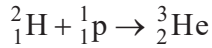


## Deuterium

### 8 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:



- deuterium en proton links van de pijl 1
- He rechts van de pijl, mits verkregen via kloppende atoomnummers 1
- aantal nucleonen links en rechts gelijk 1

### 9 maximumscore 4

voorbeeld van een antwoord:

$$\text{Er geldt: } E_f = \Delta E_n = E_3 - E_2 = \left(-\frac{13,609}{3^2}\right) - \left(-\frac{13,609}{2^2}\right) = 1,89014 \text{ eV}$$

De golflengte is dan gelijk aan:

$$\lambda = \frac{hc}{E_f} = \frac{6,62607 \cdot 10^{-34} \cdot 2,99792 \cdot 10^8}{1,89014 \cdot 1,60218 \cdot 10^{-19}} = 6,55950 \cdot 10^{-7} = 655,95 \text{ nm}$$

- inzicht dat  $E_f = E_3 - E_2$  1
- gebruik van  $E_n = -\frac{13,609}{n^2}$  1
- gebruik van  $E_f = \frac{hc}{\lambda}$  1
- completeren van de berekening 1

### 10 maximumscore 5

uitkomst:  $8,7 \cdot 10^4 \text{ ms}^{-1}$

voorbeeld van een antwoord:

- De waargenomen golflengte is groter. Er is dus sprake van roodverschuiving. De Orionnevel beweegt van ons af.
- De dopplerverschuiving is gelijk aan  $\Delta\lambda = 656,14 - 655,95 = 0,19 \text{ nm}$ .

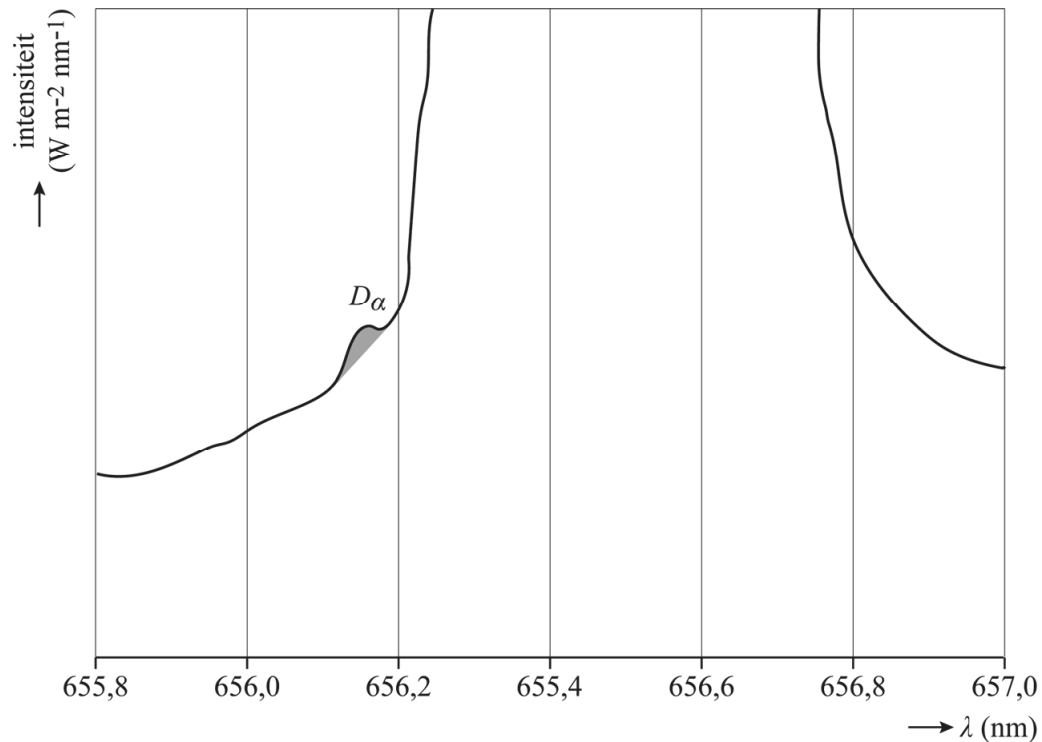
Voor de radiale snelheid geldt dan:

$$v = \frac{\Delta\lambda}{\lambda} \cdot c = \frac{0,19}{655,95} \cdot 3,00 \cdot 10^8 = 8,7 \cdot 10^4 \text{ ms}^{-1}$$

- inzicht dat er sprake is van roodverschuiving 1
- consequente conclusie over de bewegingsrichting 1
- gebruik van  $v = \frac{\Delta\lambda}{\lambda} \cdot c$  1
- completeren van de berekening 1
- significantie 1

## 11 maximumscore 1

Voorbeeld van een antwoord:



## 12 maximumscore 3

uitkomst: 9 miljard jaar

voorbeeld van een antwoord:

Een kleine halveringstijd betekent een snelle afname. Dus bij de ondergrens hoort de afnamefactor 3.

Voor de afname van het aantal deeltjes geldt:  $N(t) = N_0 \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{t_{1/2}}}$ .

Invullen geeft:  $\frac{N_0}{3} = N_0 \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{15}{t_{1/2}}}$ .

Uitwerken geeft:  $t_{1/2} = 9$  miljard jaar.

- inzicht dat de ondergrens voor de halveringstijd overeenkomt met grootste afnamefactor 1
- gebruik van  $N(t) = N_0 \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{t_{1/2}}}$ , met  $N(t) = \frac{N_0}{\text{gekozen factor}}$  1
- completeren van de berekening 1