

TENTAMEN
Anorganische en Vaste stof Chemie

13 april 2017

Tijd 13:30-16:30 uur

Olympos – Hal 1 - A

Lees dit eerst!

Graag op alle papieren die je inlevert je naam en studentnummer vermelden. **Maak de opgaven Anorganische Chemie en Vaste Stof Chemie op APARTE vellen!** Geef bij alle antwoorden **een duidelijke toelichting** waarin je aangeeft hoe je tot het antwoord gekomen bent. Na afloop mag je de opgaven meenemen. Het aantal punten dat je per vraag kunt behalen is met vette cijfers bij iedere vraag aangegeven.

De opgaven 1 bij Anorganisch en Vaste Stof hoeft je niet te maken als je voor de tussentoets een 5.0 of hoger hebt gescoord. Het cijfer voor deze opgaven telt voor 40% in het eindcijfer mee. Als je besluit de opgaven 1 wel (evt. aan het eind) te maken, dan telt het hoogste cijfer. De opgaven 2 en 3 bij Anorganische en Vaste Stof moet iedereen maken. Het cijfer voor deze opgaven telt voor 60% in het eindcijfer mee.

Het is een gesloten boek toets dus bij het beantwoorden van de opgaven mogen **geen** boeken of aantekeningen gebruikt worden. Bij enkele opgaven is wel een rekenmachine nodig. Mocht je die vergeten zijn mee te nemen, dan zijn er enkele beschikbaar bij de surveillant. Aan het eind van de toets is een periodiek systeem opgenomen dat je bij verschillende opgaven nodig hebt.

Veel succes!

ANORGANISCHE CHEMIE

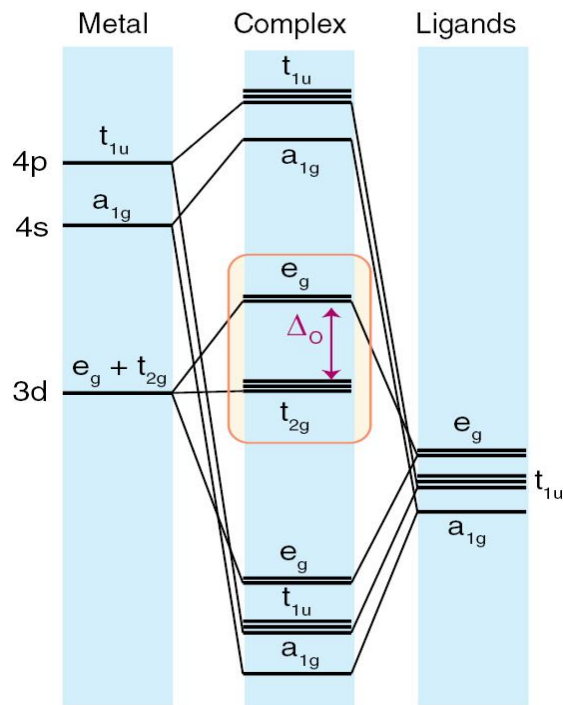
Opgave 1

(40)

Deze opgave hoeft je niet te maken als je een 5.0 of hoger hebt gehaald voor de tussentijdse toets.

- a) Wat zijn de namen van de volgende complexen/verbindingen:
 $[\text{Au}(\text{SCN})_4]^-$
 $[\text{FeCl}_6]^{4-}$
 $\text{Cis-}[\text{CrCl}_2(\text{ox})_2]^{3-}$
- b) Van welke van deze complexen bestaan meerdere isomeren? Licht uw antwoord toe, en geef ook de naam van het type isomer.
- c) Zal $[\text{FeCl}_6]^{4-}$ een hoog-spin of een laag-spin complex vormen? Bereken de ligandveldstabilisatie-energie voor dit complex. Licht uw antwoord toe.
- d) Noem in totaal drie eigenschappen van metaal kation en liganden die een vlakvierkantomringing in een complex gunstiger maken ten op zichte van een octaëdrische omringing. Geef per eigenschap een korte toelichting waarom dit in het voordeel van de vlakvierkantomringing werkt.

