

Kontrollküsimused

Karl Kukk

15. veebruar 2025. a.

33

1 Küsimus 2

Algandmed:

$$\begin{aligned}m &= 50 \text{ kg} \\v &= 1 \text{ m/s} \\ \Delta_v &= 10^{-5} \text{ m/s}\end{aligned}$$

$$\hbar = \frac{h}{2\pi}, \text{ kus } h \text{ on Planki konstant.}$$

$$h = 6.62607015 \times 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$$

Heisenbergi printsiipi kasutades saame hinnata keha kvantomaduste olulisust.

$$\Delta_x \Delta_p \geq \frac{\hbar}{2}$$

Δ_x on keha koordinaadi määramatus.

Δ_p on impulsi määramatus.

Impulsi määramatus on arvutatav kujul:

$$\Delta_p = \Delta_v \times m$$

$$\Delta_p = 10^{-5} \times 50 \text{ kg}\cdot\text{m/s} = 5 \times 10^{-4} \text{ kg}\cdot\text{m/s}$$

Keha kvantomaduste paljastamiseks peaks seda keha mõõtma täpsusega

$$\Delta_x \geq \frac{\hbar}{2 \times \Delta_p} = \frac{\frac{6.62607015 \times 10^{-34}}{2\pi}}{2 \times 5 \times 10^{-4}} = 1.05457 \times 10^{-31}$$

Kus on ühikud?

Kuna see on oluliselt väiksem aatomituumast, siis saame väita, et selline keha on klassikaline objekt.

2 Küsimus 33

33

$$\lambda = 400 \times 10^{-9} \text{ m}$$

Footoni kiirus on ülesandes määratud kui:

$$v = 250000 \text{ km/s}$$

Footon peab aga liikuma valguskiirusel:

$$c = 299792458 \text{ m/s}$$

Ja seega arvutused oleks järgnevad:

$$E = \frac{hc}{\lambda} = \frac{6.62607015 \times 10^{-34} \times 299792458}{400 \times 10^{-9}} = 4.9661 \times 10^{-19} \text{ J}$$

$$p = \frac{h}{\lambda} = \frac{6.62607015 \times 10^{-34}}{400 \times 10^{-9}} = 1.6565 \times 10^{-27} \text{ kg}\cdot\text{m/s}$$

Kui tõesti võtta valguskiirus antud kiirusega võrdseks, siis oleks energia arvutus järgnev:

$$E = \frac{hc}{\lambda} = \frac{6.62607015 \times 10^{-34} \times 250000000}{400 \times 10^{-9}} = 4.1413 \times 10^{-19} \text{ J}$$

Selline situatsioon ei ole aga vaakumis võimalik ja eeldaks, et footonil on mass ning sellisel juhul, kui antud osakesel oleks mass, peaks kasutama valemit kujul:

$$E^2 = p^2 c^2 + m^2 c^4$$

3 Küsimus 45

33

Aatom emiteerib footoni, kui elektron liigub kõrgema energia tasemega positsioonilt madalama energia tasemega positsioonile. Need energiatasemed on väga täpselt määratud, seega üle jääv energia on liikudes ühelt tasemelt teisele alati sama. Ja lähtudes valemist:

$$E = \frac{hc}{\lambda}$$

Näeme, et kui E on kindlalt määratud, siis ainus muutuja on lainepikkus λ ja kuna E on kindlalt ja väga täpselt määratud, siis peab ka λ olema kindlalt ja täpselt määratud ning tekivadki väga kitsad spektrijooned.