**27e Internationale Chemie Olympiade**

**Theorie-examen**

**Universiteit van Beijing**

**chemische faculteit**

**zo 16 juli 1995**

**belangrijk:**

* *Begin pas bij het rinkelen van de bel.*
* *Schrijf je naam en nummer bovenaan elk antwoordformulier.*
* *Alle antwoorden moeten ingeleverd worden op de verstrekte antwoordvellen. Alleen antwoorden die op de juiste antwoordformulieren zijn gegeven worden beoordeeld.*
* *Indien dat absoluut nodig is mogen extra pagina's worden gebruikt.*

*(Denk dan aan naam, nummer, nummer opgave!)*

**SCHRIJF NIET OP DE ACHTERKANT VAN DE ANTWOORDVELLEN.**

**BLIJF BINNEN DE KANTLIJNEN VAN 3 CM.**

Deze toets bestaat uit 6 opgaven. Elke opgave telt even zwaar. Het maximum aantal punten van dit theorie–examen bedraagt 60.

Het totale aantal pagina's is 10.

|  |  |
| --- | --- |
| atoommassa | andere gegevens |
| N 14,00  O 16,00  Cu 63,5  Zn 65,4 | *N*A = 6,022**⋅**1023 mol–1  *F* = 9,6485**⋅**104 C mol–1  *R* = 8,314 J mol–1 K–1 |

VEEL SUCCES!

# Theorieopgave 1

Een opgegraven oud chinees muziekinstrument, een carillon, was helemaal met roest (patina) bedekt. Bij chemische analyse bleek de roest CuCl, Cu2O en Cu2(OH)3Cl te bevatten. Simulatie–experimenten toonden aan dat er eerst CuCl gevormd wordt onder inwerking van een waterige oplossing die zowel lucht, als Cl– bevat. Daarna wordt Cu2(OH)3Cl gevormd volgens de twee verschillende wegen:



1. Beantwoord de volgende vragen, als de molaire Gibbsenergie (vrije enthalpie) van de vorming, Δf*G*om van de deeltjes gegeven is.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| deeltje | Cu2O(s) | CuO(s) | CuCl(s) | Cu2(OH)3Cl(s) | Cl–(aq) | OH–(aq) | H2O(l) | H+(aq) |
|  | –146 | –130 | –120 | –1338 | –131 | –157 | –237 | 0 |

* 1. Geef de reactievergelijkingen voor reacties (a), (b) en (c).
  2. Bereken de verandering van de molaire standaard vrije enthalpie Δr*G*om(298K) voor reacties (a) en (b).
  3. Leg uit door middel van een berekening in welke richting reactie (a) spontaan verloopt bij *T* = 298K en [HCl] = 1,0**⋅**10–4 mol dm–3.

1. Van reactie (c) werden bij verschillende temperaturen in een simulatie–experiment de reactieconstanten *k*c gemeten. Beantwoord de volgende vragen op basis van onderstaande gegevens.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | 25 | 40 |
|  | 1,29**⋅**10–4 | 2,50**⋅**10–4 |

* 1. Geef de vergelijking voor het berekenen van de activeringsenergie van reactie (c) en bereken de waarde.
  2. Geef de orde van de totaalreactie (c).

De snelheidsbepalende stap van reactie (c) is de reactie waarbij aan het oppervlak een monolaag O2 geadsorbeerd wordt. De Langmuiradsorptievergelijking is:



waarbij θi is de bedekking, *b*ide adsorptieconstante en *P*i de partiële druk van de geadsorbeerde component i is. Neem aan dat alleen O2 aan CuCl geadsorbeerd kan worden.

* 1. Schrijf de waargenomen snelheidsvergelijking van deze heterogene reactie (c) op.

Geef de voorwaarden waarbij de reactie respectievelijk van de eerste of de nulde orde is.

1. Een koperen plaat wordt in twee helften verdeeld, Cu(α) en Cu(β). Cu(α) wordt met een hamer bewerkt, waardoor Cu(α) en Cu(β) in bepaalde thermodynamische eigenschappen verschillen.

Er wordt een galvanische cel gemaakt met Cu(α) en Cu(β) met als celdiagram Cu(α)⏐CuSO4(aq)⏐Cu(β). De bronspanning *E* = φR – φL waarbij φR en φL respectievelijk de rechter– en linker elektrodepotentialen (d.w.z. halfcelpotentiaal) zijn.

* 1. Kies de juiste waarde van *E* en motiveer je keuze thermodynamisch:
  2. Geef de celreactie.

1. In een Cu–Zn legering zijn de molfracties van Cu en Zn respectievelijk 0,750 en 0,250. Het roostertype van de legering is hetzelfde als dat van zuiver Cu, behalve dat enkele Cu atomen willekeurig en statistisch vervangen zijn door Zn atomen. Dat wil zeggen op elke atoompositie is de waarschijnlijkheid van bezetting door Cu of Zn evenredig met de molfracties in de legering. Op deze manier kan de statistische samenstelling van de legering weergegeven worden met Cu0,75Zn0,25. Röntgenanalyse toont aan dat de atomen in de legering gerangschikt zijn volgens het kubische, vlak–gecentreerde, dichtste bolstapeling (**F**ace **C**entered **C**ubic, FCC). De dichtheid van de legering ρ = 8,51**⋅**103 kg m–3; de relatieve atoommassa's: Cu = 63,5; Zn = 65,4.

Bereken de gemiddelde atoomstraal bij deze statistische verdeling van de atomen in de legering.

