

Examen AN III - Januari 2018

Vraag 1 (op 6 punten)

Beschouw een elektron met energie E dat een potentiaalstap tegenkomt met hoogte U_0 , m.a.w. $U = 0$ als $x < 0$ en $U = U_0$ als $x > 0$.

- (a) Is de energie van dit systeem gekwantiseerd? Waarom (niet)?
- (b) Bespreek dit kwantummechanisch systeem in detail. (Hint: Laat zien hoe je dit systeem moet oplossen, bespreek de oplossingen voor de situaties $E < U_0$ en $E > U_0$, schets de golffunctie op een figuur.)
- (c) Bepaal voor de situatie $E < U_0$ een uitdrukking voor de ‘indringdiepte’ (bv. de afstand waar de waarschijnlijkheidsdichtheid met factor $\frac{1}{e}$ is verminderd).

Vraag 2 (op 6 punten)

- (a) Vergelijk elektronen gebonden in een atoom met nucleonen gebonden in een kern.
- (b) Welke grootte-orde van energie associeer je met de volgende fysische processen of concepten? (bv. meV, eV, keV, MeV,...)
 - (1) Kamertemperatuur
 - (2) Bindingsenergie per nucleon in een atoomkern
 - (3) De Balmerreeks met $n = 3, 4, 5, \dots$
 - (4) X-stralen
 - (5) De energiekloof in een typische halfgeleider
 - (6) Vibratie-overgangen in diatomische moleculen
 - (7) Rotatie-overgangen in diatomische moleculen
 - (8) Gammastralen

Vraag 3 (op 4 punten)

Een K_s^0 deeltje, in rust ten opzichte van het laboratoriumsysteem, vervalst in een π^+ deeltje en een π^- deeltje.

(a) Hoe groot is de snelheid van elk pion in het laboratoriumsysteem?

Het π^- deeltje vervalst daarna volgens $\pi^- \rightarrow \mu^- + \bar{\nu}_\mu$.

(b) Controleer dat de reactie effectief kan doorgaan.

(c) De halfwaardetijd is $1,804 \cdot 10^{-8}$ s ten opzichte van een referentiestelsel waar het π^- deeltje in rust is. Welke fractie van het aantal π^- deeltjes dat oorspronkelijk gecreëerd wordt zal een detector bereiken die 10 m verwijderd is van de plaats waar het deeltje is ontstaan?

Vraag 4 (op 2 punten)

De fractionele golflengteverschuiving van een Comptonverstrooide stralenbundel bedraagt 0,03%. Bepaal de energie van het invallend foton indien het verstrooid wordt over een hoek van 53° .

Vraag 5 (op 2 punten)

Een hypothetische diatomische molecule heeft bindingslengte 0,8860 nm. Wanneer het molecule een rotatie-overgang maakt van $l = 2$ naar het volgende lager gelegen energieniveau komt er een foton vrij met golflengte $1403 \mu\text{m}$. Bij een vibratie-overgang naar een lagere energietoestand komt een foton vrij met golflengte $4,844 \mu\text{m}$. Bepaal de veerconstante k .