

Algemene Natuurkunde III

1 februari 2023

1. (a) In welke overgang van waterstof wordt $\lambda = 486,1$ nm geroduceerd? Tot welke serie behoort deze lijn? (Tip: $E_1 = -13,6$ eV) **(0,75p)**

- (b) Een thermisch neutron heeft een snelheid v bij temperatuur $T = 300$ K en kinetische energie

$$\frac{m_n v^2}{2} = \frac{3}{2} kT.$$

Zou een bundel van deze neutronen gebruikt kunnen worden om de kristalstructuur van materialen te bestuderen? Leg uit. **(1p)**

- (c) De figuur toont golffunctie van een deeltje als harmonische oscillator. Hierin merk je een variatie in golflengte die groter wordt van binnenkant naar buiten toe. Leg uit waarom de golflengte op deze manier varieert. **(0,5p)**

- (d) Wat is de minimale spanning die nodig is in een röntgenbuis om de K_α -lijn van Ag te produceren? Waarom? **(0,5p)**

- (e) Atoommassa's worden vaak met een nauwkeurigheid van 10^{-6} u gegeven. Een bepaald atoom is erg onstabiel met levensduur van 10^{-20} s. Heeft dit een groot of verwaarloosbaar effect op ons vermogen om de massa van het atoom te bepalen tot de gewenste nauwkeurigheid? Leg uit. **(0,75p)**

- (f) Bij welke energie wordt het Compton effect waargenomen?

- (g) *Potentiaalput met $U = \infty$ op $x = 0$ en eindige wand van hoogte U_0 op $x = l$ (figuur gegeven).* Schets golffuncties van laagste drie toestanden als je weet dat voor deze toestanden $E < U_0$. Geef de analytische vorm van de golffunctie in de grondtoestand in de drie gebieden ($x < 0, 0 < x < l, x > l$) en pas de randvoorwaarden toe. **(1,5p)**

Bepaal voor $E < U_0$ een uitdrukking voor de indringdiepte, de tyische afstand waarover het elektron de potentiaalwand bij $x = l$ kan binnendringen (de afstand waar de waarschijnlijkheid met een factor $1/e$ verminderd is). **(0,5)**

2. Topquarks zijn exotische deeltjes met een massa van $175 \text{ GeV}/c^2$. Stel dat deze topquarks worden geproduceerd in een versneller met totale energie van 245 GeV . De halfwaardetijd van de topquarks is $7 \cdot 10^{-26}$ s (eigentijd).

- (a) Wat is de snelheid van de topquarks in het labo referentiestelsel (versneller)?
(b) Topquarks vervallen in versneller. Na welke afstand in het labo referentiestelsel zijn de helft van de topquarks vervallen? **(2p)**

3. X-stralen met energie $E = 300$ keV ondergaan een Compton-effect. De verstrooide stralen worden gedetecteerd op 37° t.o.v. invallende stralen.
 - (a) Bereken de Comptonverschuiving onder deze hoek.
 - (b) Bereken de energie van verstrooide stralen.
 - (c) Bereken de kinetische energie van de elektronen.

4. (a) Beschrijf de productie van Helium in sterren op basis van onderstaande twee tekeningen. Leg het verschil uit. **(1,25p)**
 - (b) Het tweede proces heeft ^{12}C nodig. Hoe wordt deze geproduceerd en waarom lukt dit alleen via zulk proces? **(0,75p)**
 - (c) Waarom worden niet alle elementen via fusie geproduceerd? **(0,75p)**
 - (d) Het r -proces volgt een sequentie van neutronvangst en β -verval. Welk beta-verval? Beschrijf het type verval. **(1p)**
 - (e) Leg uit hoe het r -proces op aarde gezien kan worden. Beschrijf het werkingsproces van de detector.
 - (f) Geef de grootte-orde van kamertemperatuur, vibratie-overgangen van diatomische moleculen, bandafstand van een halfgeleider, Q -waarde van β -verval en verklaar deze grootteordes.

5. Schat bindingssterkte (effectieve veerconstante) en bindingsafstand van HCl-molecule. De massa van H is 1 u en van HCl is 35 u. *Figuur met energieën van vibratie-overgangen is gegeven.* **(2p)**

6. *Er zijn drie kernreacties gegeven.* Welke zijn mogelijk? Geef welke wetten er worden geschonden. **(2p)**