# Theorieopgave 2

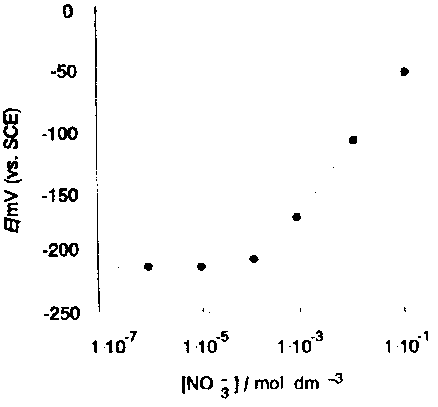
Melkserum is een bijproduct van de melkindustrie. De concentratie van NO3– in het serum kan gemeten worden met een ionselectieve elektrode. In het algemeen is er ongeveer 65 mg NO3– per liter serum aanwezig.

Met een bepaalde nitraationselectieve elektrode is door middel van een serie standaard nitraatoplossingen de bijgaande ijkcurve verkregen ten opzichte van een standaard calomel elektrode (SCE). De nitraatoplossingen hebben een bepaalde zuurgraad waarbij de Cl– concentratie 2,6**⋅**10–3 is.

1. Geef aan of het wel of niet goed mogelijk is de NO3– concentratie in melkserum onder deze omstandigheden te bepalen. (de atoommassa's: N =14,00; O = 16,00)

De selectieve elektrodecoëfficiënt 1 geeft aan hoe gevoelig de elektrode is voor NO3− en een gelijktijdig voorkomend Xn– ion.

Hieronder staan de selectieve coëfficiënten van Cl–, SO42– en ClO4– ten opzichte van NO3–.

 = 4,9**⋅**10–2

 = 4,1**⋅**10–5

 = 1,0**⋅**10–3

Hierbij wordt de concentratie aangegeven in mol dm–3.

1. Bereken hoeveel Cl– verwijderd moet worden uit 1 dm3 monsteroplossing.

Maak op basis van de berekening de beste keuze uit de onderstaande zilverzouten om de invloed van Cl– op de NO3– bepaling te verminderen ten einde de fout in de bepaling van de NO3– concentratie binnen de 1% te houden. De concentratie van NO3– in het serum is 1,40**⋅**10−3 mol dm–3 en die van Cl– is 1,60**⋅**10–2 mol dm–3.

(A) AgNO3 (B) Ag2SO4 (C) AgClO4

Bereken het aantal mol zout dat toegevoegd moet worden aan 1 dm3 van de te meten monsteroplossing. *K*s(AgCl) = 3,2**⋅**10–10 *K*s(Ag2SO4) = 8,0**⋅**10–5

Op deze manier wordt de NO3– concentratie bij 298 K bepaald. Meting van de elektrodepotentiaal *E* aan 25,00 cm3 monsteroplossing levert –160 mV.

*E* verandert in –130 mV als men 1,00 cm3 0,100 mol dm–3 NO3– standaardoplossing toevoegt. Gegeven is verder *R* = 8,314 J mol–1 K–1,

*F* = 9,6485**⋅**104 C mol–1, ladingsgetal *n* = 1

1. Bereken de NO3– concentratie in het melkserum.

De selectieve coëfficiënt van NO3– ten opzichte van CH3COO– is .

Aan het monster van vraag 2. wordt AgCH3COO toegevoegd.

1. Bereken nu de bovengrens van de pH waaronder het monster van vraag 2. gemeten kan worden met eveneens een fout kleiner dan 1%.

*K*s(AgCH3COO) = 8,0**⋅**10–3 *K*z(CH3COOH) = 2,2**⋅**10–5

# Theorieopgave 3

1,3–dihydroxyaceton (1,3–dihydroxypropanon) en glyceraldehyd (2,3–dihydroxypropanal) kunnen een evenwichtsreactie met elkaar aangaan. Glyceraldehyd gaat na verloop van tijd spontaan over in een cyclisch dimeer met 6 ringatomen C6H12O6. Het I.R. spectrum van het dimeer vertoont geen piek tussen 1600–1800 cm–1.

1. Geef de structuurformule van het reactie–intermediair bij de omzetting van 1,3–dihydroxyaceton in glyceraldehyd.
2. Teken de structuurformules volgens de Fischerprojectie van de gevormde glyceraldehyden en geef met D(+) en L(–) de configuratie ervan aan.
3. Geef de structuurformule van het dimeer. Let daarbij niet op de stereo–isomerie.
4. Teken de Haworthprojectieformules van de mogelijke stereo–isomeren van het dimeer die een centrum van symmetrie hebben.
5. Geef elk chiraal koolstofatoom in bovenstaande formules aan met R of S.

# Theorieopgave 4

Poly[(R)–3–hydroxyalkaanzuren], PHA's, worden door verscheidene bacteriesoorten gemaakt. PHA's dienen voor koolstof– en energie–opslag binnen de cel.

PHB, poly(3–hydroxybutaanzuur), gemaakt door bacteriën, bevat alleen repeterende eenheden (R)–HB. Synthetisch PHB bevat alleen (R)–HB of alleen (S)–HB of zowel (R)– als (S)–HB alternerend of in willekeurige volgorde.

1. Maak de ketens op het antwoordformulier volledig voor deze vier typen PHB's. Geef elk chiraal koolstofatoom met (R) of (S) aan. Zet bij elke keten of dat polymeer atactisch, syndiotactisch of isotactisch is.

Vijf monomeereenheden voor elke keten is voldoende.

