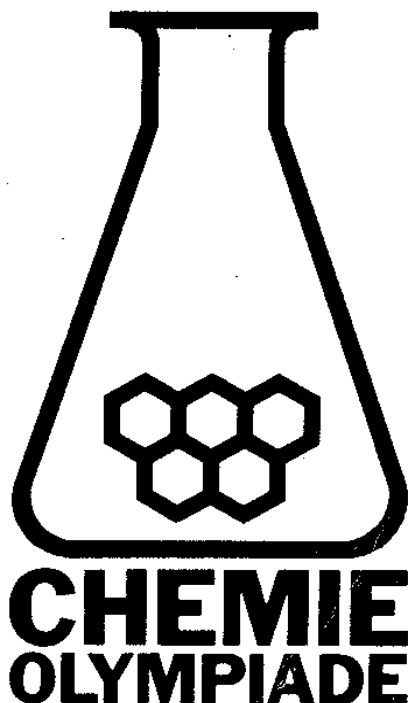


27^e Internationale Chemie Olympiade

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
	$N_A = 6,022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$
	$F = 9,6485 \cdot 10^4 \text{ C mol}^{-1}$
	$R = 8,314 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$

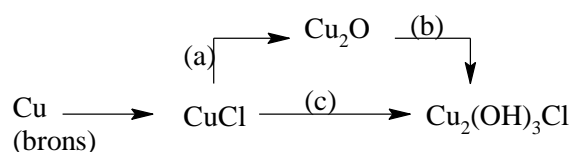
VEEL SUCCES!

Theorieopgave 1

Een opgegraven oud chinees muziekinstrument, een carillon, was helemaal met roest (patina) bedekt. Bij chemische analyse bleek de roest CuCl , Cu_2O en $\text{Cu}_2(\text{OH})_3\text{Cl}$ 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 $\text{Cu}_2(\text{OH})_3\text{Cl}$ gevormd volgens de twee verschillende wegen:



1. Beantwoord de volgende vragen, als de molaire Gibbsenergie (vrije enthalpie) van de vorming, $\Delta_f G_m^\circ$ van de deeltjes gegeven is.

deeltje	$\text{Cu}_2\text{O}(\text{s})$	$\text{CuO}(\text{s})$	$\text{CuCl}(\text{s})$	$\text{Cu}_2(\text{OH})_3\text{Cl}(\text{s})$	$\text{Cl}^-(\text{aq})$	$\text{OH}^-(\text{aq})$	$\text{H}_2\text{O}(\text{l})$	$\text{H}^+(\text{aq})$
$\Delta_f G_m^\circ(298\text{K})$ kJ mol^{-1}	-146	-130	-120	-1338	-131	-157	-237	0

- Geef de reactievergelijkingen voor reacties (a), (b) en (c).
 - Bereken de verandering van de molaire standaard vrije enthalpie $\Delta_f G_m^\circ(298\text{K})$ voor reacties (a) en (b).
 - Leg uit door middel van een berekening in welke richting reactie (a) spontaan verloopt bij $T = 298\text{K}$ en $[\text{HCl}] = 1,0 \cdot 10^{-4} \text{ mol dm}^{-3}$.
2. 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.

$\frac{t}{^\circ\text{C}}$	25	40
$\frac{k_c}{\text{mol dm}^{-3} \text{ s}^{-1}}$	$1,29 \cdot 10^{-4}$	$2,50 \cdot 10^{-4}$

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

De snelheidsbepalende stap van reactie (c) is de reactie waarbij aan het oppervlak een monolaag O_2 geadsorbeerd wordt. De Langmuiradsorptievergelijking is:

$$\theta_i = \frac{b_i P_i}{1 + \sum_i b_i P_i}$$

waarbij θ_i is de bedekking, b_i de adsorptieconstante en P_i de partiële druk van de geadsorbeerde component i is. Neem aan dat alleen O_2 aan CuCl geadsorbeerd kan worden.

- 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.

- Een koperen plaat wordt in twee helften verdeeld, $\text{Cu}(\alpha)$ en $\text{Cu}(\beta)$. $\text{Cu}(\alpha)$ wordt met een hamer bewerkt, waardoor $\text{Cu}(\alpha)$ en $\text{Cu}(\beta)$ in bepaalde thermodynamische eigenschappen verschillen.

Er wordt een galvanische cel gemaakt met $\text{Cu}(\alpha)$ en $\text{Cu}(\beta)$ met als celdiagram

$\text{Cu}(\alpha) | \text{CuSO}_4(\text{aq}) | \text{Cu}(\beta)$. De bronspanning $E = \varphi_R - \varphi_L$ waarbij φ_R en φ_L respectievelijk de rechter- en linker elektrodepotentialen (d.w.z. halfcelpotentialiaal) zijn.

- Kies de juiste waarde van E en motiveer je keuze thermodynamisch:
- Geef de celreactie.

- 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 $\text{Cu}_{0,75}\text{Zn}_{0,25}$. Röntgenanalyse toont aan dat de atomen in de legering gerangschikt zijn volgens het kubische, vlak-gecentreerde, dichtste bolstapeling (Face Centered Cubic, FCC). De dichtheid van de legering $\rho = 8,51 \cdot 10^3 \text{ kg m}^{-3}$; 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 NO_3^- in het serum kan gemeten worden met een ionselectieve elektrode. In het algemeen is er ongeveer 65 mg NO_3^- 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 $2,6 \cdot 10^{-3}$ is.