Hiernaast zijn de moleculaire orbitaal energieën aangegeven (midden), van een complex dat bestaat uit een metaal (waarvan de orbitaal energieën links zijn aangegeven) octaëdrisch omringd met zes identieke liganden (waarvan de orbitaal-energieën rechts zijn aangegeven).



- e) Gaat het hier om liganden met (deels) gevulde p orbitalen, of om liganden met alleen (deels) gevulde s-orbitalen? Licht het antwoord toe.
- f) Waarom veranderen de energieën van specifiek de metaal e_g niveaus door complexvorming en de interactie met de p-orbitalen van de liganden? Maak voor uw uitleg gebruik van een tekening die de geometrie van deze orbitalen laat zien.

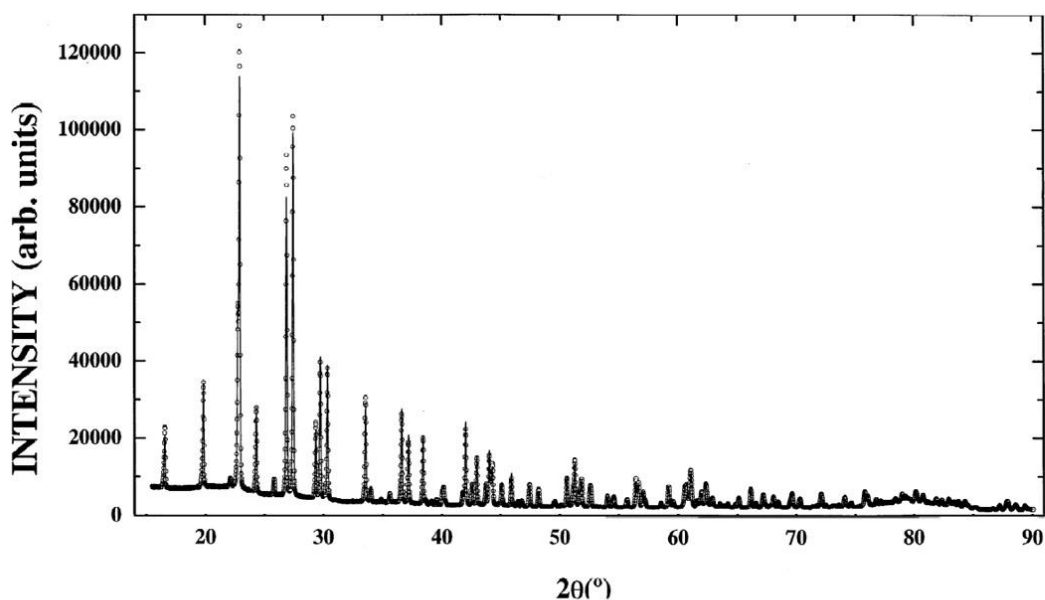
ANORGANISCHE CHEMIE

Opgaven 2 en 3 moet iedereen maken

Opgave 2

(20)

Hieronder staat een meting weergegeven aan een vaste stof, LiAlH_4 , bestaand uit een rooster van Li^+ kationen en AlH_4^- complexen als anionen.



Cu $K\alpha$ radiatie van 159.06 pm. Gemeten met stappen van 0.0154° .

