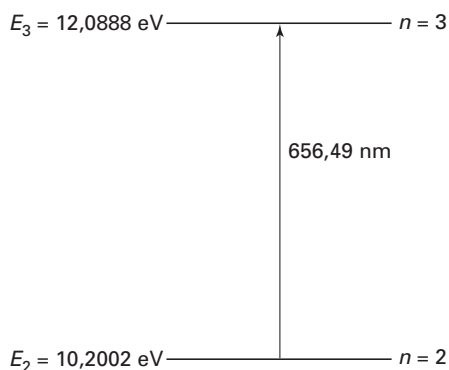


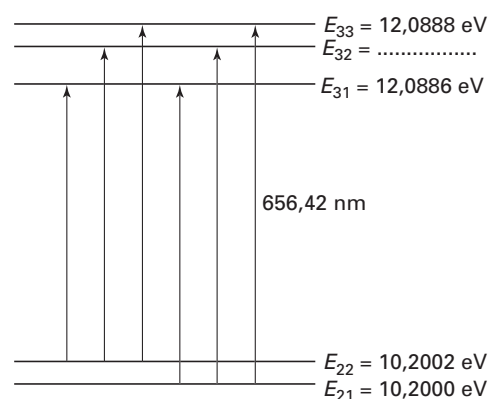
Opgave 4 Natuurconstanten

In tabel 21A van het informatieboek Binas staat het energieniveauschema van het waterstofatoom volgens het atoommodel van Bohr. In figuur 8 is de situatie voor de energieniveaus voor de hoofdkwantumgetallen $n = 2$ en $n = 3$ weergegeven.

figuur 8



figuur 9



Volgens het model van Bohr zou de geabsorbeerde golflengte tussen deze niveaus $656,49 \text{ nm}$ bedragen.

In werkelijkheid zijn de twee getoonde niveaus opgesplitst in een aantal subniveaus. Men spreekt van de ‘fijnstructuur’. Zie figuur 9. Deze figuur is niet op schaal.

Hierbij speelt de zogeheten fijnstructuurconstante α een rol.

Voor α geldt:

$$\alpha = \frac{1}{2\epsilon_0} \cdot \frac{e^2}{hc} = 0,00729735$$

Hierin is:

- ϵ_0 de diëlektrische constante; $\epsilon_0 = 8,85419 \cdot 10^{-12} \text{ CV}^{-1} \text{ m}^{-1}$;
- e het elementair ladingskwantum;
- h de constante van Planck;
- c de lichtsnelheid.

3p **17** Laat met een berekening zien dat de gegeven waarde van α zowel wat betreft getalwaarde als wat betreft significantie in overeenstemming is met de benodigde gegevens uit tabel 7 van het informatieboek Binas.

3p **18** Ga met een eenhedenbeschouwing na of α een eenheid heeft.

Eindexamen natuurkunde 1-2 vwo 2004-II

havovwo.nl

In onderstaande tabel is aangegeven hoe de energiewaarden die bij de subniveaus van figuur 9 horen, afhangen van de fijnstructuurconstante α .

tabel

$E_{21} = E_2 \cdot \left(1 - \frac{5\alpha^2}{16}\right)$	$E_{31} = E_3 \cdot \left(1 - \frac{\alpha^2}{4}\right)$
$E_{22} = E_2 \cdot \left(1 - \frac{\alpha^2}{16}\right)$	$E_{32} = E_3 \cdot \left(1 - \frac{\alpha^2}{6}\right)$
	$E_{33} = E_3 \cdot \left(1 - \frac{\alpha^2}{12}\right)$

2p **19** Bereken de waarde van E_{32} .

De absorptielijn van 656,49 nm uit figuur 8 heeft een zekere lijnbreedte $\Delta\lambda$. Dit komt omdat de lijn feitelijk bestaat uit de 6 absorptielijnen die uit de energieniveaus van figuur 9 volgen. De lijnbreedte $\Delta\lambda$ is het verschil tussen de grootste golflengte en de kleinste golflengte van deze absorptielijnen. De golflengte die hoort bij de absorptielijn van de grootste energie-overgang is 656,42 nm.

4p **20** Bereken de lijnbreedte $\Delta\lambda$.