

## **Errata AAC Herkansing 11-11-2016**

**Door: T. Klein**

1.e) > '*calciumhydroxide*' moet zijn '*bariumhydroxide*'

> '*calciumsulfaat*' moet zijn '*bariumsulfaat*'

2) >  $P_{19} = 5,33 \cdot 10^3 \text{ Pa}$

2.g) > (Boven de vraag) 282 K  $\neq$  19°C, '*282 K*' moet zijn '*292 K*'

# Herkansing Algemene en Anorganische Chemie

**11 November 2016**

Naam:.....

Studentnummer Universiteit Leiden: .....

Dit is de enige originele versie van jouw tentamen. Het bevat dit voorblad, enkele pagina's met informatie en vervolgens de opgaven.

Gebruik kladpapier om je antwoord uit te werken. Neem daarna de berekening, tekening of ander antwoord over op dit origineel. Lever slechts dit origineel in.

In deze toets staan decimale getallen met een komma zoals gebruikelijk in het Nederlands. Houd rekening dat in het tabellenboekje deze decimale getallen vaak met een punt worden aangegeven, zoals in de Angelsaksische aanduiding.

**SUCCES!**

**Docenten: Ludo Juurlink en Erik Kelder**

**Resultaten:**

Opgave 1	Opgave 2	Opgave 3	Opgave 4	Opgave 5	Opgave 6
/20	/20	/28	/20	/12	/20

**Totaal:**

/120
------

**Cijfer:**

--

Indien van toepassing, aantal extra vellen:

--

**Opgave 1 Chemische samenstelling van de aarde, naamgeving van stoffen, standaard chemische berekeningen en elektronconfiguraties (20 punten)**

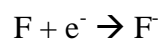
a) (3 punten) Wat zijn de zeven elementen die uit een verbinding van twee atomen bestaan?

b) (5 punten) Vul onderstaande tabel in.

Chemische formule	Naam
$\text{KH}_2\text{PO}_4$	
	cesiumbromaat
$(\text{NH}_4)_2\text{S}$	
	aluminiumnitride
$\text{NaClO}$	

c) (3 punten) Gebruik bindingsenergieën om de reactie-enthalpie te schatten voor de volledige oxidatie van  $\text{C}_4\text{H}_{10}$  met  $\text{O}_2$  tot kooldioxide en water. Schrijf eerst de chemische reactievergelijking uit.

d) (3 punten) Wat is de effectieve kernlading,  $Z_{\text{eff}}$ , voor het expliciet genoemde elektron in de reactievergelijking voor de elektronaffiniteit van Fluor? Maak gebruik van Slaterorbitalen.



e) (3 punten) De reactie van calciumhydroxide met zwavelzuur heeft als producten calciumsulfaat en water. Hoeveel gram van welke producten en reactanten zijn over wanneer 0.350 mol  $\text{H}_2\text{SO}_4$  zo volledig mogelijk reageert met 0.250 mol  $\text{Ba}(\text{OH})_2$ ?

f) (3 punten) Vul onderstaande tabel in.

<i>Atoom/ion</i>	<i>Verkorte elektronconfiguratie</i>
B	
Br	
Ba	

## Opgave 2 Fasediagrammen, inter-moleculaire krachten en chemische thermodynamica

Voor ethanol,  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ , zijn de volgende gegevens bekend.

Smeltpunt:  $T_s = 159 \text{ K}$

Kookpunt:  $T_k = 351 \text{ K}$

Tripelpunt:  $T_t = 150 \text{ K}$  bij  $43 \text{ Pa}$

Kritieke temperatuur:  $T_{kt} = 516 \text{ K}$  bij  $63 \text{ bar}$

Dampdruk:  $P_{19} = 5,33 \times 10^4 \text{ Pa}$  (bij  $292 \text{ K}$ )

Bij het verhogen van de druk smelt vast ethanol niet.