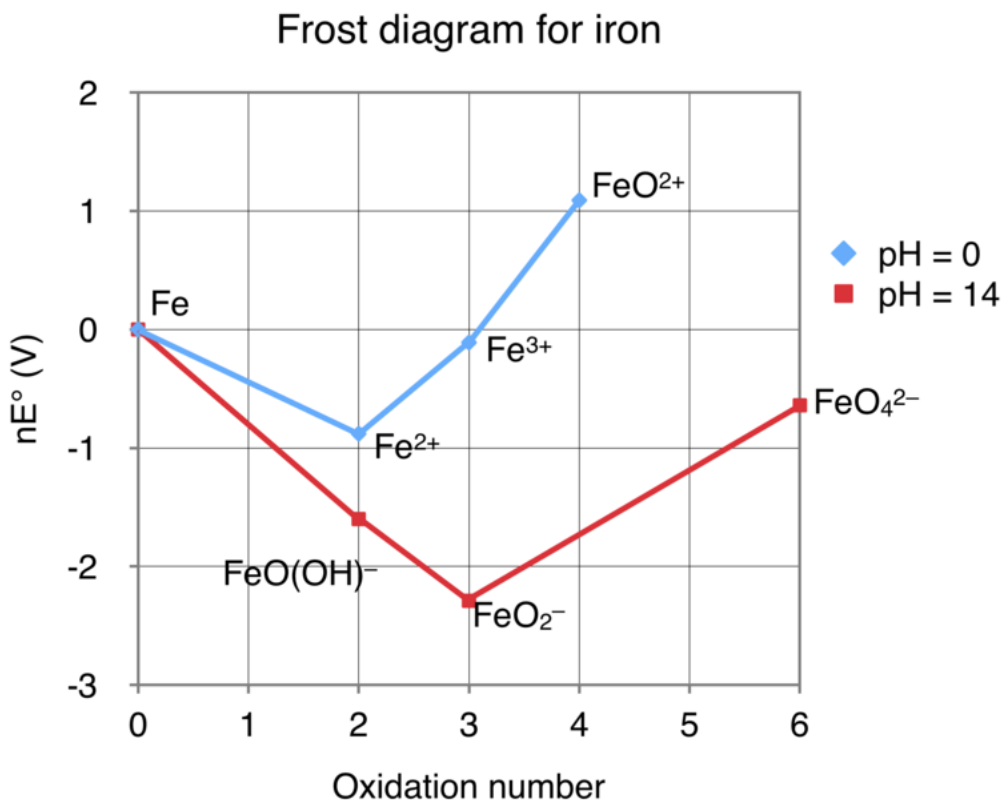
-
- a) Welke analyse techniek is hier gebruikt? Geef in maximaal vijf zinnen het principe van deze meettechniek.
- b) Noem twee materiaaleigenschappen die je met behulp van deze techniek kan bepalen. Leg uit hoe deze materiaaleigenschappen bepaald worden uit de experimentele resultaten.

ANORGANISCHE CHEMIE

Opgave 3

(40)

Hieronder staat het Frostdiagram weergegeven voor ijzer in waterige oplossing, in zowel basisch als zuur milieu.



- a) Wat gebeurt er als je ijzer metaalpoeder in zure (pH=0) waterige oplossing brengt? Geef de reactievergelijking, en vermeld in welke toestand of complex het metaal of kation dan in zuur waterig milieu zal voorkomen.
- b) Zijn ijzer kationen met vierwaardig oxidatiegetal stabiel bij pH=0 in waterig milieu? Indien wel, hoe lees je dat af in het Frost diagram? Indien niet, welke reactie zou dan optreden als je FeO²⁺ in water zou brengen (geef de reactievergelijking)?

- c) Leg uit wat het verschil veroorzaakt tussen de curven voor ijzer in zuur en in basisch milieu, en waarom de curve in basisch milieu lager ligt. Geef (half)reactievergelijkingen indien relevant om je betoog te ondersteunen.
- d) Welke van de verbindingen ScF_3 en HgI_2 verwacht je dat een meer ionisch karakter heeft? Leg uit waarom.
- e) De smeltpunten van 420, 1540, 1900 en 2470 °C horen bij de metalen (in willekeurige volgorde genoemd:) scandium (Sc), zink (Zn), vanadium (V) en niobium (Nb). Welk smeltpunt hoort bij welk van deze vier metalen? Leg uit hoe je tot je antwoord komt.

Ga verder met Vaste Stof Chemie op een nieuw blad!

