

- 27 Een molecuul in een kleurstof wordt beschreven door het model van een deeltje in een ééndimensionale energieput. De energieniveaus worden gegeven door $E_n = n^2 \cdot E_1$, met het laagste energieniveau van $E_1 = 0,25 \text{ eV}$. In de energieput zitten acht elektronen. Bij niet al te hoge temperatuur zitten die allemaal in de laagst mogelijke energieniveaus.
- a Bereken de lengte van de energieput.
Je bestraalt de kleurstof met wit licht.
- b Voer de volgende opdrachten uit:
- Bereken de energie van de eerste vijf niveaus.
 - Leg uit dat deze kleurstof de kleur groen heeft.
- Als je de kleurstof bestraalt met uv-fotonen van $4,0 \text{ eV}$, zie je een kleur.
- c Leg uit dat de kleurstof dan de mengkleur van rood en groen heeft.

Opgave 27

- a De lengte bereken je met de formule voor de energie van deeltje in een eendimensionale energieput.

$$E_n = n^2 \cdot \frac{h^2}{8m \cdot L^2}$$

$$E_1 = 0,25 \text{ eV} = 0,25 \times 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

$$n = 1$$

$$h = 6,6260 \cdot 10^{-34} \text{ J s} \quad (\text{zie BINAS tabel 7A})$$

$$m = 9,1093 \cdot 10^{-31} \text{ kg} \quad (\text{zie BINAS tabel 7B})$$

$$\text{Invullen levert: } 4,005 \cdot 10^{-20} = 1^2 \cdot \frac{(6,6260 \cdot 10^{-34})^2}{8 \times 9,1093 \cdot 10^{-31} \cdot L^2}$$

$$L = 1,226 \cdot 10^{-9} \text{ m}$$

$$\text{Afgerond: } L = 1,2 \cdot 10^{-9} \text{ m.}$$

- b De energie van een niveau bereken je met $E_n = n^2 \cdot E_1$ met $E_1 = 0,25 \text{ eV}$.
 $E_1 = 0,25 \text{ eV} \quad E_2 = 1,00 \text{ eV} \quad E_3 = 2,25 \text{ eV} \quad E_4 = 4,00 \text{ eV} \quad E_5 = 6,25 \text{ eV}$

De kleur die het molecuul uitzendt wordt bepaald door de overgangen tussen vrije energieniveaus. Met 8 elektronen vul je de eerste 4 energieniveaus: één keer spin omhoog en één keer spin omlaag per niveau. Het laagste niet gevulde niveau is dan E_5 . De kleinste energiesprong die mogelijk is, is als een elektron van E_4 naar E_5 springt. Hierbij wordt een foton van $6,25 - 4,00 = 2,25 \text{ eV}$ eerst geabsorbeerd, en daarna weer uitgezonden. In BINAS tabel 19A zie je dat het molecuul dus groen licht uitzendt. Voor de overgang van $n = 4$ naar $n = 6$ is $(6^2 - 4^2) \times 0,25 = 5,0 \text{ eV}$ nodig; voor overgangen naar $n = 5$ van lager liggende niveaus komt minsten $4,0 \text{ eV}$ vrij. Dit hoort allemaal niet bij zichtbaar licht. Het groene licht is het enige zichtbare licht dat wordt uitgezonden.

- c Dit systeem kan alleen fotonen opnemen van $4,0 \text{ eV}$ bij een overgang van $n = 3$ naar $n = 5$.

Springt er een elektron van $n = 3$ naar $n = 5$, dan kan een elektron van $n = 4$ naar $n = 3$ springen onder uitzending van een foton met een energie van $1,75 \text{ eV}$, dat is rood licht volgens BINAS tabel 19A. Daarna kan het elektron van $n = 5$ naar $n = 4$ overgaan onder uitzending van een foton van $2,25 \text{ eV}$, en dat is groen licht.