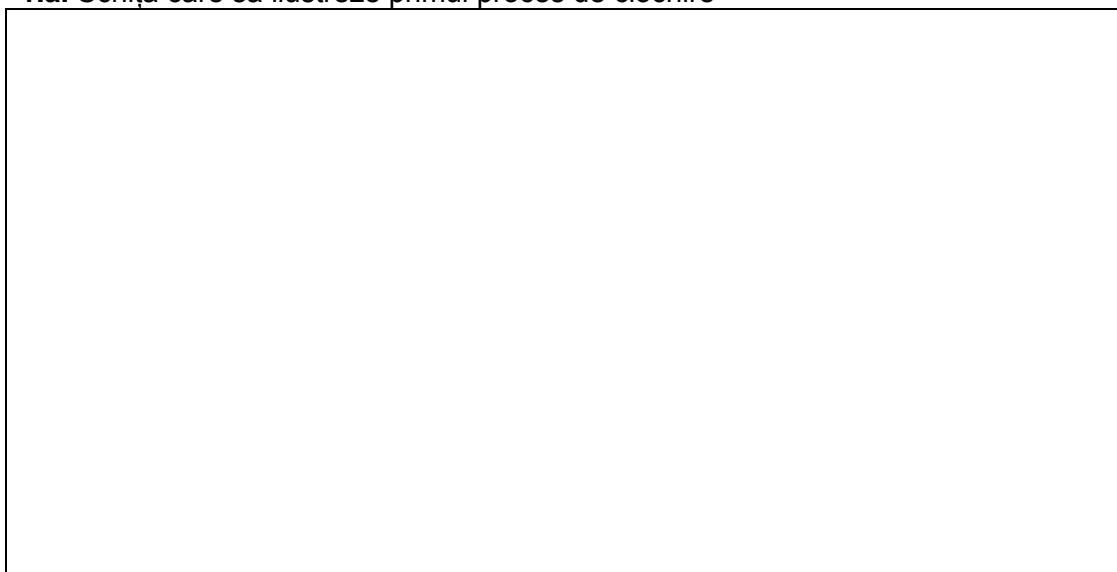
FOAIE DE RĂSPUNSURI

Problema teoretică nr. 2

Împrăștiere Compton

Sarcina de lucru nr. 1 - Prima ciocnire

1.a. Schiță care să illustreze primul proces de ciocnire



0,50p

1.b. Expresiile pentru energia și pentru impulsul electronului implicat în prima ciocnire



0,80p

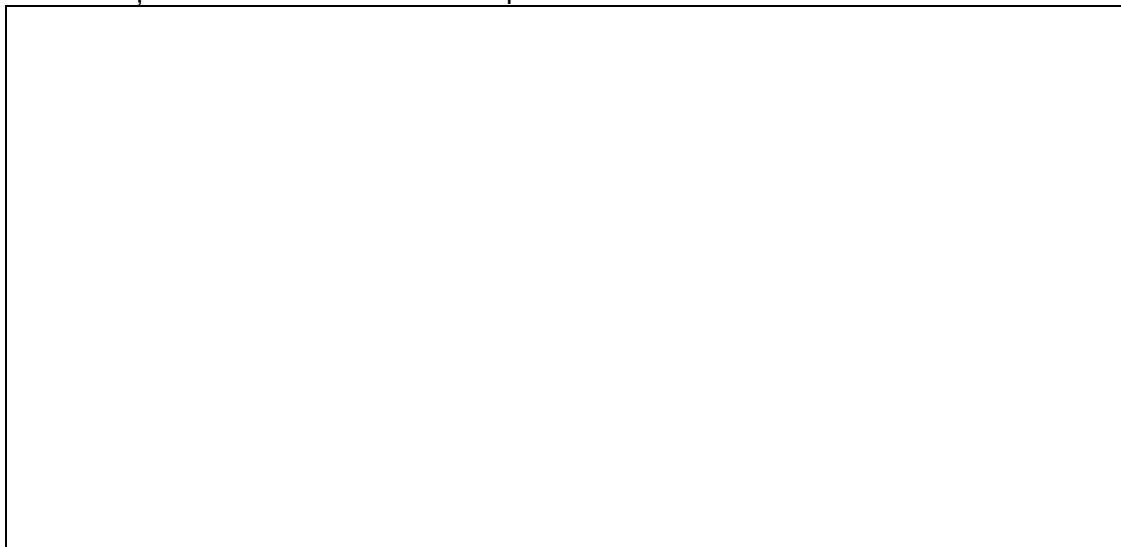
1.c. Expresiile pentru energia și pentru lungimea de undă a fotonului, după prima împrăștiere



1,20p

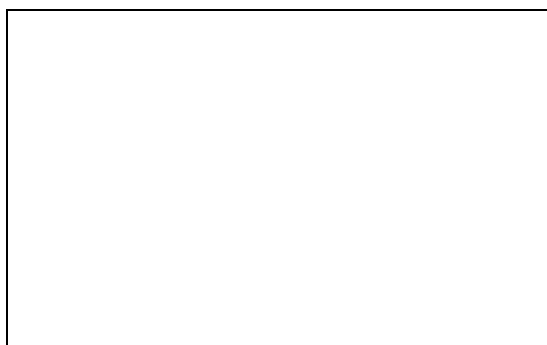
Sarcina de lucru nr. 2 - A doua ciocnire

2.a. Schiță care să ilustreze al doilea proces de ciocnire



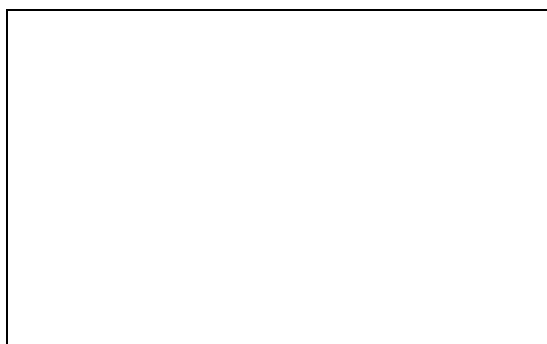
0,50p

2.b. Expresiile pentru energia și pentru lungimea de undă a fotonului, după a doua împrăștiere



1,20p

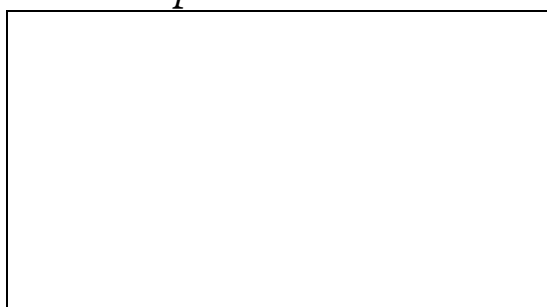
2.c. Expresiile pentru energia cinetică și pentru impulsului electronului, după a doua ciocnire



0,80p

Sarcina de lucru nr. 3 - O descriere cantitativă a proceselor

3.a. Expresia pentru lungimea de undă de Broglie a electronului inițial



1,00p

Valoarea numerică pentru lungimea de undă de Broglie a electronului inițial

1,00p

3.b. Expresiile pentru energia și pentru frecvența fotonului inițial

0,50p

Valoarea energiei și valoarea frecvenței fotonului inițial

0,50p

3.c. Expresia pentru viteza celui de al doilea electron după ciocnire

0,50p

Valoarea vitezei celui de al doilea electron după ciocnire

0,50p

3.d. Expresia pentru variația lungimii de undă a fotonului, după fiecare dintre ciocniri

0,50p

Valoarea variației lungimii de undă a fotonului, după fiecare dintre ciocniri

0,50p