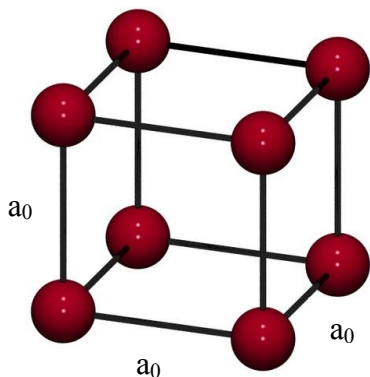
VASTE STOF CHEMIE

Opgave 1

(40)

Deze opgave hoef je niet te maken als je een 5.0 of hoger hebt gehaald voor de tussentijdse toets (mag wel, hoogste cijfer telt)

Hieronder is de eenheidscel van Polonium (^{209}Po) getekend. De atoomstraal van Po is 168 pm (168×10^{-12} m). Rechts staat een plaatje van een oude toepassing van Po in bougies ('spark plugs') in een legering van Ni met een klein percentage Po. Het radioactief verval van Po zou de ontstekings-eigenschappen van de bougies verbeteren.



- a) Welke structuur heeft Po? Teken de projectie-representatie van de eenheidscel. (5)
- b) Bereken het soortelijk gewicht van Po in g/cm^3 . N_A is $6.02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ (5)
- c) Wat is de pakingsdichtheid van de structuur? (5)
- d) Wat is het omringingsgetal van een Po atoom in de structuur? Geef ook het aantal next-nearest neighbors (NNN, op-één-na naaste burenen) en next-next-nearest neighbors (NNNN, op-twee-na naaste burenen) en de afstanden tot deze burenen, uitgedrukt in de ribbe van de eenheidscel a_0 . (5)
- e) Polonium heeft een Pauling electronegativiteit van 2.00. Soms wordt Po tot de metalen gerekend, maar vaker wordt het een metalloïd genoemd. Bij verhitten verdampt Po en worden dimeren in de gasfase gevormd. i) Teken de Ketelaar driehoek ii) Geef aan tussen welke typen vaste stoffen Po staat en iii) Geef een verklaring voor de vorming van Po-dimeren. (10)

f) Verwacht je dat een legering van Ni met 1% Po een substitutionele of interstitiële legering is? Teken de structuur van beide typen legeringen en geef twee redenen voor je keuze voor substitutioneel of interstitieel. **(5)**

g) Schets in één figuur de weerstand als functie van de temperatuur voor
i) zuiver Ni en ii) een legering van Ni met 1% Po. **(5)**

Bonusvraag:

Door wie werd Po ontdekt en waarom werd het nieuw ontdekte element de naam Polonium gegeven? **(5)**

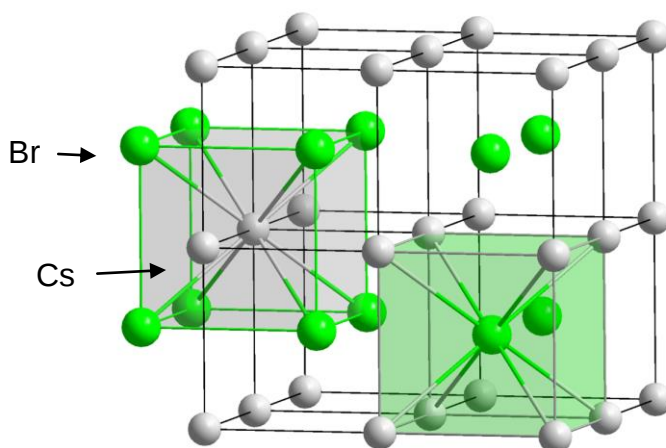
VASTE STOF CHEMIE

Opgaven 2 en 3 moet iedereen maken

Opgave 2

(30)

CsBr kristalliseert in de Caesiumchloride structuur die hieronder getekend is. De ionstraal van Cs^+ is 174 pm, die van Br^- is 196 pm.



