

Antwoorden en Correctie Normen Spectroscopie

Tentamen 27 maart 2017 - middag sessie

Opdracht 1

a) Lijn 1 $E = \left(\frac{1}{1} - \frac{1}{4}\right) R_H = 82302.8 \text{ cm}^{-1} \times 3 \times 10^{10} \text{ cm/s} = 2.47 \times 10^{15} \text{ Hz}$
Lijn 2 $E = \left(\frac{1}{1} - \frac{1}{9}\right) R_H = 97544 \text{ cm}^{-1} \times 3 \times 10^{10} \text{ cm/s} = 2.93 \times 10^{15} \text{ Hz}$
 $\Rightarrow 2.47 \text{ PHz}$ en 2.93 PHz

→ methode correct ②

→ antwoord correct ① per Lijn

→ omzetting $\text{cm}^{-1} \leftrightarrow \text{Hz}$ correct ① → eenheid ontbreekt ①

b) Paschen series limit: $\frac{1}{9} R_H = 12193 \text{ cm}^{-1} \rightarrow 820 \text{ nm}$
Balmer series limit: $\frac{1}{4} R_H = 27434 \text{ cm}^{-1} \rightarrow 364.5 \text{ nm}$
Lyman series limit $R_H = 109737 \text{ cm}^{-1} \rightarrow 91.1 \text{ nm}$

→ per correct antwoord ① (max ⑤)

→ foute getallen, $\frac{1}{n^2} R_H$ correct ②

c) De kleuren corresponderen met de kleur van de fotonen in dit deel van het (zichtbare) spectrum:

656 nm = rood 486 nm = blauw/groen 434 nm = blauw

→ kleur lijn = kleur fotonen/kleur lijn in spectrum ⑤

→ golf lengtes goed behandeld ②

OPGAVE 2

- a) Met toenemende n neemt de uitgereidheid van het geconjungeerde π -systeem toe $\Rightarrow$ energieverschil tussen π bindende en π^* anti-bindende orbital neemt af $\Rightarrow$ spectrum / absorptie verschuift naar lagere energie / langere golflengte
- $\rightarrow$ uitgereiden geconjungeerd π -systeem ③
 - $\rightarrow \Delta E \pi - \pi^*$ neemt af met n ①
 - $\rightarrow$ lagere $E \Rightarrow$ langere golflengte ①

b) i) Energie van vibraties in de grondtoestand kan niet bepaald worden, daarvoor is een emissiespectrum nodig en hier is alleen een absorptiespectrum gegeven

ii) Afstand tussen lijnen in spectrum op energieschaal correspondeert met energie van vibraties in AT
Op meter groene spectrum: $\lambda_{0,0} = 274 \text{ nm}$ $\lambda_{0,1} = 263 \text{ nm}$
 $\lambda_{0,2} = 253 \text{ nm}$

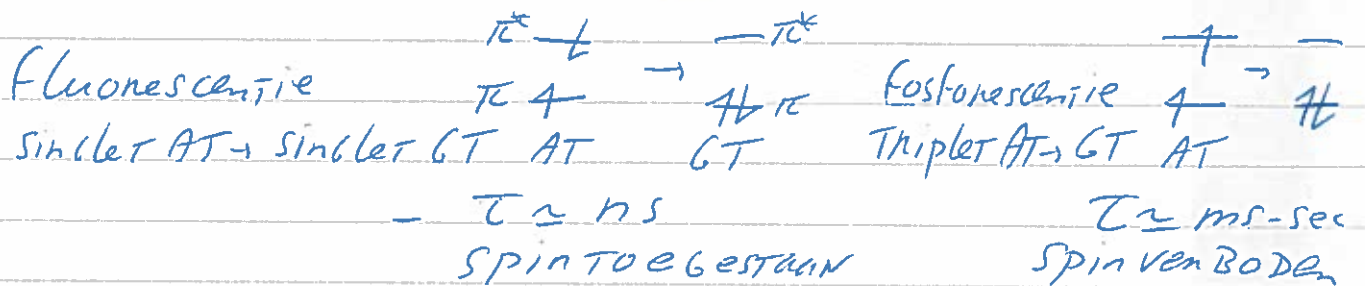
Vibratie energie correspondeert met energieverschillen:

$$\left. \begin{array}{l} \frac{1}{253 \times 10^{-7} \text{ m}} - \frac{1}{263 \times 10^{-7} \text{ m}} = 1500 \text{ cm}^{-1} \\ \frac{1}{263 \times 10^{-7} \text{ m}} - \frac{1}{274 \times 10^{-7} \text{ m}} = 1526 \text{ cm}^{-1} \end{array} \right\} E_{\text{vis}}^{\text{AT}} \approx 1500 \text{ cm}^{-1}$$