Smeltwarmte  $\Delta H_{\text{melt}} = 5,021 \text{ kJ/mol}$

Warmtecapaciteiten:  $C_{p,\text{vaste stof}} = 111,5 \text{ J/molK}$

$C_{p,\text{vloeistof}} = 112 \text{ J/molK}$

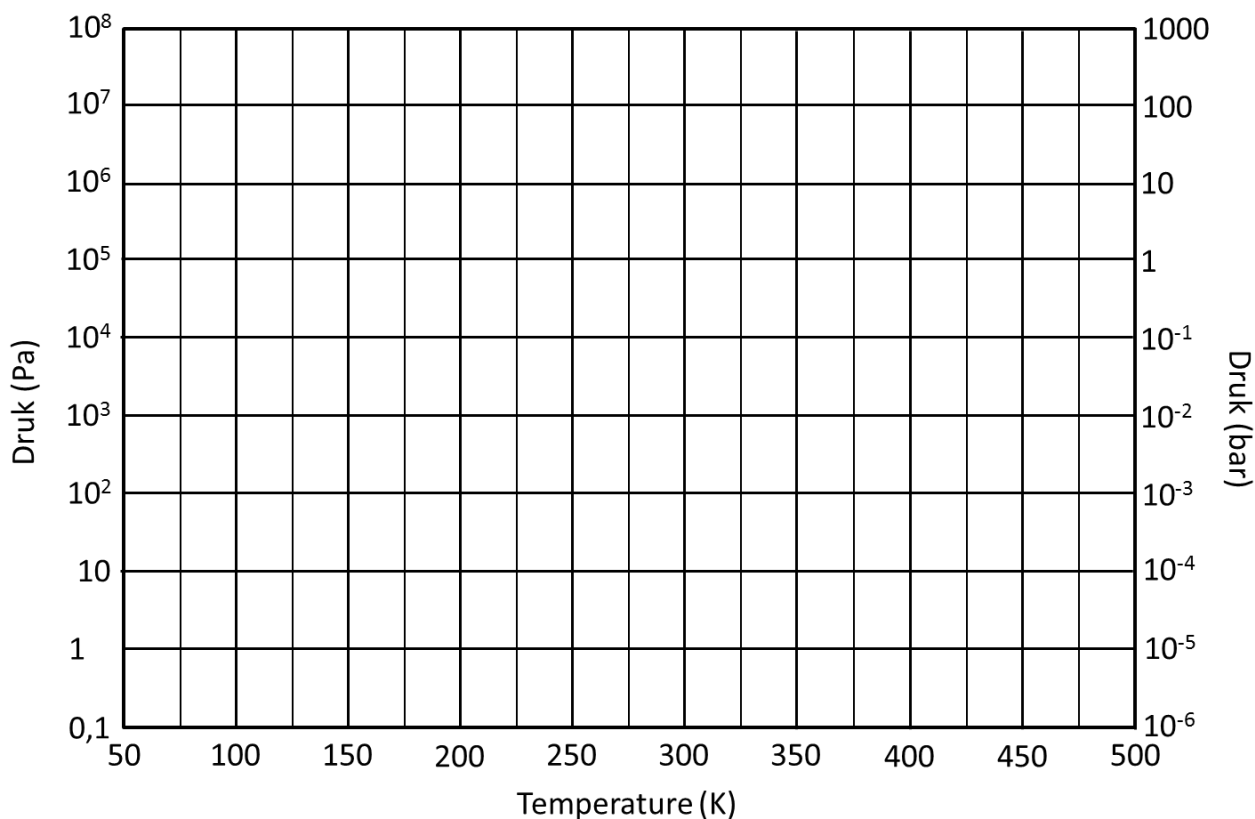
$C_{p,\text{gas}} = 65,5 \text{ J/molK}$

VanderWaalsconstanten:  $a = 12,18 \text{ L}^2\text{bar/mol}^2$ ,

$b = 0,08407 \text{ L/mol}$

*Je mag bij de onderstaande vragen aannemen dat  $1 \text{ bar} = 1 \text{ atm}$ .*

a) (6 punten) Gebruik bovenstaande gegevens om hieronder het fasediagram van ethanol te schetsen. Geef duidelijk het kookpunt bij standaardomstandigheden, het kritieke punt en tripelpunt aan. Zet op de juiste plaats in de schets ook 'gas', 'vloeistof', 'vaste stof' en 'superkritische fase'.