(n.b. In "PHB" betekent P "poly" of "polymeer van", HB stelt de monomeereenheden voor die poly(3–hydroxybutaanzuur)moleculen vormen.)

1. Geef een suggestie voor twee soorten monomeren die een polymeerchemicus zou kunnen gebruiken om PHB te maken, afgezien van de stereochemie van de produkten. Eén voor polycondensatie en één voor een ander type polymerisatie.

Poly[(R)–3–hydroxybutaanzuur] kan gemaakt worden door in een stikstofvrije omgeving bacteriën (zoals *Alcaligenes Eutrophus* te voeden met natriumacetaat. Men neemt aan dat de belangrijkste stappen voor de omzetting van acetaat naar PHB zijn:

• de activering van acetaatmoleculen door coënzym A en aansluitend

• de vorming van met coënzym A geactiveerd acetoacetaat (3–oxobutanoaat).

• Dit wordt vervolgens gereduceerd door een reductase tot coënzym A geactiveerd monomeer 3–hydroxybutanoaat.

• Polymerisatie van het monomeer komt tot stand via een polymerase dat het polymeer opbouwt met eenduidige stereospecificiteit.

1. Schets deze stappen met structuurformules en pijlen. Geef in deze schets coënzym A met de gebruikelijke afkorting, –S–CoA (of –CoA) aan. Je hoeft geen enzymnamen boven de pijlen te zetten.

Als men in de voedingsbodem in plaats van natriumacetaat natriumbutanoaat gebruikt (als enige koolstofbron), is het hoofdproduct een co–polymeer van 3–hydroxybutaanzuur en 3–hydroxyhexaanzuur met de volgende algemene structuur:



1. Geef een verklaring voor dit resultaat. Gebruik alleen pijlen en structuurformules.

(n.b. twee verschillende monomeren zijn noodzakelijk voor de vorming van het copolymeer. De letters m en n in de structuurformule geven de aantallen eenheden weer en hebben niets van doen met je antwoord. Met andere woorden je mag ze in je antwoord weglaten.)

# Theorieopgave 5

Stikstofmonooxide heeft op het lichaam een tweeledige uitwerking. Stikstofmonooxide dat in de zenuwcellen ontstaat beschadigt deze cellen, terwijl stikstofmonooxide dat in de endotheelcellen van de bloedvaten ontstaat de bloedvaten ontspant en de bloeddruk regelt.

1. Geef de hoogste bezette molecuulorbitaal en de laagste onbezette molecuulorbitaal van een NO molecuul aan. Gebruik daarbij de symbolen π, σ, π\* of σ\* en geef de elektronen in die orbitalen aan met symbolen ↑ en/of ↓.

De verwijding van de bloedvaten wordt veroorzaakt door een reeks veranderingen die tot stand komen door coördinatie van NO aan ijzerionen. Deze ijzerionen vormen een bestanddeel van een heem–bevattend enzym. Het is bekend dat het gecoördineerde NO isoëlektronisch is met een CO molecuul.

1. Welke van de volgende deeltjes komt in dat geval werkelijk voor in het ijzercomplex?

A. NO B. NO+ C. NO–

Beschadiging van een cel wordt veroorzaakt door het vrije OH radicaal. Dit is een van de produkten van een reactie tussen O2– en NO.

O2– + NO + H+ → ONOOH → NO2 + OH

Hierbij wordt een intermediair peroxysalpeterigzuur gevormd.

1. Kies voor dit intermediair de structuurformule met de juiste bindingshoeken.



1. Voor de conservering van vlees wordt gewoonlijk natriumnitriet toegevoegd. Als gevolg daarvan ontstaat NO. Vervolgens reageert NO met zwavel– en ijzeratomen die bij de afbraak van eiwitten ontstaan. Hierbij wordt [Fe4S3(NO)7]– gevormd. Dit complexe anion stopt de bacteriegroei en is ontsmettend. Uit röntgenanalyse blijkt dat dit complexe anion bijgaande structuur heeft.
   1. Maak alle cirkels zwart die ijzeratomen voorstellen en voeg de symbolen Fe(A), Fe(B), Fe(C) en Fe(D) toe. Begin bovenaan.

Men heeft de configuratie van de 3d elektronenschil van de ijzeratomen bestudeerd met behulp van moderne structuuranalyse. Het hoofdoxidatiegetal van de vier ijzeratomen = –½.

* 1. Geef het oxidatiegetal van elk ijzeratoom. Neem aan dat in het complex elk ijzerion sp3 hybridisatie aanneemt.
  2. Laat zien hoeveel 3d elektronen elk ijzerion heeft (atoomnummer Fe is 26).

1. Het [Fe4S3(NO)7]– kan gereduceerd worden. Hierbij ontstaat een nieuw complex [Fe2S2(NO)4]2– dat een cyclische structuureenheid FeS2 bevat.
   1. Geef de structuurformule van het anion [Fe2S2(NO)4]2–.
   2. Geef het oxidatiegetal van elk ijzeratoom met gewone cijfers aan.

[Fe2S2(NO)4]2– kan omgezet worden in het carcinogeen [Fe2(SCH3)2(NO)4]*n*.

* 1. Welke van de volgende drie deeltjes bindt met een S atoom in [Fe2S2(NO)4]2–:

A. CH3+ B. •CH3 C. CH3– ? Ga na wat de waarde is van *n*.

# Theorieopgave 6

Een molecuul van een oppervlakteactieve stof (surfactant) kan in het algemeen met een model zoals in bijgaande figuur aangegeven worden. Hierbij geeft de cirkel de polaire kop (PK) weer, dat wil zeggen het hydrofiele molecuulgedeelte, en de rechthoek de niet–polaire staart (NS), dat wil zeggen het hydrofobe molecuulgedeelte.

