

Bouwstenen van de Chemie

Schriftelijke deoltoets

29-9-2016

18.00 – 20.00 uur

Locatie: REC-M 3.01

Schrijf duidelijk en vermeld je naam en collegekaartnummer boven aan elk vel papier.

De volgende 4 opgaven dienen gemaakt te worden (60 pt totaal).

Toegestane hulpmiddelen: het periodiek systeem (bij opgaven), rekenmachine.

$$1 \text{ J} = 1 \text{ kg m}^2 \text{ s}^{-2}$$

$$1 \text{ eV} = 1.60217657 \times 10^{-19} \text{ J}$$

Moniek Tromp

Algemene opmerkingen:

Lees de vragen goed en geef antwoord op de vraag en alle onderdelen van de vraag. Laat zien wat je doet, bij berekeningen niet alleen het eindantwoord. Als er dan eregens tussendoor een rekenfoutje is kunnen ik zien waar en misschien nog deelpunten toekennen. Geef units!!! Heb ik nu geen punten voor afgetrokken, maar doe ik in tentamen wel. Het geeft aan of en hoe goed je iets begrepen hebt.

Opgave 1 Black body radiation (13 pt)

Verwarming van een zogenaamd 'zwart lichaam' (black body) leidt tot uitstraling van licht met een verdeling van golflengtes. Het maximum in deze verdeling is gegeven door de zogenaamde wet van Wien:

$$T \lambda_{\max} = \text{constante}$$

T: temperatuur in K; λ_{\max} golflengte in m. De waarde van de constante is $2.9 \cdot 10^{-3}$ K.m

- a) (3 pt) Bereken de waarde van λ_{\max} voor (i) $T = 1000$ K, (ii) $T = 3000$ K, (iii) $T = 9000$ K.
(i) 2900 nm, (ii) 966 nm, (iii) 322 nm

b) (4 pt) (i) Schets in een figuur de verandering in de waarde van de maximale golflengte, λ_{\max} , als functie van $1/T$ (met ' λ_{\max} ' als 'y-waarden', en ' $1/T$ ' als 'x-waarden').

Bijna niemand had dit goed! Hebben jullie simpelweg de waarden berekend?! Je moet uitkomen op een rechte lijn! $1/T=0.001$, $1/T=0.0003$, $1/T=0.00011$

(ii) Verwacht je dezelfde of een andere relatie voor de Intensiteit van het uitgestraalde licht als functie van T? Leg uit.

Anders! I is evenredig met T^4 (zie lecture 2).

c) (2 pt) De constante is gegeven door de onderstaande vergelijking:

$$\text{constante} = (hc)/(5k)$$

$$h = \text{Planck's constante}; c = \text{snelheid licht} = 2.99792 \cdot 10^8 \text{ m.s}^{-1};$$

$$k = \text{Boltzmann's constante} = 1.38065 \cdot 10^{-23} \text{ J.K}^{-1}$$

Bereken nu een waarde van h met behulp van bovenstaande gegevens.

$$Cst = hc/5k \rightarrow h = 5 \cdot k \cdot cst / c = 6.68 \cdot 10^{-34} \text{ J.s}$$

d) (4 pt) Is een black body een goed model om de energie in kleine deeltjes te benaderen/berekenen? Leg uit waarom wel of niet.

Nee, voor kleine deeltjes moet energie gekwantificeerd worden (UV catastrofie etc) \rightarrow quantum mechanics

Opgave 2 (Particle in a box) (12 punten)

De energie, E_n , van een elektron in een eendimensionale doos is gegeven door onderstaande vergelijking:

$$E_n = \frac{n^2 h^2}{8m_e L^2}; E = h\nu$$

$n = 1, 2, 3, \dots$; $h = \text{Planck's constant} = 6.62607 \cdot 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$;
 $m_e = \text{massa van het elektron} = 9.10938215 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$; L : lengte van de doos; ν frequency s^{-1}

a) (4 pt) Geef de uitdrukking voor het energieverval tussen twee opeenvolgende energieniveaus van het elektron in de doos (van n_1 naar het volgende niveau $n_2 = n_1 + 1$).