- $\rightarrow$ i) $E_{\text{vis}} \text{ GT kan niet bepaald}$ ①, Emissie spec nodig ①
ii) Methode goed ② E_{vis} tussen 1200 en 1800 cm^{-1} ①

vervolg OpGAVE 2

- c) Het molecuul heeft twee aangestlagen toestanden VAN WAARUIT emissie kan plaats vinden: een Triplet AT en een Singlet AT. Na excitatie in de singlet AT vindt gedeeltelijk ISC (intersystem crossing) plaats naar de Triplet AT en er wordt uit beide AT's emissie waargenomen



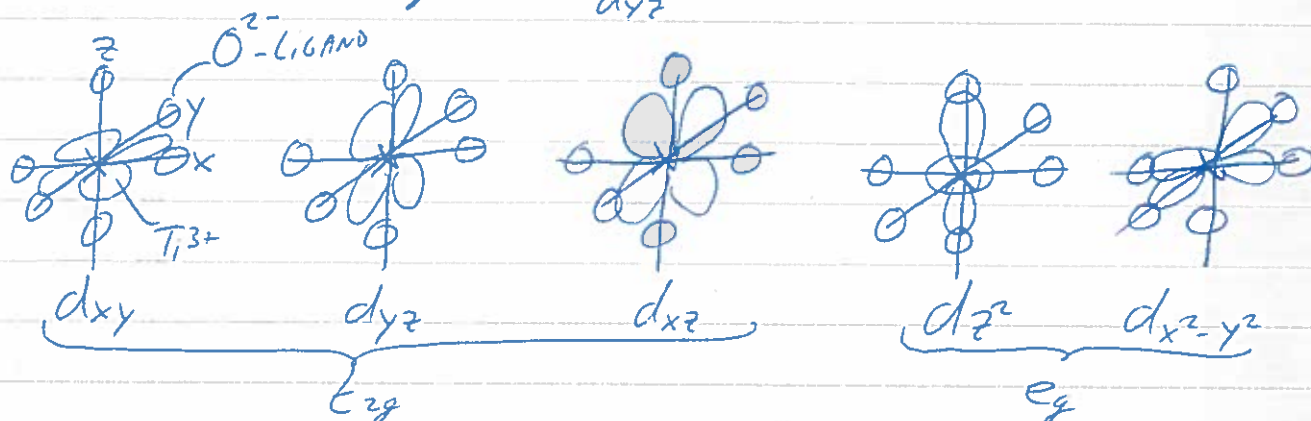
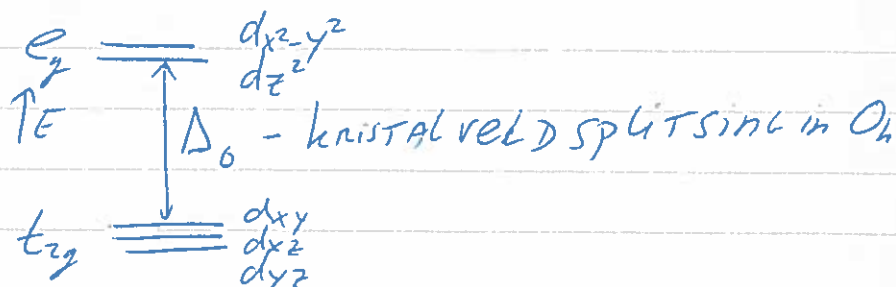
- $\rightarrow$ emissie vanuit Singlet AT & Triplet AT ①
- $\rightarrow$ Intersystem Crossing ① $\rightarrow$ fluorescentie & phosphorescentie ①
- $\rightarrow$ Overgangen goed ① per overgang
- $\rightarrow$ τ (fluor.) ns, τ (phosphor.) ms-sec ① max ⑤

Bonus (Alleen Scheikunde)

Uitgebreiden geconjungeerd π -systeem $\Rightarrow$
Grottere Ladingscheiding / verandering van Elektrisch Dipool (ED) moment mogelijk $\Rightarrow$ Grottere Absorptie sterkte

OpGave 3

a) Opsplitsing



Energieerisch gunstig omdat electronen dichtheid (negatieve lading) tussen de negatieve liganden ligt → gunstige electrostatische interactie → lagen in E
 Ongunstig → electronen dichtheid in richting negatieve liganden → repulsie, hogen in E