1. AOT is een surfactant. Zijn IUPAC–naam is natriumzout van sulfobutaandizuur 1,4–bis–(2–ethylhexyl)ester met de formule (C20H37NaO7S). Een van de triviale namen is natriumdi–2–ethylhexylsulfobutaandioaat.
   1. Geef de structuurformule van AOT en vul op je antwoordblad zijn PK en NT in de cirkel en de rechthoek in.
   2. Kies uit onderstaande mogelijkheden het juiste type voor surfactant AOT.

A. nonionisch; B. anionisch C. kationisch D. andere

1. Bij mengen van een oplossing van 50 mmol dm–3 AOT in water met isooctaan (volumeverhouding 1 : 1) ontstaat in de isooctaanfase (de organische fase) een extractiesysteem, bestaande uit micellen.
   1. Teken voor de gegeven omstandigheden een micel met 10 AOT moleculen met behulp van het model in de figuur.
   2. Geef de formule van de deeltjes die dan in de binnenste holte van deze micel aanwezig zijn?

Een oplossing in water bevat de volgende proteïnen:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| proteïne | molecuulmassa (*M*r)/104 | isoëlektrisch punt (I.E.P.) |
| A  B  C  D  E  F | 1,45  1,37  6,45  6,80  2,40  2,38 | 11,1  7,8  4,9  4,9  4,7  0,5 |

Men kan deze proteïnen scheiden door mengen van deze oplossing met het AOT micelvormige extractiesysteem. Als men de pH van de oplossing op 4,5 brengt, kunnen slechts drie van de bovenstaande proteïnen in de holte van de micellen geëxtraheerd worden.

1. Welke proteïnen worden dan geëxtraheerd?



De drie proteïnen die in de micellen gemigreerd zijn worden van elkaar gescheiden volgens de werkwijze, weergegeven in onderstaande figuur.

*opmerking:* (w) *betekent waterfase;* (o) *betekent organische fase.*

Elk proteïne kan achtereenvolgens naar de respectievelijke waterlaag getransporteerd worden.

1. Zet eerst de drie geëxtraheerde proteïnen in de linker vakjes. Scheid ze dan volgens de beschreven werkwijze, zet het proteïne in het juiste vakje en geef bovendien de omstandigheden bij de scheiding boven elke pijl aan.

belangrijk: zet de code die is aangegeven rechtsboven je tafel rechtsboven op elk antwoordblad

# Theorieopgave 1

1. 1. reactievergelijking Δr*G*mo(298K) (kJ mol–1)
      1. 2 CuCl(s) + H2O(l) → Cu2O(s) + 2 H+(aq) + 2 Cl−(aq) 69
      2. Cu2O(s) + ½ O2(g) + H2O(l) + H+(aq) + Cl−(aq) → Cu2(OH)3Cl(s) −824

of Cu2O(s) + ½ O2(g) + 2 H2O(l)) + Cl−(aq) → Cu2(OH)3Cl(s) + OH−(aq)

* + 1. 2 CuCl(s) + ½ O2(g) + 2 H2O(l) → Cu2(OH)3Cl(s) + H+(aq) + Cl−(aq) 755
  1. r*G*m(298 K) = r*G*om(298 K) + 2 *RT* ln  = −22,3 kJ mol−1 < )

omcirkel het juiste antwoord:

A. → Naar rechts

1. 1. berekening

formule: 

*E*a = 34,2 kJ mol−1

* 1. totale reactieorde = 0 (met gewone cijfers)
  2. reactiesnelheid 

als  << 1, *r* = *kc* , 1e orde

als  >> 1, *r* = *kc*, 0e orde

1. 1. omcirkel het juiste antwoord A. *E* < 0 B. *E* = 0 C. *E* > 0 D. geen beslissing

De thermodynamische betrekking, gebruikt voor keuze 3 (C) is

r*G*m = −*nFE* < 0 ∴ *E* > 0

* 1. netto celreactie: Cu() → Cu()

1. *r* = 1,30⋅10−10 m

berekening: 

 = 8,51⋅103 kg m−3

*r* = 1,30⋅10−10 m

# Theorieopgave 2

1. omcirkel het juiste antwoord:

A. ja B. nee

1. berekening van de hoeveelheid Cl– die uit het monster verwijderd moet worden:

(1,4⋅10−3 ⋅ 0,01) : [Cl−] = 4,9⋅10−2 mol dm−3, [Cl−] = 2,9⋅10−4 mol dm−3

Overmaat [Cl−1] = 1,6⋅10−2 − 2,9⋅10−4 ≅ 1,6⋅10−2 mol dm−3

omcirkel het juiste antwoord:

A. AgNO3 B. Ag2SO4 C. AgClO4

Om interferentie van Cl− te reduceren, tenminste 1,6⋅10−2 mol Ag+ ion bij keuze Ag2SO4

berekening voor de keuze van het zilverzout en het aantal mol dat toegevoegd moet worden aan 1 dm3 monsteroplossing:

 = 4,1⋅10−5, *x*1 =  = 0,26% bij keuze Ag2SO4

= 1,0⋅10−3, *x*2 =  = 1,1% bij keuze AgClO4

∴ kies Ag2SO4

8,0⋅10−3 mol Ag2SO4 moet aan 1 dm3 monsteroplossing toegevoegd worden.