Er wordt gevraagd om de uitdrukking of wel de formule. Dit is tijdens tentamen ook nog modeling toegelicht. Er wordt nergens gezegd dat $n=1$, hoewel velen van jullie die aanname gemaakt hebben en dus in feite vraag c(i) hier berekend hebben.... Geef de uitdrukking in n_1 , want er wordt gegeven dat $n_2=n_1+1$ (dus niet n_2 in de uitdrukking laten staan). Verder antwoord uitwerken tot simpelste vorm. Antwoord wordt dan:

$$\Delta E = (2n_1+1)h^2 / 8m_e L^2$$

Voor ingevulde uitdrukkingen met $n=1$, het laten staan van n_2 etc zijn nog deelpunten toegekend.

b) (4 pt) Geef de uitdrukking voor de frequentie van het licht dat het elektron van het niveau n_1 naar het volgende niveau $n_2 = n_1 + 1$ kan brengen.

Idem als boven. De uitdrukking wordt gevraagd. $E=h\nu$, dus $\nu=E/h$

Frequentie van n^1 naar n^2 : $\nu = \Delta E/h = (2n_1+1)h / 8m_e L^2$

b) (4 pt) Bereken de frequentie van het licht dat nodig is voor de volgende overgangen: (i) van $n_1=1$ naar $n_2=2$; (ii) van $n_1 = 2$ naar $n_2 = 3$; (iii) van $n_1 = 3$ naar $n_2 = 4$. Licht de resultaten toe met behulp van een tekening.

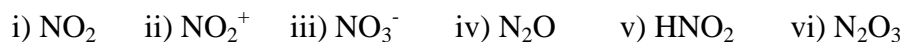
L was niet gegeven, dus kun je laten staan. Als je een aanname gemaakt heb voor L , heb ik dat ook goed gerekend. Simpelweg L uit de formule weglaten gaat niet....

(i) $\nu = 3h / 8m_e L^2 = 2.73 \cdot 10^{-4} / L^2 \text{ Hz}$, (ii) $\nu = 5h / 8m_e L^2 = 4.55 \cdot 10^{-4} / L^2 \text{ Hz}$, (iii) $\nu = 7h / 8m_e L^2 = 6.36 \cdot 10^{-4} / L^2 \text{ Hz}$

dit zijn de frequenties voor de overgangen van n_1 naar n_2 , n_2 naar n_3 en n_3 naar n_4 (dus niet van n_1 , n_2 , n_3 etc zoals velen gezegd en getekend hebben). Frequentie neemt toe voor hogere overgangen, dus ook ΔE . Dus duidelijkst (en beste voor begrip) is plot met Energie niveaus n_1 , n_2 , n_3 intekenen waarbij verschil tussen de niveaus groter worden als je naar hogere niveaus gaat.

Opgave 3 Lewis Structures (15 pt)

a) (10 pt) Geef de Lewis structuur (inclusief mogelijke resonantiestructuren) van:



b) (5 pt) Geef de formele lading (indien niet gelijk aan nul) van de verschillende atomen in de bij (a) getekende structuren (formele lading = $V - (L + \frac{1}{2} S)$). Zet de lading in de tekening bij het desbetreffende atoom en omcirkel de lading.

V: aantal valentie elektronen; L: aantal lone-pair elektronen en S: aantal gedeelde elektronen.

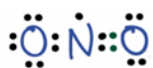
Dit is precies dezelfde vraag als in HW2!!! Toch hebben heel veel mensen hier veel fouten gemaakt (antwoorden hadden we in hoorcollege besproken en stonden op BB).