b) (2 punten) Hoe heten de drie verschillende soorten intermoleculaire krachten die de moleculen van ethanol als vloeistof bij elkaar houden?

c) (3 punten) Bereken op basis van het kookpunt en de gegeven dampdruk bij 292 K (19 °C) de verdampingsenthalpie,  $\Delta H_{\text{vap}}$ , van vloeibaar ethanol. Geef de waarde weer in kJ/mol. Laat duidelijk je berekening zien.

d) (3 punten) Wanneer je 1,00 g vast ethanol opwarmt van 155 K naar 380 K, wat is de minimaal benodigde energie daarvoor? *Als je geen  $\Delta H_{\text{vap}}$  bij vraag 1d hebt gevonden, neem dan aan dat deze 40 kJ/mol is.*

e) (1 punt) Wat is volgens de ideale gaswet de druk van 1 mol ethanol bij 500 K (dus net onder de kritieke druk) als het is samengeperst tot een volume van 1 L?

f) (2 punten) Wat is de daadwerkelijke druk onder dezelfde omstandigheden en hoe groot is de procentuele afwijking ten opzichte van een ideaal gas?

We nemen een afgesloten volume met zuiver ethanol (dus geen enkele andere vloeistof- of gasmoleculen!!) en houden het op exact 282 K (19 °C).

g) (1 punt) Wat gebeurt er wanneer we het volume twee maal zo klein maken? Licht je antwoord met één zin toe en geef het weer met een reactievergelijking. Verwaarloos het volume van het vloeibare ethanol.

h) (1 punt) Wanneer het nieuwe evenwicht is bereikt, wat is dan de uiteindelijke druk in het vat? Licht je antwoord weer met één zin toe.

i) (1 punt) Wat gebeurt er met de absolute entropie van het systeem bij deze volumeverandering? Licht je antwoord met één zin toe.

### Opgave 3

### Zuur-base chemie en oplosbaarheid

Azijnzuur ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ ) is een zwak monoprotisch zuur terwijl het aminozuur histidine een zwak triprotisch zuur is. De  $\text{p}K_{\text{a}1}$ ,  $\text{p}K_{\text{a}2}$  en  $\text{p}K_{\text{a}3}$  van histidine zijn:  $\text{p}K_{\text{a}1} = 1,77$ ;  $\text{p}K_{\text{a}2} = 6,10$  en  $\text{p}K_{\text{a}3} = 9,18$ .

---

a) (5 punten) Teken de Lewisstructuur van azijnzuur. Geef duidelijk de hybridisatie aan voor *alle* C en *alle* O atomen.

b) (2 punt) Hoe heten de *elektrondomein* en de *moleculaire structuren* van het azijnzuur molecuul rond het door zuurstof omringde koolstofatoom?

*Elektrondomein structuur:* \_\_\_\_\_

*Moleculaire structuur:* \_\_\_\_\_

c) (3 punten) Teken alle resonantiestructuren van het acetaation,  $\text{CH}_3\text{COO}^-$ .



d) (18 nl. 8×2+2 punten) Schets op de volgende pagina het pH verloop voor de titratie van 50.0 mL 0.100 M histidine met 0.100 M NaOH. Bereken daartoe