1. de concentratie van NO3– in het melkserum is:

berekening:

*E* = *E*2 − *E*1 = 0,059 log{(*C*x *V*x + *C*s *V*s)(*C*x[*V*x + *V*s])}

0,03 = 0,059 log [(25,00 *C*x + 0,10) : (26,00 ⋅ *C*x)]

*C*x = 1,7⋅10−3 mol dm−3

1. de bovengrens van de pH is 4,4

berekening:

(1,4⋅10−3 ⋅ *x*) : 1,6⋅10−2 = 2,7⋅10−3

*x* = 3,1% > 1 %

(1,4⋅10−3 ⋅ 0,01) : [CH3COO−] = 2,7⋅10−3

[CH3COO−] = 5,2⋅10−3 mol dm−3

1,6⋅10−2 − 5,2⋅10−3 = 1,08⋅10−2 mol dm−3

{[H+] ⋅ 5,2⋅10−3} : (1,08⋅10−2) = 2,2⋅10−5

[H+] = 4,3⋅10−5mol dm−3

pH = 4,4

# Theorieopgave 3

1. structuurformule van het reactie-intermediair:



1. Fischerprojectieformules en de configuraties [D(+) en L(–)]:



1. structuurformule van het dimeer:



1. Haworthprojectieformules van de mogelijke stereo–isomeren van het dimeer:



1. Geef elk chiraal koolstofatoom aan met R of S

# 

# Theorieopgave 4

1. Maak de ketens volledig voor de vier PHB's door CH3 en H op de goede plaatsen te zetten. Geef elk chiraal atoom aan met R of S. Zet bij elke keten atactisch, syndiotactisch of isotactisch.

**atactisch PHB**

**syndiotactisch PHB**

**isotactisch PHB**



1. Suggesties voor twee typen monomeren (structuurformules), een voor polycondensatie en een voor een ander type polymerisatie. Beide voor de PHB–synthese.

Monomeer 1 en 2:





1. Geef de vier stappen voor de omzetting van acetaat CH3COONa in PHB in structuurformules. Gebruik de conventionele afkorting voor coënzym A:–S–CoA (of –CoA)

CH3COO− → CH3−CO−ScoA → CH3−CO−CH2CO−ScoA → HO−CH(CH3)−CH2CO−ScoA →

−[−O−CH(CH3)−CH2CO−]n−

1. Verklaar de vorming van het copolymeer van 3–hydroxybutaanzuur en 3–hydroxyhexaanzuur als natriumbutanoaat CH3CH2CH2COONa wordt gebruikt als enige koolstofbron. Gebruik pijlen en structuurformules.

CH3CH2CH2COO− → CH3CH2CH2−CO−S−CoA → CH3CO−CH2CO−S−CoA → CH3−CO−CH2CO−S−CoA → CH3CH2CH2−CH(OH)−CH2CO−S−CoA →

CH3−CO− S−CoA + CH3CO−CH2CO−S−CoA → CH3CH2CH2COCH2CO−S−CoA →

CH3CH2CH2CH(OH)CH2CO−S−CoA

(coenzym A geactiveerd monomeer 3-hydroxypentaanzuur)

Dit monomeer kan ook als volgt weergegeven worden:



Copolymerisatie van deze twee monomeren geeft het gewenste copolymeer:

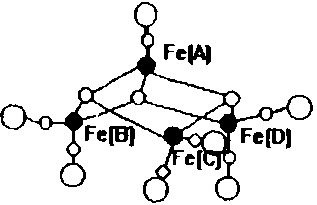


# Theorieopgave 5

1. De hoogst bezette molecuulorbitaal van NO is \*

zijn spinoriëntatie is ↑

de laagst onbezette molecuulorbitaal van NO is \*

1. omcirkel het juiste antwoord: A. B. C.
2. omcirkel het juiste antwoord: A. B. C. D.
   1. 
   2. oxidatiegetal voor elk ijzerion:

Fe(A) +1; Fe(B) −1; Fe(C) −1 Fe(D) −1

* 1. het aantal 3d elektronen op elk ijzerion:

Fe(A) 7; Fe(B) 9; Fe(C) 9; Fe(D) 9

* 1. 
  2. Fe(−1) Fe(−1)
  3. Het deeltje dat vast zit aan het S atoom is A; *n* = 0

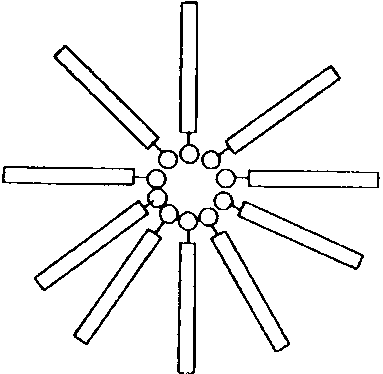
*opmerking: gebruik deze figuur als je een fout hebt gemaakt bij vraag 4.*

# Theorieopgave 6

* 1. De structuurformule van een AOT molecuul in dit model:



* 1. omcirkel het juiste antwoord: A. B. C. D.

1. Teken een model van een micel met 10 moleculen volgens bovenstaand model.
   1. 
   2. de formule/s van het/de deeltje/s binnen in de micel: H2O, Na+
2. omcirkel de juiste antwoorden:

A. B. C. D. E. F.

1. Zet de letters van de geëxtraheerde proteïnen in de juiste vakjes en de omstandigheden voor de scheiding boven de juiste pijlen:



**27e Internationale Chemie Olympiade**

**Practicumexamen**

Universiteit van Beijing

chemische faculteit

vrijdag 14 juli 1995

*Lees eerst de hele opgave en het antwoordformulier,*

*voordat je aan het experiment begint.*

WAARSCHUWING: Je moet ten alle tijde in het laboratorium een veiligheidsbril of je eigen bril dragen en de pipetteerballon gebruiken. Zet je, om welke reden ook, je bril af of pipetteer je met de mond, dan krijg je een waarschuwing. Een tweede waarschuwing levert 5 strafpunten op. Een derde waarschuwing betekent verwijdering uit het laboratorium.