- splitsing correct ② Δ_o - kristalveld splitsing ①
- orbitalen correct gerelateerd (incl. liganden) ①
- verschil electrostatische interactie door orientatie d-orbitalen correct ②

max(5)

b) Stokes shift = $\frac{1}{490 \times 10^7 \text{ nm}} - \frac{1}{760 \times 10^7 \text{ nm}} = 7250 \text{ cm}^{-1}$

- idee Stokes shift correct ($E_{\text{max}}^{\text{abs}} - E_{\text{max}}^{\text{em}}$) ②
- 270 nm ① → 55600 → 1600 nm ②
- 7250 cm^{-1} (alles tussen 6000 - 9000 cm^{-1} correct) ③

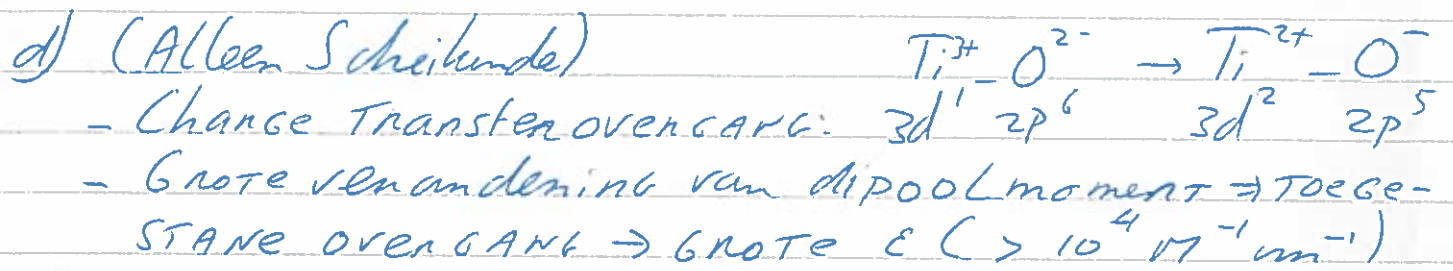
c) zwakke absorptie - relatief lange levensduur vanwege pariteitsverboden karakter - ED moment verandert niet bij d-d overgang.

- pariteitsverboden (geen uitleg) ③
- correcte uitleg ③

max(5)

VERVOLG OP CAVE 3

d) (Alleen Scheikunde)



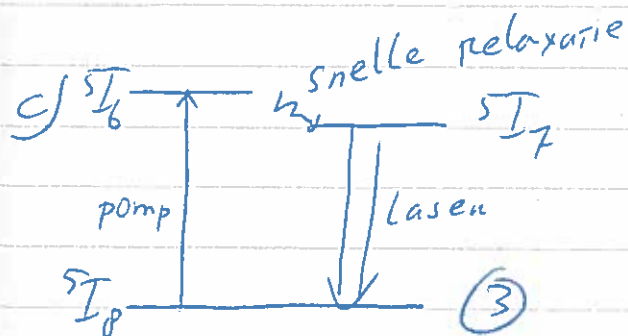
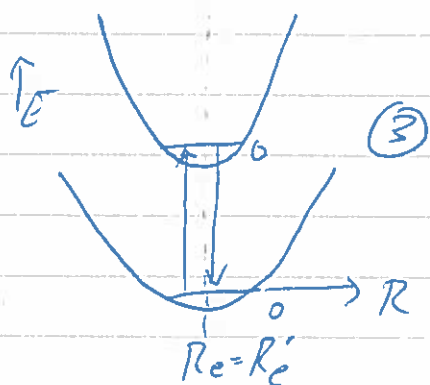
- Charge Transfer overgang: $3d^1 2p^6 \rightarrow 3d^2 2p^5$
- Grote verandering van dipoolmoment $\Rightarrow$ TOEGESTANE OVERGANG $\Rightarrow$ GROTE ϵ ($> 10^4 \text{ M}^{-1} \text{ cm}^{-1}$)

- $\rightarrow$ Charge Transfer (2) Beschrijving overgang correct (2)
- $\rightarrow$ pariteits TOEGESTANE OVERGANG (1) GROTE verandering ϵ moment (1) max (5)

OpGave 4 Alleen Scheikunde

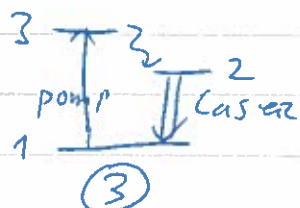
- a) $1840 \text{ nm} = 5435 \text{ cm}^{-1}$ $5I_8 \rightarrow 5I_7 \rightarrow \textcircled{1}$ per goede toekenning
 $1120 \text{ nm} = 8929 \text{ cm}^{-1}$ $5I_8 \rightarrow 5I_6$
 $640 \text{ nm} = 15625 \text{ cm}^{-1}$ $5I_8 \rightarrow 5F_5 \rightarrow \textcircled{2}$ voor juiste conversie $\text{nm} \rightarrow \text{cm}^{-1}$
 $530 \text{ nm} = 18868 \text{ cm}^{-1}$ $5I_8 \rightarrow 5F_2 \rightarrow \text{Alleen een toestand}$ $\text{max} \textcircled{5}$

