

Kvantmehaanika ja spektroskoopia

Ott-Matis Aun 232723YAFB

February 16, 2025

1 4. Kas võimalik näidata, et mistahes keha kiirgamisvõime on väiksem kui absoluutselt musta keha kiirgamisvõime (temperatuurid on samad)?

Absoluutne must keha on teoreetiline keha, mis neelab kõik sellesse tuleva elektromagnet radiatsiooni. Parim neelaja on ka parim kiirgaja. Mida kirjeldab ka selle üks põhiomadusi termilisel tasakaalu olekus, on ideaalne kiirgaja ehk kiirgab igast leinepikkusega kiirgust rohkem kui samal temperatuuril olev keha. Stefan-Boltzmanni seadus järgi absoluutse musta keha kiirgavus võimsus pindalaühiku kohta on:

$$R_T = \sigma T^4$$

kus σ - Stefan-Boltzmanni konstant, T - temperatuur

Kiirgamisvõimet kirjeldab Planck'i seadus:

$$\epsilon(\omega, T) = \frac{\omega^2}{4\pi^2 c^2} \frac{\hbar \omega}{e^{\frac{\hbar \omega}{kT}} - 1}$$

Siin: T - temperatuur, c - valguskiirus, $\hbar$ - Planck'i konstant, k - Boltzmanni konstant, ω - lainesagedus.

Ja reaalse keha kiirgavust kirjeldab: $R_T \cdot \epsilon(T)$. Kuna reaalset kehal on $0 < \epsilon(T) < 1$, siis sellest tulenevalt on reaalse keha kiirgavus igal juhul väiksem kui absoluutsel mustal kehal.

See ei ole kiirgamisvõime.

Mõnikord kiirgamisvõime ja epsilon on võrdsed, kuid see on erinevad parameetrid.

2 29. Kirjutage energia jäävuse seaduse Comptoni efekti jaoks. Andke selgitusi.

30

Camptoni efekt avastati 1922, kui A.H.Campton kiirgas röntgenkiiri vabade elektronid vastu. Mõõtes avastas et peale põrget oli kiire lainepikku pikem kui algne röntgenkiir.

Energia jäävuse seaduse järgi peab olema enne ja pärast põrget oleva kogu süsteemi energia võrdne ehk: $E_\gamma + E_e = E'_\gamma + E'_e$. Kuna on vabad osakesed vaatab ainult kineetilist enegriat.

Footoni kineetiline energia on $E_\gamma = m \cdot c^2 = \hbar \cdot \omega$

Elektroni kineetiline energia on $E_e = m_0 \cdot c^2 \cdot \gamma, \gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$

Footoni impulss on $\vec{p} = m \cdot \vec{c}; p = \frac{\hbar \cdot \omega}{c}$

Elektroni impulss on $\vec{p}_e = m \cdot \vec{v} \cdot \gamma$

Energia jäävusest peavad olema $\vec{p} = \vec{p}' + \vec{p}_e$ ja $\hbar \cdot \omega + m_0 \cdot c^2 = \hbar \cdot \omega' + m \cdot c^2$

Nende kahe võrrandiga töödeldes saab

$$(1 - \cos \varphi) \cdot \frac{\hbar}{m_0 \cdot c^2} = \frac{1}{\omega'} - \frac{1}{\omega}$$

Kus φ on $\vec{p}$ ja $\vec{p}'$ vaheline nurk. Tehes see ümber

$$\Delta \lambda = \lambda_0 \cdot (1 - \cos \varphi); \lambda_0 = \frac{h}{m_0 \cdot c}$$

Kus $\lambda_0 = 2.43 \cdot 10^{-12}$ m ja seda nimetatakse Camptoni lainepikkuseks. Kuna see muutus on nii väike on selle mõju märgatav ainult väikeste lainepikkustega lainetel.

Ka joonis ei teeks siin paha.

3 41. Rutherfordi katse kirjeldus ja miks see ei kinnita Thompsoni mudelit?

Thompsoni aatom mudel on sarnane rosina kukklile, kus kukkli osa on positiivse laenguga osa aatomist ning rosinad on negatiivsete laengutega osakesed.

Rutherfordi katse oli kus õhukse kuld kile vastu pommitati positiivselt laetud α -osakesi. Läbi lastud osakesed püüti kinni selle kile ümbruses ja jälgiti nende hajumist. Nagu oodatud olid kilest läbinud osakesed veidi hajunud, suurem osa osakesi olid otse läbi tulnud ja mõned veidi hajunud. See mis katses ülatusena tuli, oli see et osad α -osakesed olid suurelt hajunud või hoopis tagasi pörganud.

Thompsoni mudel ei suuda kirjeldada sellist hajumist, kuna selle järgi on positiivse laenguga osa ühtlaelt jaotunud aatomis ning sellest peaks läbivad α -osakesed natuke hajuma.

Kuna oodatud suur osa α -osakesed läksid sirgelt läbi kile viitas see aatomite vahelisele „tühjale” kohale. α -osakeste suur hajumine ja tagasi pörkamine viitasid sellele, et läbivad α -osakesed läksid millegi tugeva ja konsentreeritu vastu.

Nendest omaduste põhjal konstrueeriti uus aatomi mudel, kus aatomi keskel on positiivselt laetud tuum ja selle ümber elektronid.