Verwijdering uit het laboratorium betekent een score van 0 punten voor het gehele practicumexamen.

**belangrijk:**

*1) Schrijf je naam en nummer bovenaan* ***elk*** *antwoordformulier.*

*2) Begin pas nadat de zaalassistent het startsein gegeven heeft.*

*3) Je krijgt 5 klokuren voor het hele praktische examen, inclusief het invullen van de antwoordformulieren. Er zijn* ***drie*** *practicumopgaven.*

*4) Alle experimentele resultaten en antwoorden moeten op het antwoordformulier binnen de daarvoor bestemde ruimte worden ingevuld. Alleen antwoorden op de* ***goede*** *plaatsen worden nagekeken.*

*5) Schrijf nooit op de achterkant.*

*Vraag een nieuw vel als je ruimte tekort komt.*

*6) Gebruik voor het invullen de geleverde balpen.*

*7) Gebruik gedeïoniseerd water, behalve voor koeling.*

*8) Geef je antwoorden in het juiste aantal significante cijfers.*

Dit practicumexamen beslaat 6 pagina's.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| relatieve atoommassa's | | | | | |
| H  C  N | 1,008  12,01  14,01 | O  Na  S | 16,00  22,99  32,06 | K  Cu  I | 39,10  63,55  126,9 |

VEEL SUCCES !

# Practicumopgave I

Identificatie van onbekende oplossingen

**reagentia:**

|  |  |
| --- | --- |
| H2SO4 ( 6 mol dm–3)  HNO3 (6 mol dm–3)  HCl (6 mol  dm–3)  NaOH (6 mol  dm–3)  Ba(NO3)2 (0,5 mol dm–3) | HNO3 (conc.)  HCl (conc.)  Ba(OH)2 (verz.)  BaCl2 (0,5 moldm–3) |

**benodigdheden:**

reageerbuishouder

5 kleine reageerbuisjes

2 glazen roerstaafjes

2 druppelpipetjes

**te onderzoeken:**

Je krijgt vijf verschillende oplossingen in vijf reageerbuisjes A, B, C, D en E.

De oplossingen bevatten steeds één van de volgende verbindingen:

NH4Cl, (NH4)2SO4, NaNO3, MgCl2, Na2SO4

Toon aandoor reacties en uitsluiting welke verbinding in welke reageerbuis zit.

**belangrijk:**

*1) Je mag dit aantonen uitsluitend doen met één of twee van de bovengenoemde reagentia. Welke is/zijn dit? Geef de reactievergelijkingen.*

*2) Voer de hele analyse uit met de verstrekte hoeveelheid van de onbekende oplossingen. Aanvullen is niet mogelijk.*

# Practicumopgave II

**Bereiding van** *cis*-koper(II) bis-glycinaat hydraat [Cu(gly)2⋅xH2O]

*cis*-koper(II) bis-glycinaat hydraat kan bereid worden door de reactie van koper(II)hydroxide met glycine bij een temperatuur van ongeveer 70 °C.

#### reagentia:

CuSO4**⋅**5 H2O (s) aceton (propanon)

NH3(aq) (3 mol dm–3) NaOH (2 mol dm–3)

glycine (NH2CH2COOH(s) BaCl2 (0,5 mol dm–3)

95% ethanol

#### benodigdheden:

3 bekerglazen 250 cm3 2 glazen roerstaafjes

maatcilinder 100 cm3 afzuigpomp (gezamenlijk gebruik)

afzuigkolf 250 cm3 warmwaterbad (gezamenlijk gebruik)

büchnertrechter 60 mm bakje voor ijswater

2 horlogeglazen automatische balans (gez. gebruik)

2 druppelpipetjes thermometer (100 °C)

spatel

N.B. Als door gezamenlijk gebruik van apparatuur of reagentia wachttijd ontstaat, waarschuw dan de zaalassistent.

#### werkwijze

**I. Bereiding van Cu(OH)2**

1. Los in een 250 cm3 bekerglas het vooraf gewogen monster CuSO4⋅5 H2O (5,0 g)op in 40 cm3 water.
2. Voeg onder voorzichtig roeren 3 mol dm–3 ammonia toe aan de koper(II)sulfaatoplossing totdat het aanvankelijk gevormde neerslag volledig is opgelost en de oplossing blauwviolet van kleur is.
3. Voeg 25 cm3 2 mol dm–3 NaOH oplossing toe aan de blauwviolette oplossing. Hierdoor slaat Cu(OH)2 volledigneer.
4. Filtreer onder afzuiging met een büchnertrechter het verkregen Cu(OH)2 af. Was het neerslag met water totdat je in het filtraat geen SO42– meer kunt detecteren.
5. Verzamel het Cu(OH)2 voor de bereiding van Cu(gly)2⋅xH2O.
6. Geef de vergelijkingen van de reacties tijdens bovengenoemde werkwijze.

