

TENTAMEN
Anorganische en Vaste stof Chemie

25-01-10
Tijd 9.00-12.00 uur

Gelieve elke onderdeel op een apart vel te maken.

Vermeld op elk vel dat u inlevert uw naam, adres en collegekaartnummer.

Veel Succes.

ANORGANISCHE CHEMIE

Opgave 1

Deze opgave **mag** u maken indien u voor een nog geldige tussentoets een **vijf of meer** heeft gehaald. In alle andere gevallen **moet** u deze opgave maken.

a)

De kristalveldsplitsing kan een aantal optische en electronische eigenschappen van complexen verklaren. De grote van de kristalveldsplitsing hangt af van een aantal factoren.

a1) Leg uit hoe de kristalveldsplitsing voor een oktaedrisch complex varieert als je gaat van een metaal in een tweewaardige oxidatie toestand (M^{2+}) naar een in de driewaardige oxidatie toestand (M^{3+})

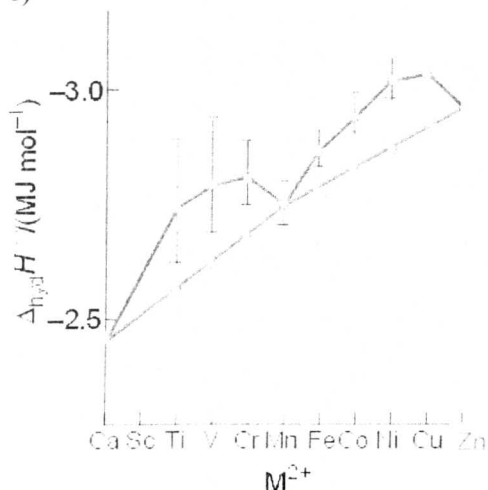
a2) Leg uit hoe de kristalveldsplitsing voor een oktaedrisch complex varieert als je gaat van de eerste serie overgangsmetalen naar de tweede serie overgangsmetalen.

b)

Gegeven Ni: $[Ar]3d^8 4s^2$

Het complex $[NiCl_4]^{2-}$ is paramagnetisch en heeft 2 ongepaarde electronen. Het complex $[Ni(CN)_4]^{2-}$ is diamagnetisch. Gebruik kristalveldplaatjes om voor beide complexen een structuur af te leiden. Leg uit hoe je tot je antwoord komt.

c)



Bovenstaande figuur geeft de hydratatie enthalpie van verschillende elementen aan ($M^{2+}(g) + 6H_2O(l) \rightarrow [M(H_2O)_6]^{2+}(aq)$). De onderste, bijna rechte lijn, is de lijn die je zou verwachten uitgaande van alleen electrostatistische interacties. De lijn met de twee bulten zijn de werkelijk gemeten enthalpien. Het verschil wordt verklaard met de kristalveld stabilisatie energie.

c1) Waarom wordt uitgaande van alleen electrostatistische interacties de onderste, bijna lineaire curve verwacht?

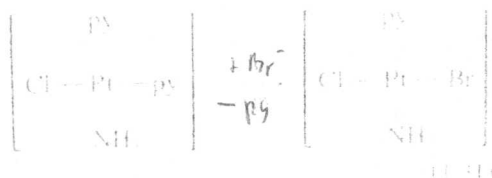
c2) Gegeven Mn: $[Ar] 3d^5 4s^2$. Is het Mn-aqua complex high of low spin. Leg uit hoe je aan je antwoord komt.

ANORGANISCHE CHEMIE

Opgave 2

Deze opgave **moet** u maken.