- b) Overgangen $4f^n \rightarrow 4f^n$ in $4f^n$ binnenschil $\textcircled{2}$, Afgeschermend door $5s^2 85p^6$ $\textcircled{1}$, daardoor geen invloed op Bindingssterkte $\textcircled{1} \Rightarrow R_e = R_e'$ $\textcircled{1}$ in parabolen plaatje $\Rightarrow$ Alleen 0-0 overgang $\textcircled{1}$ $\text{max} \textcircled{5}$



Voor waarden lasenwerking
 $\rightarrow$ populatie inversie ($N_{5I_6}^{AT} > N_{5I_7}^{GT}$) $\textcircled{2}$
 $\rightarrow$ lasenwerking als er netto
 Gain is bij roundtrip in cavity
 (Lawine effect) $\textcircled{1}$

Mo^{3+} : 3-nivolasen



eindnivolasenwerking is GT $\Rightarrow$ 3-nivo $\textcircled{1}$

$\rightarrow$ schema goed $\textcircled{3}$

$\rightarrow$ pop. inv. $\textcircled{2}$, lawine/gain effect $\textcircled{1}$

$\rightarrow$ 3 nivolasen + uitlet $\textcircled{3}$ eindnivolasenwerking is GT $\textcircled{1}$

$\text{max} \textcircled{10}$

Op GAVE 4 vervolg

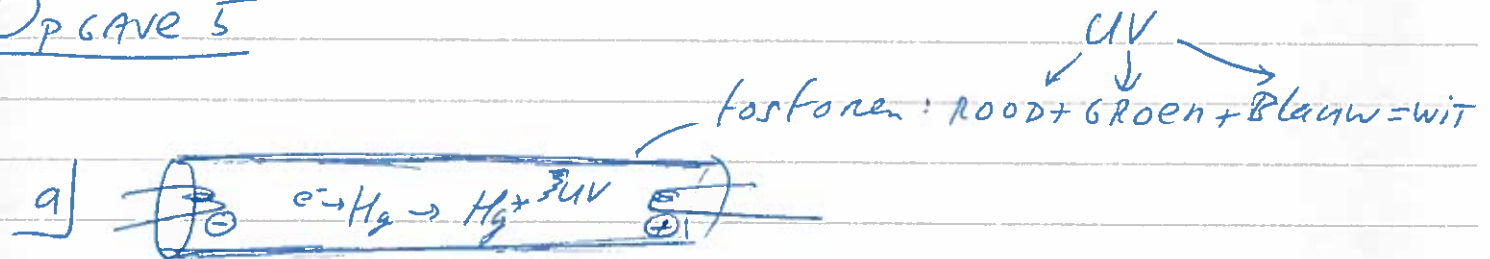
d) $2 \text{ W} \rightarrow 2 \text{ J/s}$ $1900 \text{ nm} \Rightarrow \nu = \frac{3 \times 10^8}{1900 \times 10^{-9}} = 1.58 \times 10^{14} \text{ s}^{-1}$ ①

$E = h\nu = 1.042 \times 10^{-19} \text{ J/photon}$ ②

$\frac{2}{1.042 \times 10^{-19}} = 1.92 \times 10^{19} \text{ fotonen/s}$ ③

→ constante van Planck onjuist, vander Goet - Geer Aftrek

Op GAVE 5



Electronen worden versneld in E-veld en bij botsingen met Hg atomen wordt UV straling ($\lambda \approx 254 \text{ nm}$) opgewekt. Fosforen aan de binnenkant van de buis absorberen UV en zetten het om in Rood - Groen en Blauw Licht → in juiste verhouding: Wit.

→ Fibraal/plaatsje correct ⑤

→ Beschrijving: Hg voor opwekken UV door botsingen met e^- ② Fosforen: Absorptie UV → emissie rood + groen + blauw ② Combinatie → wit ①

b) Voordeel - efficiënt (veel lm/W , $\approx 100 \text{ lm/W}$) ③
- kleurvariatie mogelijk ③
- lange levensduur ($\approx 10000 \text{ h}$)

Nadeel - scherpe lijnen → slechte kleurweergave (vgl. zon: breed/continu) ③

~~max 5~~

max ⑤