**II. Bereiding van *cis*-koper(II)bis-glycinaat hydraat**

1. Los een vooraf gewogen monster glycine (3,6 g) in een 250 cm3 bekerglas op in 150 cm3 water.
2. Verwarm de oplossing in een warmwaterbad (70 °C). Voeg onder voorzichtig roeren het Cu(OH)2 toe aan de oplossing totdat het neerslag is opgelost. Haal het bekerglas uit het bad en filtreer de hete oplossing zo snel mogelijk onder afzuiging met de büchnertrechter. Breng het filtraat over in een bekerglas van 250 cm3 en voeg daaraan 10 cm3 95% alcohol toe.
3. Koel de oplossing totdat na ongeveer 5 minuten naaldvormige kristallen verschijnen. Koel verder in een ijswaterbad gedurende 20 minuten.
4. Filtreer de kristallen onder afzuiging met de büchnertrechter en was eenmaal met 10 cm3 95% ethanol/watermengsel (1 : 3) en vervolgens twee keer met telkens 10 cm3 aceton om waterresten te verwijderen. Druk met de spatel de kristallen zo droog mogelijk uit op de büchnertrechter.
5. Verzamel het neerslag op een horlogeglas en geef dit met etiket aan de zaalassistent. Hij/zij droogt en weegt je product, schrijft de massa op en tekent dit af in jouw aanwezigheid.

N.B. Nadat .e practicumopgave III hebt uitgevoerd moet je de opbrengst van Cu(gly)2**⋅**xH2O in % berekenen!

# Practicumopgave III

**Bepaling van het koper(II)gehalte in Cu(gly)2⋅xH2O**

Het koper(II)gehalte in de door jou gemaakte Cu(gly)2**⋅**xH2O kristallen kan jodometrisch bepaald worden met stijfsel als indicator. Uit het verkregen resultaat kun je de waarde van x in Cu(gly)2**⋅**xH2O berekenen.

**reagentia:**

standaard KIO3 oplossing (de nauwkeurige concentratie staat op het etiket van je eigen fles)

H2SO4 oplossing (1,0 mol dm–3)

KI oplossing (0,6 mol dm–3)

NH4SCN oplossing (2 mol dm–3)

stijfseloplossing ((C6H10O5)n; 0,5%)

Na2S2O3 oplossing (deze moet gesteld worden)

**benodigdheden:**

buret 50 cm3 maatkolf 100 cm3

pipet 25 cm3 3 erlenmeyers 250 cm3

pipetteerballon met hulpstukje 3 maatcilinders 10 cm3

2 droge bekerglazen 100 cm3 maatcilinder 100 cm3

wasfles

**werkwijze:**

**1. Stellen van de Na2S2O3 oplossing.**

1. Breng 25,00 cm3 van een standaard KIO3 oplossing over in een erlenmeyer.
2. Voeg aan deze erlenmeyer 50 cm3 water, 10 cm3 KI oplossing en 5,0 cm3 H2SO4 oplossing (1,0 mol dm–3) toe.
3. Titreer onmiddellijk met de Na2S2O3 oplossing.

Voeg als de kleur van de oplossing lichtgeel wordt 2 cm3 stijfseloplossing toe.

Titreer verder totdat de blauwe kleur van de oplossing net verdwijnt.

Herhaal stappen 1) tot en met 3) tweemaal.

**2. Bepaling van het koper(II)gehalte in Cu(gly)2⋅xH2O**

1. Weeg in een droog bekerglas van 100 cm3 ongeveer 1,0 g Cu(gly)2**⋅**xH2O tot op 0,1 mg nauwkeurig af.

Als je minder dan 0,8 g product hebt, kun je Cu(gly)2**⋅**xH2O bijde zaalassistent verkrijgen. Dit kost je drie punten.

1. Los het monster op in 40 cm3 water en 8 cm3 H2SO4 oplossing (1,0 mol dm–3).
2. Breng de oplossing kwantitatief over in een 100 cm3 maatkolf en vul aan met water tot de maatstreep.
3. Breng 25,00 cm3 van deze koper(II)oplossing over in een erlenmeyer, voeg hieraan 50 cm3 water en 10 cm3 KI oplossing toe.
4. Titreer onmiddellijk met gestelde Na2S2O3 oplossing.

Voeg aan de erlenmeyer 2 cm3 stijfseloplossing en 3 cm3 NH4SCN oplossing toe vóór het eind van de titratie als de kleur van de oplossing verandert van bruin naar bleekgeel.

Titreer verder totdat de blauwe kleur van de oplossing net verdwijnt.

Herhaal stappen 4) en 5) tweemaal.

**naam:**

───────────

**studentnr:**

───────────

**antwoordformulier bij practicumopgave I**

1. **identificatie van de onbekende oplossingen:**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| oplossing | A | B | C | D | E |
| formule |  |  |  |  |  |

2. **reagentia die je kiest voor de identificatie:**

─────────────────────────────────

3. **Geef de reactievergelijkingen van de reacties die je gebruikt hebt voor elke identificatie.**

**naam:**

───────────

**studentnr:**

───────────

**antwoordformulier bij practicumopgave II**

1. Geef de vergelijkingen van de belangrijkste reacties die betrokken zijn bij de bereiding van Cu(OH)2.

2. massa van Cu(gly)2**⋅**xH2O: g

────────────────

handtekening van de zaalassistent:

────────────────

*belangrijk: Bereken de opbrengst nadat je practicumopgave III gemaakt hebt.*

**naam:**

───────────

**studentnr:**

───────────

**antwoordformulier bij practicumopgave III**

**1. Stellen van de Na2S2O3 oplossing.**

1. Geef van de twee reacties die van belang zijn bij het stellen van de Na2S2O3 oplossing de vergelijkingen.

i.

ii.

