

## Kleurstoflaser

### 11 maximumscore 2

voorbeeld van een antwoord:

(Alle fotonen in de laserruimte zijn identiek en de individuele golven hebben dus (gereduceerd) faseverschil nul.) Door constructieve interferentie worden de amplitudes bij elkaar opgeteld en wordt de totale amplitude en dus de laserintensiteit groot. Dit is niet zo bij een gewone lichtbron, omdat er zonder een vast faseverschil geen constructieve interferentie optreedt.

- inzicht dat de lichtgolven in figuur 2b in fase zijn 1
- inzicht dat bij een laser wel en bij een gewone lichtbron geen constructieve interferentie optreedt 1

*Opmerkingen*

- *Als de kandidaat (gedeeltelijke) destructieve interferentie bij een gewone lichtbron noemt: goed rekenen.*
- *Het begrip constructieve interferentie hoeft niet genoemd te worden.*

### 12 maximumscore 2

voorbeeld van een antwoord:

Er geldt:  $\Delta E = \frac{hc}{\lambda}$ . Bij emissie is  $\Delta E$  door het (stralingsloze) energieverlies

kleiner geworden ten opzichte van  $\Delta E$  bij absorptie.

Dat betekent dat  $\lambda$  groter is geworden.

(Dat wil zeggen dat de piek meer naar het rechts verschoven is.)

- inzicht dat  $\Delta E$  bij emissie kleiner is dan bij absorptie 1
- inzicht dat  $\Delta E$  omgekeerd evenredig is met  $\lambda$  1

Vraag	Antwoord	Scores
-------	----------	--------

**13 maximumscore 4**

voorbeeld van een antwoord:

De grondtoestand heeft 22 elektronen. De hoogste  $n$ -waarde is dus:

$$n = \frac{22}{2} = 11. \text{ De laagste onbezette toestand wordt daarmee } n = 12.$$

Dus geldt:  $\Delta E = E_{12} - E_{11}$ .

Voor de energie van een toestand geldt:  $E_n = \frac{n^2 h^2}{8mL^2}$ .

$$\text{Invullen levert: } \Delta E = E_{12} - E_{11} = \frac{(12^2 - 11^2) h^2}{8mL^2}.$$

$$\text{Er geldt: } \Delta E = \frac{hc}{\lambda}.$$

$$\text{Omschrijven levert: } L = \sqrt{\frac{\lambda \cdot (12^2 - 11^2) \cdot h}{8mc}}.$$

- inzicht dat de absorptie de overgang  $n = 11 \rightarrow n = 12$  betreft 1
- gebruik van  $E_n = \frac{n^2 h^2}{8mL^2}$  1
- inzicht dat  $\Delta E = \frac{hc}{\lambda}$  1
- completeren van de afleiding 1

**14 maximumscore 3**

voorbeeld van een antwoord:

Aflezen voor de linkerpiek in figuur 3b levert:  $\lambda = 5,6 \cdot 10^{-7}$  m (met een marge van  $0,2 \cdot 10^{-7}$  m).

$$\text{Invullen levert: } L = \sqrt{\frac{5,6 \cdot 10^{-7} \cdot 23 \cdot 6,63 \cdot 10^{-34}}{8 \cdot 9,11 \cdot 10^{-31} \cdot 3,00 \cdot 10^8}} = 2,0 \cdot 10^{-9} \text{ m} = 2,0 \text{ nm}.$$

(Dit komt bij benadering overeen met de waarde in figuur 4.)

- inzicht dat  $\lambda = 5,6 \cdot 10^{-7}$  m (met een marge van  $0,2 \cdot 10^{-7}$  m) 1
- gebruik van de formule en opzoeken van  $m$ ,  $c$  en  $h$  1
- completeren van de berekening 1

*Opmerkingen*

- De kandidaat mag de rechterpiek, de linkerpiek of het gemiddelde aflezen.
- In deze vraag significantie uiteraard niet aanrekenen.