i. de pH aan het begin van de titratie

$pH =$  \_\_\_\_\_

ii. een goede benadering voor de pH halverwege het eerste equivalentiepunt

$pH =$  \_\_\_\_\_

iii. de pH bij het eerste equivalentiepunt

$pH =$  \_\_\_\_\_

iv. een goede benadering voor de pH halverwege het tweede equivalentiepunt

$pH =$  \_\_\_\_\_

v. de pH bij het tweede equivalentiepunt

$pH =$  \_\_\_\_\_

vi. een goede benadering voor de pH halverwege het derde equivalentiepunt

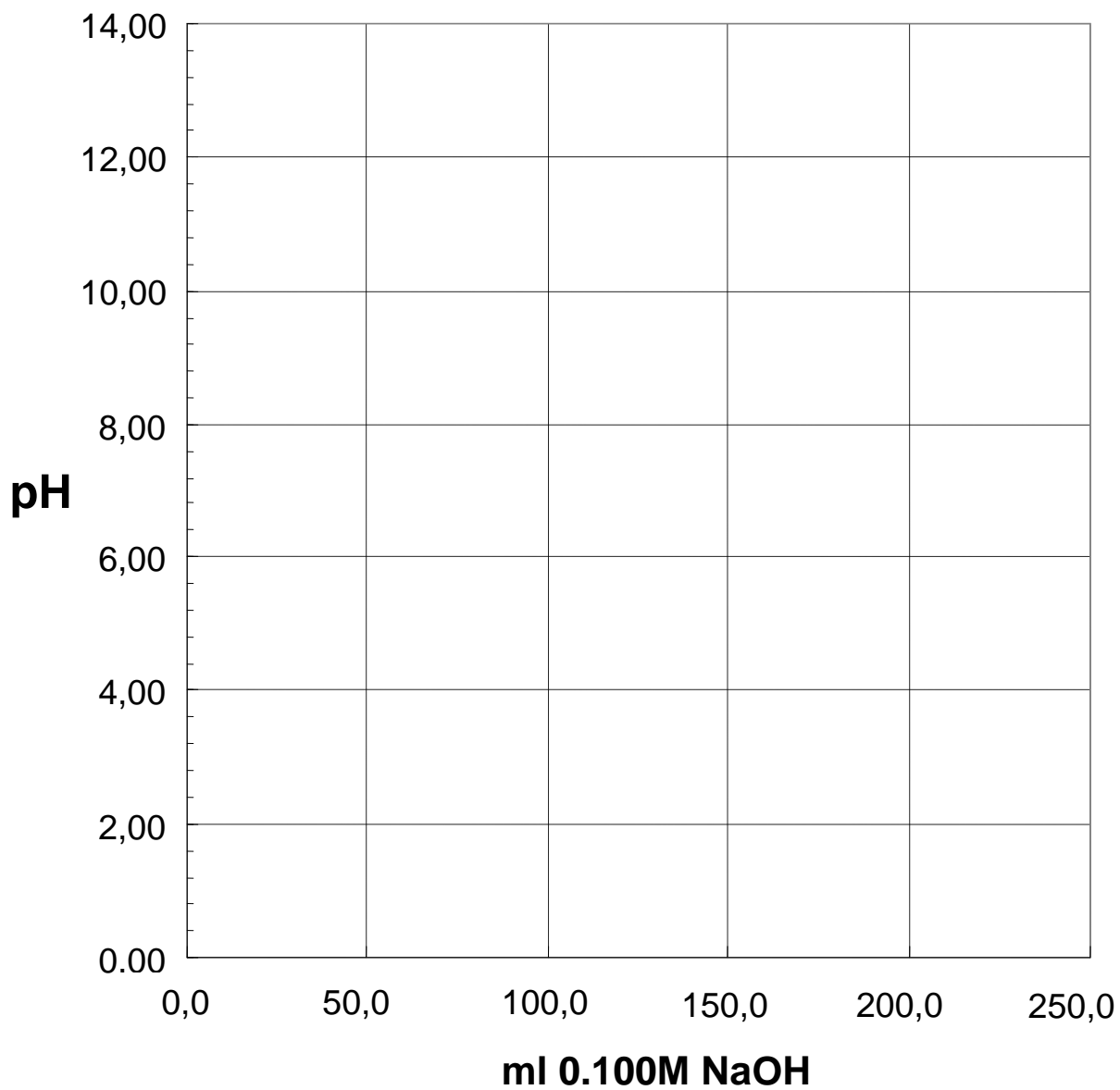
$pH =$  \_\_\_\_\_

vii. de pH bij het derde equivalentiepunt

$pH =$  \_\_\_\_\_

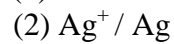
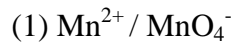
viii. de pH na toevoeging van 250 mL van de NaOH oplossing

$pH =$  \_\_\_\_\_



#### Opgave 4 Redox chemie en naamgeving

Een exotische batterij maakt gebruik van de redoxreacties van de volgende redoxkoppels. De gebruikte compartimenten hebben dezelfde grootte (volume):



