

Opgaven week 1 – Fysische Chemie A1 voor Technische Natuurkunde

Opdracht 1 – Wave-Particle Duality

(a) Drie lasers hebben elk een vermogen van 1 mW, en emitteren respectievelijk een bundel met golflengtes van $\lambda = 400$ nm, $\lambda = 525$ nm en $\lambda = 650$ nm. Hoeveel mol fotonen zendt elk van deze lasers per seconde uit?

(b) Een elektron microscopist wil voor zijn onderzoek een diffractie patroon van een puur ijzer kristal waarnemen.

1. Leg uit waarom dit met een elektron bundel kan worden gerealiseerd.
2. Gegeven: de kristal constante voor ijzer $2,3 \text{ \AA}$.
Leg uit dat de effectieve golflengte van de elektronenbundel dan ook minimaal $2,3 \text{ \AA}$ moet zijn.
Voor welk bereik van elektron kinetische energie kan de microscopist een diffractie patroon waarnemen?

(c) De werkwijze van een ultradunne goudlaag is 4.2 eV. Bereken de elektron energie in eV en de snelheid van de uitgeworpen elektron door licht met een golflengte van (1) 750 nm, (2) 250 nm.
(Gegeven: $1 \text{ J} = 6.24 \cdot 10^{18} \text{ eV}$)

Opdracht 2

In een experiment wordt een elektron uit de binnenste schil van een atoom uitgeworpen met een snelheid van $21,4 \text{ Mm/s}$ door een foton met golflengte 150 pm .

(a) Hoe heet de techniek waarmee deze meting gedaan kan worden? Leg kort uit hoe het experiment werkt.

(b) Bereken de bindingsenergie van dit elektron in eV.

*Opdracht 3 – Radiale golffunctie waterstofatoom (2pt)

De radiale golffunctie voor de grondtoestand van een waterstof atoom is gegeven door:

$$\psi = \left(\frac{1}{\pi a_0^3} \right)^{1/2} e^{-r/a_0}$$

Waar $a_0 = 53 \text{ pm}$ (Bohr radius)

(a) Schets de golffunctie (r op x-as, ψ op y-as) *alleen voor de zinvolle waarden van r* . (1pt)

(b) Schets (uit de losse pols) hoe de golffunctie er in 3D ongeveer uit ziet (dit heet een *orbitaal*). (1pt)

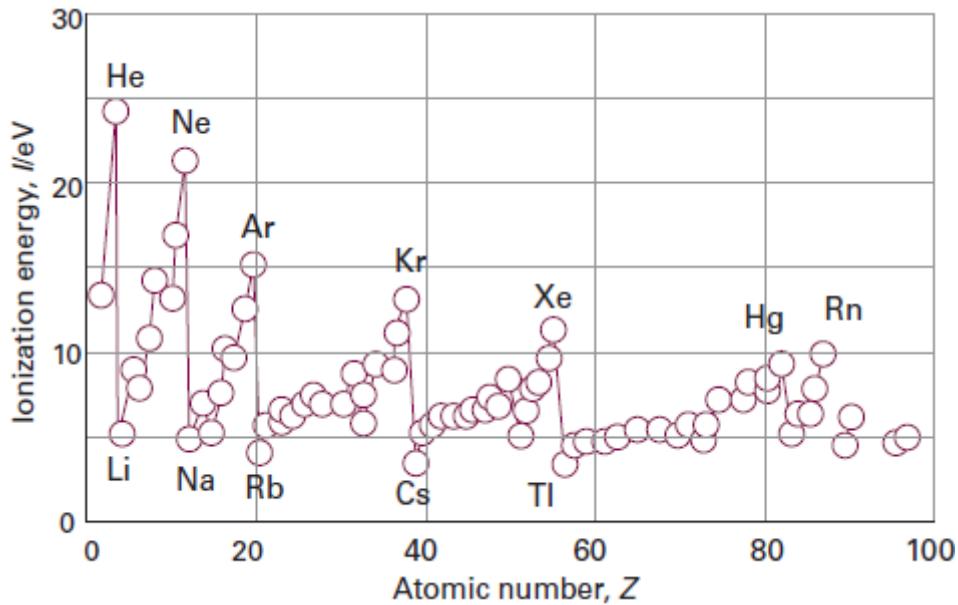
*Opdracht 4 – Elektronconfiguraties (8pt)

(a) De elektronconfiguratie voor Kalium is $[\text{Ar}]4s^1$. Leg uit waarom je zonder elektron-elektron interacties intuïtief zou verwachten dat dit $[\text{Ar}]3d^1$ zou zijn. Waarom is dit niet het geval? (2pt)

(b) p_x , p_y en p_z orbitalen zijn degeneraat. Waarom is de elektronconfiguratie van stikstof dan toch $[\text{He}]2s^2 2p_x^1 2p_y^1 2p_z^1$ en niet $[\text{He}]2s^2 2p_x^2 2p_y^1$ (2pt)

(c) Geef de elektronconfiguraties voor het Ni^{2+} ion en het V^{2+} ion. Geef aan of deze ionen een spin, M_s , hebben. (2pt)

(d) Geef in eigen woorden een fysische verklaring te geven voor het 'zaagtand' verband tussen atoomnummer en ionisatie energie zoals weergegeven in het onderstaande figuur. (2pt)



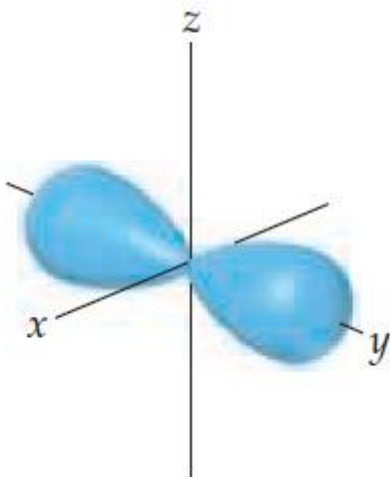
Opdracht 5 – Selectie regels

Welke van de onderstaande transitie zijn toegestaan in een normaal elektronisch emissie spectrum van een waterstofachtig atoom?

$2s \rightarrow 1s$, $2p \rightarrow 1s$, $3d \rightarrow 2p$, $5d \rightarrow 2s$, $5p \rightarrow 3s$, $6p \rightarrow 4f$

Opdracht 6 – Contour representatie

Hieronder is een 2p orbitaal afgebeeld. De beweging van een 2p elektron is beperkt tot het buitenste oppervlak van deze vorm. Is dit juist of onjuist?



Opdracht 7 – He en He⁺

- (a) Hebben de 2s en 2p orbitalen van een He⁺ ion dezelfde energie? Indien niet, welk orbitaal heeft lagere energie?
- (b) Voor hetzelfde geval maar met één elektron er bij (dus: het He atoom), zou je antwoord in vraag 8a veranderen?

Opdracht 8 – Elektronconfiguratie van Lithium

Twee mogelijk elektronconfiguraties voor een Lithium atoom zijn hieronder weergegeven.

- (a) Leg uit of (een van de) configuratie(s) hieronder het Pauli's exclusion principle schendt.
- (b) Leg uit of (een van de) configuratie(s) hieronder Hund's maximum multiplicity rule schendt.
- (c) Heeft een van deze elektronconfiguraties een lagere energie? Zo ja, welke?