Fouten die gemaakt zijn:

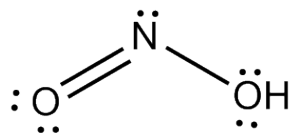
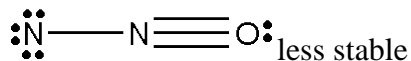
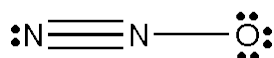
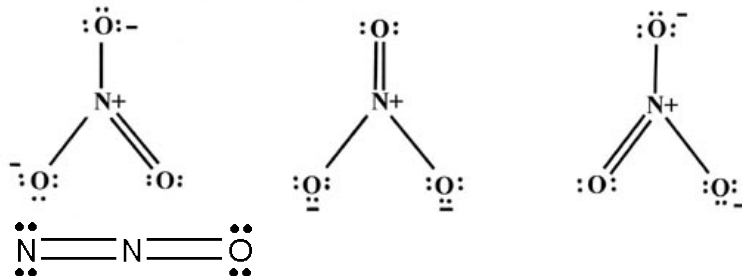
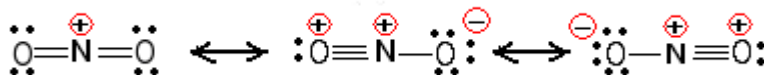
Meer dan octet rondom N. N moet 8 elektronen of vier bindingen om zich heen hebben, niet meer en niet minder.

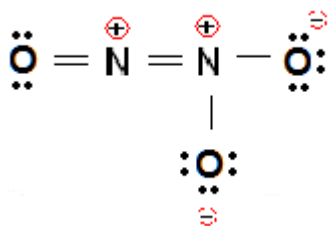
Geef resonantiestructuren.

Goede volgorde (connecties tussen atomen).



en omgekeerd voor 2e resonantie structuur





plus resonantie structuren

Opgave 4 Electron configuration (20 pt)

- a)** (3 pt) Vergelijk de eerste ionisatie energie van Ca (6.113 eV) met de eerste ionisation energie van Zn (9.394 eV). Leg het verschil in ionisatie energie uit.
Er staat LEG UIT. Dus antwoorden waarin simpelweg gezegd wordt dat het de trend in het PS is, is niet goed. Ook niet als je het relateert aan atoom radius of electronegativiteit en dan zegt dat dat de trend is. Waarom is de ionisatie energie hoger: Zelfde periode, hogere kernlading Zn. Zn heeft d electronen, maar shielding niet zo groot dat het increased kernlading compenseert.
- b)** (5 pt) Leg het begrip particle-wave duality uit. Wat waren belangrijke experimenten/observaties die tot deze 'theory' geleid hebben?
Particle en wave eigenschappen. Massa/deeltje – photoelectric effect, 1 slit en volgen deeltje; wave – double slit experiment waar interference observed (tenminste 1 experiment voor deeltje en 1 voor golf moeten gegeven worden)
- c)** (4 pt) Geef de waarden van het hoofdkwantumgetal, n , en het nevenkwantumgetal, l , voor de volgende niveaus: hier ook veel fouten! **i)** $2p$ $n=2$ $l=1$, **ii)** $5f$ $n=5$ $l=3$, **iii)** $3s$ $n=3$ $l=0$ en **iv)** $4d$ $n=4$ $l=2$.
- d)** (4 pt) Geef de waarden van het magnetische kwantumgetal, m_l , voor de volgende niveaus: **i)** $3d$ $l=2$ dus $m_l = -2, -1, 0, 1, 2$, **ii)** $5s$ $l=0$ dus $m_l = 0$; **iii)** $6f$ $l=3$ dus $m_l = -3, -2, -1, 0, 1, 2, 3$ en **iv)** $4p$ $l=1$ dus $m_l = -1, 0, 1$.
- e)** (4 pt) Welke van de onderstaande deeltjes hebben dezelfde elektronenconfiguratie:



H, He⁺, N⁶⁺
Ni, Cu⁺, Zn²⁺
Kr, Br⁻

Group	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18		
Period																				
1	H																		He	
2	Li	Be											B	C	N	O	F	Ne		
3	Na	Mg											Al	Si	P	S	Cl	Ar		
4	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr		
5	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe		
6	Cs	Ba	*	Lu	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn	
7	Fr	Ra	**	Lr	Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Ds	Rg	Cp	Uut	Uuq	Uup	Uuh	Uus	Uuo	
*Lanthanoids			*	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70			
**Actinoids			**	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102			