---

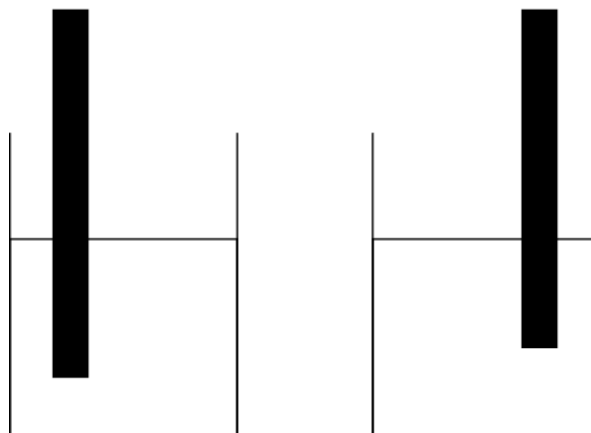
a) (2 punten) Geef de reductiereacties (*dus geen oxidatiereactie!*) voor beide koppels. *Hint: Let op de ladingen van de ionen!*

b) (1 punt) Bepaal de overallreactie voor de batterij.

c) (1 punt) Wat is de standaard potentiaal van de batterij?

d) (4 punten) Maak de onderstaande elektrochemische cel af en geef de volgende zaken er in aan:

- waar de plus- en minpool zit;
- welke elektrode de anode en kathode is;
- waar de reductie en waar de oxidatie plaatsvindt;
- welke componenten (gassen, vloeistoffen, vaste stoffen, ionen) waar zitten;
- hoe de elektronenstroom loopt.



- e) (2 punten) Bereken de potentiaal van de cel met behulp van de Nernstvergelijking aan de hand van de volgende concentraties:  $[\text{Mn}^{2+}] = 1,00 \times 10^{-6} \text{ M}$  ;  $[\text{MnO}_4^-] = 2,00 \times 10^{-3} \text{ M}$  ;  $[\text{H}^+] = 1,00 \text{ M}$  ;  $[\text{Ag}^+] = 5,00 \times 10^{-3} \text{ M}$ .
- f) (1 punt) Geef de vergelijking of relatie tussen de standaard Gibbs vrije reactie-energie  $\Delta G_r^o$  en de standaard celpotentiaal  $E_{cel}^o$ .
- g) (1 punt) Wat zal er gebeuren met  $\Delta G_r$  en de celpotentiaal  $E_{cel}$  indien er evenwicht is bereikt?
- h) (4 punten) Uitgaande van de startconcentraties uit e), bereken de concentraties  $[\text{Mn}^{2+}]$ ,  $[\text{MnO}_4^-]$ ,  $[\text{H}^+]$  en  $[\text{Ag}^+]$ , indien de potentiaal van de cel nul is geworden, ofwel de batterij is leeg ("dood"). *Hint: concentraties worden in een evenwicht nooit nul, maar voor benaderingen kun je wel aannemen dat reacties (dan) volledig zijn afgelopen!!*
- i) (4 punten) De mangaan- en zilverionen complexeren eigenlijk tot de volgende verbindingen. Geef de namen van die verbindingen.

$[\text{Ag}(\text{H}_2\text{O})_2]\text{Cl}$  : \_\_\_\_\_

$\text{NH}_4[\text{AgCl}_2]$  : \_\_\_\_\_

$\text{K}[\text{Mn}(\text{H}_2\text{O})_2\text{Cl}_4]$  : \_\_\_\_\_

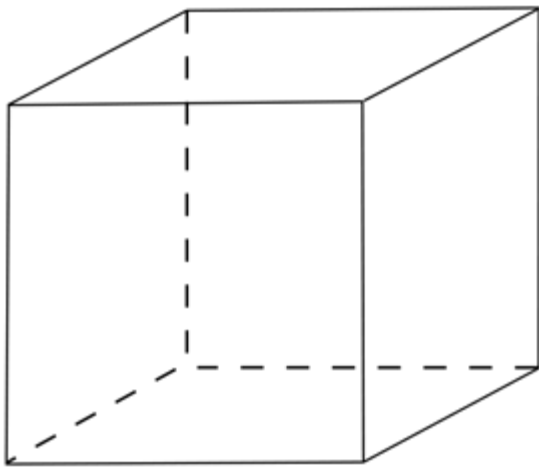
$[\text{Mn}(\text{H}_2\text{O})_4\text{Cl}_2]$  : \_\_\_\_\_

