

Uitwerkingen Opgaven Fys Chem week 1.

1 a) $E_f = h \cdot f = \frac{hc}{\lambda}$ (Formule van Planck, zie slides)

1 mol = $6,022 \cdot 10^{23}$ deeltjes (= N_A , zelf opzoeken)

1 mW = $1 \frac{\text{mJ}}{\text{s}}$, dus per seconde:

$1 \text{ mJ} = \underbrace{n}_{\text{aantal molen}} \cdot N_A \cdot \frac{hc}{\lambda} \Rightarrow n = \frac{\lambda \cdot 1 \cdot 10^{-3} \text{ J}}{N_A \cdot h \cdot c}$

voor ~~525~~ 400 nm: $\frac{1 \cdot 10^{-3} \text{ J} \cdot 400 \cdot 10^{-9} \text{ m}}{6,626 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s} \cdot 6,022 \cdot 10^{23} \cdot 3,00 \cdot 10^8 \text{ m/s}}$

= $3,34 \cdot 10^{-14} \text{ mol fotonen}$

voor 525 nm

$4,39 \cdot 10^{-14} \text{ mol fotonen}$

voor 650 nm

$5,43 \cdot 10^{-14} \text{ mol fotonen}$

Merk op hoe bij kortere golflengte (= hogere energie) het aantal fotonen in 1 mJ afneemt.

b) 1) Wave-particle duality. Elektronen kunnen dus ook interfereren.

2) $\lambda < 2,3 \text{ \AA}$, anders zit je boven de diffractielimiet

$\lambda < \frac{h}{m \cdot v}$ dus $v > \frac{h}{m_e \lambda}$ (h, m_e zelf opzoeken)

$v > \frac{6,626 \cdot 10^{-34}}{9,11 \cdot 10^{-31} \cdot 2,3 \cdot 10^{-10} \text{ m}} = 3,16 \cdot 10^6 \frac{\text{m}}{\text{s}}$

(Dat is gelijk aan 28,4 eV kinetische energie.)

Elektronen moeten dus geaccelereerd worden over een potentiaalverschil van ten minste 28,4 V om die snelheid te bereiken.)

1 d) Foto-elektrisch effect (zie slides)

$$E_k = h \cdot f - \Phi = \frac{hc}{\lambda} - \Phi$$

Φ is gegeven in eV, dus ik gebruik de Planck's constante in eV: $h = 4,136 \cdot 10^{-15} \text{ eV} \cdot \text{s}$

$$\frac{hc}{\lambda} = \frac{4,136 \cdot 10^{-15} \text{ eV} \cdot \text{s} \cdot 3,00 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{750 \cdot 10^{-9} \text{ m}} = 1,65 \text{ eV}$$

$$E_k = 1,65 \text{ eV} - 4,2 \text{ eV} = 2,55 \text{ eV. Oftewel: niet}$$

niet genoeg energie om het elektron te ioniseren.

$$\text{voor } \lambda = 250 \text{ nm: } \frac{hc}{\lambda} = \frac{4,136 \cdot 10^{-15} \cdot 3,00 \cdot 10^8}{250 \cdot 10^{-9}} \text{ eV} = 4,96 \text{ eV}$$

$$E_k = 4,96 - 4,2 = 0,76 \text{ eV.}$$

$$0,76 \text{ eV} = 1,22 \cdot 10^{-19} \text{ J} = \frac{1}{2} m_e v^2$$

$$v = \sqrt{\frac{2 \cdot 1,22 \cdot 10^{-19}}{9,11 \cdot 10^{-31}}} \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

2 a) (X-ray) foto-elektron spectroscopie. Een gebonden elektron wordt geïoniseerd uit een atoom door absorptie v/h foton. Een detector bepaalt de kinetische energie van het uitgeworpen elektron. Het verschil in energie v/h foton en de kinetische energie v/h elektron is de bindingsenergie v/h elektron.

$$b) hf (= \frac{hc}{\lambda}) = \frac{1}{2} m_e v^2 + I_i \text{ (zie slides)}$$

$$I_i = \frac{hc}{\lambda} - \frac{1}{2} m_e v^2$$

$$\frac{4,136 \cdot 10^{-15} \cdot 3 \cdot 10^8}{150 \cdot 10^{-12}} = 8,27 \text{ keV}$$

$$I_i = 6,97 \text{ keV.}$$

(z.o.z).

2 b) (vervolg)

Bindingsenergie $I_i = 6,97 \text{ keV}$.

Ter vergelijking: de bindingsenergie van het elektron in het waterstof atoom is $13,6 \text{ eV}$. Dit is veel hoger. Dit moet dus een elektron uit één van de binnenste schillen van een zwaarder atoom zijn.

5 $2s \rightarrow 1s$ $\Delta n = 1$, mag
 $\Delta l = 0$, mag niet (zie slides)
verboden

$2p \rightarrow 1s$ $\Delta n = 1$, $\Delta l = \pm 1$ en $\Delta m_l = 1$ (als van p_z of p_y)
toegestaan

$3d \rightarrow 2p$ toegestaan.

$5d \rightarrow 2s$ $\Delta l = -2$: verboden

$5p \rightarrow 2s$ mag.

$6p \rightarrow 4f$ $\Delta l = +2$, verboden.

6 Onjuist. De contourrepresentatie betekent dat het elektron een kans van 90% heeft zich binnen dit contour te begeven.

7 He^+ heeft 1 elektron, waterstofachtig atoom, dus $2s$ en $2p$ dezelfde energie.

He is een multielektron systeem. Door elektron-elektron interacties heeft het $2p$ orbitaal een iets hogere energie dan het $2s$ orbitaal.

8 a) Niet geschonden. Geen enkel energieniveau heeft twee elektronen met dezelfde spin.

b) Nee. ~~Geen enkel energieniveau~~

Er is maar 1 elektron in de L-schil, dus Hund's maximum multiplicity rule is niet geschonden

c) Zelfde energie