1. volumina van de Na2S2O3 oplossing:

*V*1 = cm3 *V*2 = cm3*V*3 = cm3

──── ────── ──────

*V*gemiddeld = cm3

──────

concentratie van KIO3 oplossing = mol dm–3 (zie etiket op de fles)

─────

1. concentratie van de Na2S2O3 oplossing = mol dm–3

───────

**2. bepaling van Cu2+ in Cu(gly)2⋅xH2O**

1. vergelijking van de reactie tussen Cu2+ en I–:
2. massa van Cu(gly)2**⋅**xH2O =  g

───────

1. volumina van de Na2S2O3 oplossingen:

*V*1 = cm3*V*2 = cm3*V*3 = cm3

──── ────── ──────

*V*gemiddeld = cm3

──────

1. massa % Cu2+ in Cu(gly)2**⋅**xH2O =

───────

1. berekende waarde van x in Cu(gly)2**⋅**xH2O met een nauwkeurigheid van 0,01

x =

──────

1. Bereken de opbrengst van Cu(gly)2**⋅**xH2O in%. Neem daarbij als massa 2,8 g in plaats van jouw verkregen opbrengst.

opbrengst: %

─────────

Laat zien hoe je de berekening hebt uitgevoerd:

# Correctiemodel voor Practicumtoets I 10 punten

1. Identificatie van onbekende oplossingen 5 punten

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| label oplossingen | A | C | D | E |
| formule |  |  |  |  |

1 punt voor elke juiste identificatie

1. Reagentia benodigd voor identificatie: Ba(OH)2, HCl of alleen Ba(OH)2 3 punten
2. Reactievergelijkingen behorend bij elke experimentele stap 2 punten

i 2 NH4Cl + Ba(OH)2 → BaCl2 + 2 NH3 + 2 H2O

NH4+ + OH− → NH3 + H2O

ii (NH4)2SO4 + Ba(OH)2 → BaCl2 + Mg(OH)2

of NH4+ + SO42− + Ba2+ + OH− →NH3 + H2O + BaSO4

iii MgCl2 + Ba(OH)2 → BaCl2 + Mg(OH)2

of Mg2+ + 2 OH− → Mg(OH)2

iv Na2SO4 + Ba(OH)2 → 2 NaOH + BaSO4

of SO42− + Ba2+ → BaSO4

v NH3 + HCl → NH4Cl

bij gebruik van meer dan deze twee reagentia 1 punt

voor elke onjuiste vergelijking −0,5 punt

# Correctiemodel voor Practicumtoets II 8 punten

1. Vergelijkingen voor de hoofdreacties bij de bereiding van Cu(OH)2 2 punten

Cu2+ + 4 NH3 → Cu(NH3)42+

of CuSO4 + 4 NH3 → Cu(NH3)4SO4

Cu(NH3)42+ + 2 OH− → Cu(OH)2 + 4 NH3

of Cu(NH3)4SO4 + 2 NaOH → Cu(OH)2 + Na2SO4 + 4 NH3

een punt voor een juiste vergelijking

2. Massa Cu(gly)2⋅*x* H2O = …g 6 punten

|  |  |
| --- | --- |
| massa in g | punten |
| ≥ 2,8 | 6 |
| 2,8 − 2,6 | 5 |
| 2,6 − 2,4 | 4 |
| 2,4 − 2,0 | 3 |
| 2,0 − 1,0 | 2 |
| < 1,0 | 1 |
| vochtig | 0 |

# Correctiemodel voor Practicumtoets III 13 punten

1. Stellen van Na2S2O3 oplossing 6 punten

(1) Twee reactievergelijkingen die een rol spelen bij het stellen van deze oplossing 2 punten

i IO3− + 5 I− + 6 H+ → 3 I2 + 3 H2O

of IO3− + 8 I− + 6 H+ → 3 I3− + 3 H2O

ii I2 + 2 S2O32− → 2 I− + S4O62−

of I3− + 2 S2O32− → 3 I− + S4O62−

1 punt voor elke juiste vergelijking (onjuiste balans − 0,5 punt; onjuiste formule − 1punt)

(2) Titratievolume voor de Na2S2O3 oplossing

|  |  |
| --- | --- |
| afwijking in mL | punten |
| ± 0,1 | 7 |
| 0,2 | 6 |
| 0,3 | 5 |
| 0,4 | 4 |
| 0,5 | 3 |
| 0,6 | 2 |
| 0,7 | 1 |

Berekening van de concentratie van de Na2S2O3 oplossing 1 punt

Onjuiste significantie −0,5 punt

1. Titratie van het monster

(1) Reactievergelijking van de reactie tussen Cu2+ en I−

2 Cu2+ + 4 I− → 2 CuI + I2

of 2 Cu2+ + 5 I− → 2 CuI + I3−

(2) massa Cu(gly)2⋅*x* H2O

(3) Titratievolume voor meting van het massa% Cu in Cu(gly)2⋅*x* H2O

|  |  |
| --- | --- |
| afwijking in mL | punten |
| ± 0,1 | 6 |
| 0,2 | 5 |
| 0,3 | 4 |
| 0,4 | 3 |
| 0,5 | 2 |
| 0,6 | 1 |

(4) Berekening massa% Cu in Cu(gly)2⋅*x* H2O 1 punt

Onjuiste significantie −0,5 punt

(5) Berekening *x* 1 punt

Onjuiste significantie −0,5 punt

(6) Opbrengst(%) 0 punten

Uitdrukkingen voor de berekening 2 punten