## Opgave 5 Vaste stoffen en herhaling

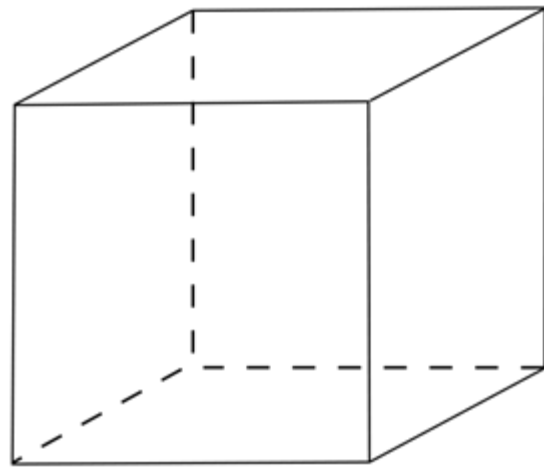
a) (1 punt) Wat is de definitie van een eenheidscel?

b) (1 punt) De FCC structuur heeft zo'n eenheidscel. Waar staat FCC voor?

c) (2 punten) Ook de simpel kubische structuur heeft een eenheidscel. Teken de eenheidscellen van de FCC en simpel kubische structuur in onderstaande kubussen.



*FCC*



*simpel kubisch*

d) (2 punten) Natriumchloride (NaCl) kristalliseert in een FCC structuur voor zowel de natriumionen als de chloride-ionen. Deze zijn zodanig in elkaar geschoven dat op het midden van de ribben en in het centrum van de kubus het tegenion zit. Wat is hier het verschil met een simpel kubische structuur?

- e) (2 punten) De ionstraal van  $\text{Na}^+$  is  $1,67 \text{ \AA}$  en die van  $\text{Cl}^-$  is  $1,84 \text{ \AA}$ . Bereken vervolgens de roosterparameter (roosterconstante) van de eenheidscel van NaCl in  $\text{\AA}$ .
- f) (2 punten) Bereken de *dichtheid* van Cesiumchloride ( $\text{NaCl}$ ) in  $\text{g/cm}^3$ .
- g) (2 punten) Wat zal er met de kristalstructuur gebeuren indien alle natriumionen vervangen worden door cesiumionen?

### Opgave 6 Kristalveldsplitsing en elektronconfiguratie

Nikkel komt voor in de volgende oxidatietoestanden 0, +2, en +3.  $\text{Ni}^{2+}$  en  $\text{Ni}^{3+}$  hebben beide een zesomringing voor het ligand  $\text{NH}_3$ .

De kristalveldsplittingsparameter ( $\Delta_0$ ) en de spinparingsenergie (P) zijn voor  $\text{Ni}^{2+}$  en  $\text{Ni}^{3+}$ :

$$\Delta_0(\text{Ni}^{2+}) = 11.000 \text{ cm}^{-1} \text{ en } P(\text{Ni}^{2+}) = 15.000 \text{ cm}^{-1}$$
$$\Delta_0(\text{Ni}^{3+}) = 16.000 \text{ cm}^{-1} \text{ en } P(\text{Ni}^{3+}) = 15.000 \text{ cm}^{-1}$$

a) (3 punten) Geef voor elk van de oxidatietoestanden van IJzer de elektronconfiguratie?