a) Verklaar waarom CsBr de Caesiumchloride structuur heeft en niet de Steenzout (NaCl) structuur. (5)

b) De roosterenthalpie ΔH_L van CsCl is -657 kJ/mol, van CsBr -632 kJ/mol en van CsI -600 kJ/mol. i) Verklaar de trend voor ΔH_L in deze reeks en ii) Geef een schatting voor de roosterenthalpie van KCl . (5)

c) Geef de eerste drie termen van de Madelungconstante voor de Caesiumchloride structuur. Ga uit van het kation als centraal ion. (5)

CsBr heeft Schottky defecten als meest voorkomende intrinsiek defect.

d) Geef de Kröger-Vink notatie voor de vorming van Schottky defecten in CsBr. (5)

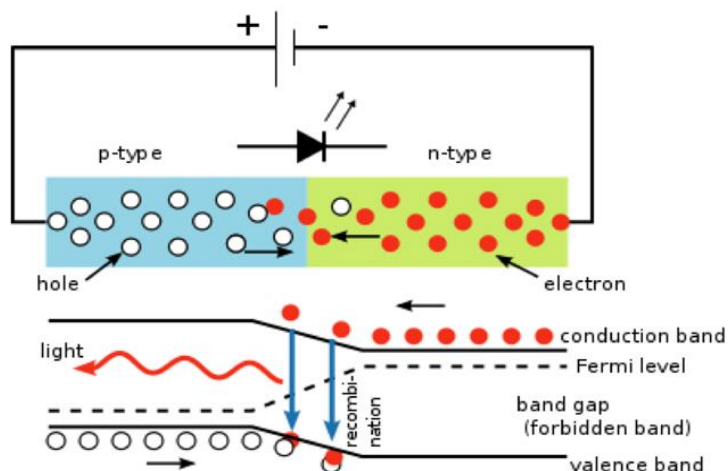
e) Het geleidingsvermogen σ van zowel ionogene vaste stoffen (bijv. CsBr) als van halfgeleiders (bijv. Si) neemt exponentieel toe met de temperatuur. Verklaar voor **beide** typen van vaste stoffen de toename van het geleidingsvermogen σ met toenemende temperatuur. (10)

VASTE STOF CHEMIE

Opgave 3

(30)

Light Emitting Diodes (LEDs) zijn er in verschillende kleuren. Rood-Infrarode LEDs (Al,Ga)As, Groene LEDs (Al,Ga)P en Blauwe-UV LEDs (In,Ga)N zijn bekende voorbeelden. Hieronder is schematisch de bandenstructuur van een LED getekend.



a) Verklaar de trend in de verandering van de LED emissiekleur van:

i) Infrarood $\rightarrow$ Groen $\rightarrow$ Ultraviolet voor GaAs $\rightarrow$ GaP $\rightarrow$ GaN

(ii) Ultraviolet $\rightarrow$ Blauw voor GaN $\rightarrow$ (In,Ga)N

(5)

b) Intrinsiek (zuiver) GaN wordt gedoteerd met (i) Ge (op Ga plaatsen), (ii) S (op N plaatsen), (iii) Al (op Ga plaatsen), (iv) Si (op N plaatsen) en (v) Zn (op Ga plaatsen). Geef voor elk van de vijf doteringen aan of de halfgeleider n-type of p-type wordt ofwel intrinsiek blijft. Gebruik het periodiek systeem (volgende pagina) en **licht je antwoorden toe**.

(5)

c) Leg uit hoe lichtemissie (luminescentie) ontstaat in een LED bij stroomdoorgang. De LED geeft alleen licht als de gelijkspanningsbron correct ('forward bias') is aangesloten. Verklaar deze waarneming.

(10)

d) Het Fermi niveau in het bovenstaande schema is aangegeven met een streeplijn. Leg uit wat het Fermi niveau is en verklaar het verschil in Fermi niveau tussen de p-type en n-type halfgeleider.

(5)

e) Je hebt een 3 V batterij. Als je deze correct (in de 'forward bias' richting) aansluit op de (Al,Ga)As diode zie je mooi rood licht. Wanneer je de batterij (opnieuw correct) aansluit op de GaN diode ontstaat er geen UV straling. Leg uit waarom dit zo is.

(5)

18 VIII

[illegible]