- a) Gegeven Be: $1s^2 2s^2$
Beryllium is een metallisch geleider ondanks dat het 2s orbitaal in Be vol is. Dit is te verklaren met de bandenstructuur van Be. Leg uit waarom Be een metallisch geleider is, maak hierbij gebruik van bandenplaatjes.
- b) Het boek van Barret zegt (iets gemodificeerd) over Be "Beryllium with 2 2s electrons might be expected to have a full 2s band. If that were so, the material would not exist..." Leg uit waarom de vaste stof beryllium niet zou bestaan als de 2s band helemaal vol is.
- c) Beryllium is een metallisch geleider. Er zijn ook nog half geleiders en isolatoren. Leg aan de hand van bandenplaatjes uit wat het verschil is tussen deze drie typen geleiders.
- d) De geleiding van halfgeleiders kun je verbeteren door n of p type doping. Leg aan de hand van bandenplaatjes uit hoe dat werkt.
- e) Wanneer je $\text{cis-}[\text{PtCl}(\text{NH}_3)_2]^+$ laat reageren met Br^- ontstaat er het produkt zoals hieronder weer gegeven. Hoe kun je verklaren dat voornamelijk dat product gevormd wordt en niet het product waar de NH_3 and Br trans ten opzichte van elkaar zitten.



VASTE STOF CHEMIE

Opgave 1

Deze opgave **mag** u maken indien u voor een nog geldige tussentoets een **viijf of meer** heeft gehaald.

In alle andere gevallen **moet** u deze opgave maken.

Het metaal kalium heeft de bcc structuur (body-centred cubic/^{bcc} ~~vak~~^{lichaam}-gecentreerd kubisch).

De afmeting van de ribbe van de eenheidscel is 533 pm.

- Ga na, op basis van een tekening van de eenheidscel, hoe veel (i) naaste burens en (ii) op-één-na naaste burens ieder K atoom heeft.
- Bereken de korste afstand tussen 2 K atomen in het rooster.
- In het “vrije” elektronenmodel bewegen de ladingsdragers in een grotendeels “lege” structuur. Gebruik het voorbeeld van K om aan te geven wat hier met “vrij” en “leeg” wordt bedoeld.
- Het specifiek geleidingsvermogen κ van een metaal wordt gegeven door

$$\kappa = n e \mu$$

Bij een elektrische veldsterkte van 10^5 V/m is de drift-snelheid v_d van elektronen in het metaal kalium 790 m/s. Gebruik dit gegeven en de afmeting van de

eenheidscel om κ voor kalium te berekenen en geef de dimensies van κ

$e = 1.6 \times 10^{-19}$ C. (μ heeft dimensies van $\text{m}^2/\text{V.s}$)

VASTE STOF CHEMIE

Opgave 2

Deze opgave **moet** u maken.

De groep IV elementen, koolstof (diamantvorm), silicium en germanium hebben een aantal eigenschappen gemeen. Ze bezitten allemaal de diamantstructuur. De elektrische en optische eigenschappen worden bepaald door een verboden zone tussen energiebanden. De bandafstand E_g is 5.5 eV voor diamant, 1.1 eV voor silicium en 0.67 eV voor germanium.

- (a) Welk type binding bepaalt de roosterenergie van deze vaste stoffen? Gebruik het begrip “hybridisatie” om het verband tussen bindingstype en kristalstructuur te verklaren.
- (b) Laat zien met behulp van een tekening gebaseerd op MO theorie hoe valentie- en geleidingsbanden ontstaan bij deze vaste stoffen. Gebruik dit “bandenplaatje” om een eenvoudige chemische verklaring te vinden voor de afnemende waarde van E_g in de reeks: diamant > silicium > germanium.
- (c) De bandafstand van de groep IV halfgeleiders kan worden bepaald door de optische absorptie coefficient (α) te meten. Geef een toelichting aan de hand van het bandenplaatje en een absorptiespectrum van de vaste stof.
- (d) Het elektrisch geleidingsvermogen κ voor een metaal wordt gegeven door $\kappa = n e \mu$.
Geef het overeenkomstige verband voor niet-gedoteerd Si.
Waarom is κ voor Si bij kamertemperatuur veel kleiner dan dat van een metaal (gebruik het bandenplaatje van deel (a))
Laat zien hoe licht de waarde van κ van een niet gedoteerde halfgeleider kan beïnvloeden. Hoe heet dit verschijnsel?
- (e) Verklaar aan de hand van het bandenplaatje waarom het doperen van diamant, silicium en germanium met boor (groep III) het geleidingsvermogen aanzienlijk verhoogt. Fosfor (groep V) dotering geeft bij kamertemperatuur een toename van het geleidingsvermogen van silicium en germanium maar niet van diamant. Geef een suggestie voor het afwijkende gedrag van diamant.