

- 21 Tussen de verschillende energieniveaus van een elektron in het waterstofatoom zijn overgangen mogelijk. In BINAS tabel 21A zijn er daarvan een aantal gegeven. Als het elektron terugvalt, worden fotonen uitgezonden. De lymanreeks bestaat uit de overgangen van aangeslagen toestanden naar de grondtoestand.
- a Laat zien dat bij die overgangen ultravioletstraling wordt uitgezonden.
In BINAS tabel 20A staat het lijnenspectrum van waterstof. Al deze lijnen behoren tot de balmerreeks, waarbij het elektron terugvalt naar de eerste aangeslagen toestand. De zeven lijnen die zijn afgebeeld, horen bij overgangen van de beginwaarde voor $n = 3$ tot $n = 9$ naar $n = 2$.
- b Controleer dat de overgang van $n = 10$ naar $n = 2$ geen lijn oplevert die in BINAS tabel 20 hoort.
- c Leg uit dat een waterstofatoom door overgangen geen röntgenstraling kan uitzenden, maar wel röntgenstraling kan absorberen.

Deuterium is een isotoop van waterstof met een extra neutron. De ruimte voor de kerndeeltjes in de kern van deuterium is veel kleiner dan de ruimte van het elektron in het deuteriumatoom.

- d Leg uit of de energie van de grondtoestand van een kerndeeltje van deuterium meer of minder negatief is dan die van het elektron van het deuteriumatoom.

Opgave 21

- a Dat ultravioletstraling wordt uitgezonden volgt uit de energie van een foton in de lymanreeks en BINAS tabel 19A.
De minimale waarde en de maximale waarde leid je af in BINAS tabel 21A.
Volgens BINAS tabel 21A zijn de uiterste waarden 10,2 eV en 13,6 eV.
Volgens BINAS tabel 19A behoren deze fotonenergieën tot uv-straling.
- b Dat de overgang $n = 10$ naar $n = 2$ geen lijn oplevert in BINAS tabel 20 leid je af met de fotonenergie voor deze overgang.
De fotonenergie bereken je met de formule voor de energie van het waterstofatoom.

$$E_n = -\frac{13,6}{n^2}$$

$$\text{Voor overgangen van niveau } n = 10 \text{ naar } n = 2 \text{ geldt dus } \Delta E = -\frac{13,6}{10^2} - \left(-\frac{13,6}{2^2}\right).$$

$$\Delta E = 3,264 \text{ eV}$$

Volgens BINAS tabel 19A valt deze lijn (net) buiten het zichtbare spectrum.

BINAS tabel 20 laat lijnen zien in het zichtbare gebied. Dus de lijn die hoort bij de overgang van $n = 10$ naar $n = 2$ kun je niet zien in een spectrum van tabel 20.

- c Het maximale energieverschil dat realiseerbaar is bij overgangen binnen het waterstofatoom is 13,6 eV. Deze energie hoort bij fotonen van ultraviolette straling.
Het waterstofatoom kan dus geen röntgenstraling uitzenden.
Als het waterstofatoom een röntgenfoton absorbeert, ontvangt het elektron meer dan 13,6 eV aan energie. Het waterstofatoom raakt daardoor geïoniseerd. Het elektron is dan niet meer gebonden aan het waterstofatoom. De overblijvende energie wordt omgezet in kinetische energie van het vrije elektron.

- d Of de energie meer of minder negatief is beredeneer je met de formule voor de kinetische energie.

De snelheid beredeneer je met de formule voor de de Broglie golf lengte.

De de Broglie golf lengte beredeneer je met de voorwaarden voor een staande golf tussen twee vaste uiteinden.

$$L = n \cdot \frac{1}{2} \lambda$$

De ruimte waarin een kerndeeltje van deuterium kan bewegen is veel kleiner dan de ruimte waarin het elektron beweegt. Als L veel kleiner is, dan is bij dezelfde waarde van n de de Broglie golf lengte voor een kerndeeltje veel kleiner dan die van het elektron.

$$\lambda = \frac{h}{m \cdot v}$$

Is λ veel kleiner en heeft h dezelfde waarde, dan is het product $m \cdot v$ veel groter.

Daardoor is de kinetische energie van het kerndeeltje groter dan die van het elektron.

De energie van de grondtoestand van het kerndeeltje is dus groter dan die van het elektron.