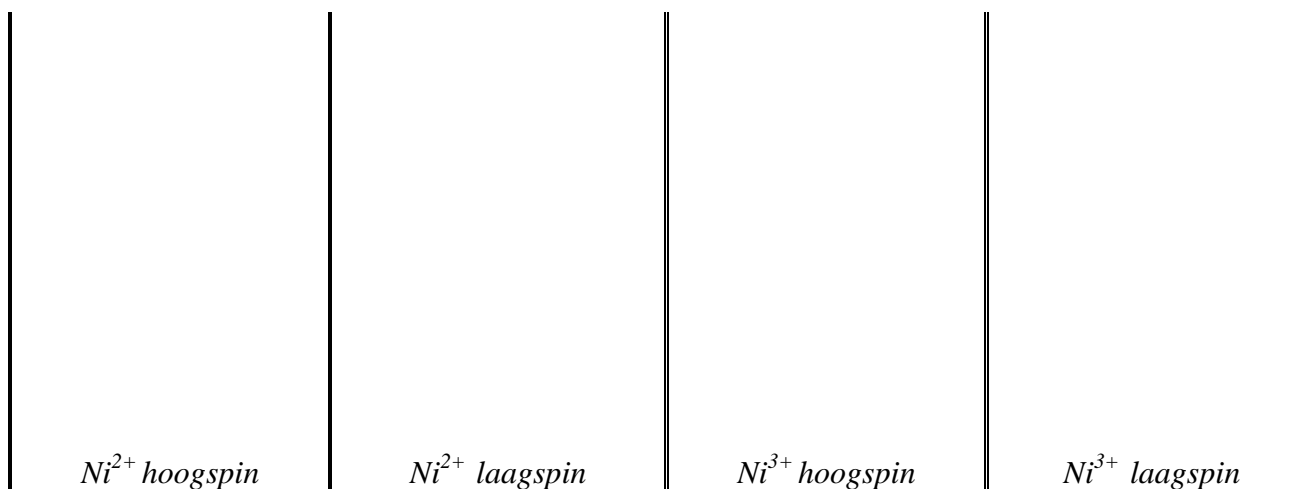
$\text{Ni}$  : \_\_\_\_\_

$\text{Ni}^{2+}$  : \_\_\_\_\_

$\text{Ni}^{3+}$  : \_\_\_\_\_

b) (2 punten) Schets de vijf d-banen elk in een afzonderlijk figuur.

c) (4 punten) Geef de elektronenbezetting van de d-banen weer voor  $\text{Ni}^{2+}$  en  $\text{Ni}^{3+}$  voor zowel een hoog- als een laagspintoestand.



d) (2 punten) Geef voor  $\text{Ni}^{2+}$  hoogspin en  $\text{Ni}^{2+}$  laagspin aan of ze paramagnetisch of diamagnetisch zijn en waarom.

$\text{Ni}^{2+}$  (hoogspin): \_\_\_\_\_

$\text{Ni}^{2+}$  (laagspin): \_\_\_\_\_

e) (4 punten) Bereken de kristalveld-stabilisatie-energieën (CFSE) van  $\text{Ni}^{2+}$  en  $\text{Ni}^{3+}$  met  $\text{NH}_3$  als ligand voor de hoog- en laagspin situatie. Gebruik de bovenstaande gegevens.

CFSE ( $\text{Ni}^{2+}$  hoogspin) \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

CFSE ( $\text{Ni}^{2+}$  laagspin) \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

CFSE ( $\text{Ni}^{3+}$  hoogspin) \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

CFSE ( $\text{Ni}^{3+}$  laagspin) \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

f) (1 punt) Bepaal aan de hand van de uitkomsten uit e) of  $\text{Ni}^{2+}$  en  $\text{Ni}^{3+}$  met  $\text{NH}_3$  als ligand hoogspin dan wel laagspin zijn. Licht je antwoord kort toe.

g) (2 punten) Hoe verklaar je het sterke verschil tussen  $\Delta_0(\text{Ni}^{2+})$  en  $\Delta_0(\text{Ni}^{3+})$ ?

h) (2 punten) Wat kan er gebeuren met de spintoestanden van  $\text{Ni}^{2+}$  en  $\text{Ni}^{3+}$  als in plaats van  $\text{NH}_3$ ,  $\text{CN}^-$  als ligand wordt gebruikt en wat als  $\text{Cl}^-$  als ligand aanwezig is?

$\text{Ni}^{2+}$  met  $\text{CN}^-$  : \_\_\_\_\_

$\text{Ni}^{3+}$  met  $\text{CN}^-$  : \_\_\_\_\_

$\text{Ni}^{2+}$  met  $\text{Cl}^-$  : \_\_\_\_\_

$\text{Ni}^{3+}$  met  $\text{Cl}^-$  : \_\_\_\_\_