1. Geef aan of het wel of niet goed mogelijk is de NO_3^- concentratie in melkserum onder deze omstandigheden te bepalen. (de atoommassa's: N = 14,00; O = 16,00)

De selectieve elektrodecoëfficiënt $K_{\text{NO}_3^-, \text{X}^{n-}}$ geeft aan hoe gevoelig de elektrode is voor NO_3^- en een gelijktijdig voorkomend X^{n-} ion.

Hieronder staan de selectieve coëfficiënten van Cl^- , SO_4^{2-} en ClO_4^- ten opzichte van NO_3^- .

$$K_{\text{NO}_3^-, \text{Cl}^-} = \frac{C_{\text{NO}_3^-}}{C_{\text{Cl}^-}} = 4,9 \cdot 10^{-2}$$

$$K_{\text{NO}_3^-, \text{SO}_4^{2-}} = \frac{C_{\text{NO}_3^-}}{C_{\text{SO}_4^{2-}}} = 4,1 \cdot 10^{-5}$$

$$K_{\text{NO}_3^-, \text{ClO}_4^-} = \frac{C_{\text{NO}_3^-}}{C_{\text{ClO}_4^-}} = 1,0 \cdot 10^{-3}$$

Hierbij wordt de concentratie aangegeven in mol dm^{-3} .

2. Bereken hoeveel Cl^- verwijderd moet worden uit 1 dm^3 monsteroplossing.

Maak op basis van de berekening de beste keuze uit de onderstaande zilverzouten om de invloed van Cl^- op de NO_3^- bepaling te verminderen ten einde de fout in de bepaling van de NO_3^- concentratie binnen de 1% te houden. De concentratie van NO_3^- in het serum is $1,40 \cdot 10^{-3} \text{ mol dm}^{-3}$ en die van Cl^- is $1,60 \cdot 10^{-2} \text{ mol dm}^{-3}$.

(A) AgNO_3 (B) Ag_2SO_4 (C) AgClO_4

Bereken het aantal mol zout dat toegevoegd moet worden aan 1 dm^3 van de te meten

monsteroplossing. $K_s(\text{AgCl}) = 3,2 \cdot 10^{-10}$ $K_s(\text{Ag}_2\text{SO}_4) = 8,0 \cdot 10^{-5}$

Op deze manier wordt de NO_3^- concentratie bij 298 K bepaald. Meting van de elektrodepotential E aan 25,00 cm^3 monsteroplossing levert -160 mV .

E verandert in -130 mV als men 1,00 cm^3 0,100 mol dm^{-3} NO_3^- standaardoplossing toevoegt.

Gegeven is verder $R = 8,314 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$,

$F = 9,6485 \cdot 10^4 \text{ C mol}^{-1}$, ladingsgetal $n = 1$

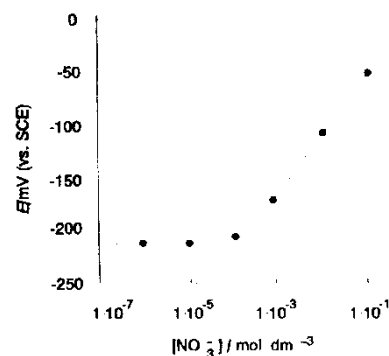
3. Bereken de NO_3^- concentratie in het melkserum.

De selectieve coëfficiënt van NO_3^- ten opzichte van CH_3COO^- is $K_{\text{NO}_3^-, \text{CH}_3\text{COO}^-} = 2,7 \cdot 10^{-3}$.

Aan het monster van vraag 2. wordt AgCH_3COO toegevoegd.

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

$K_s(\text{AgCH}_3\text{COO}) = 8,0 \cdot 10^{-3}$ $K_a(\text{CH}_3\text{COOH}) = 2,2 \cdot 10^{-5}$



Theorieopgave 3

1,3-dihydroxyaceton (1,3-dihydroxypropanon) en glycerinaldehyd (2,3-dihydroxypropanal) kunnen een evenwichtsreactie met elkaar aangaan. Glycerinaldehyd gaat na verloop van tijd spontaan over in een cyclisch dimeer met 6 ringatomen $C_6H_{12}O_6$. 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 glycerinaldehyd.
2. Teken de structuurformules volgens de Fischerprojectie van de gevormde glycerinaldehyden 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-hydroxybutaan-2-yl), 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.

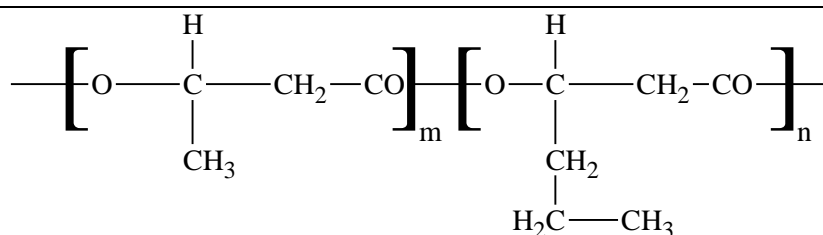
(n.b. In "PHB" betekent P "poly" of "polymeer van", HB stelt de monomeereenheden voor die poly(3-hydroxybutaan-2-yl)moleculen vormen.)

2. 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-hydroxybutaan-2-yl] 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.
3. 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-hydroxybutaan-2-yl en 3-hydroxyhexanoaat met de volgende algemene structuur:



4. 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

Stikstofmonoxide heeft op het lichaam een tweeledige uitwerking. Stikstofmonoxide dat in de zenuwcellen ontstaat beschadigt deze cellen, terwijl stikstofmonoxide 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 \uparrow en/of \downarrow .

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 heembevattend enzym. Het is bekend dat het gecoördineerde NO isoëlektronisch is met een CO molecuul.

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

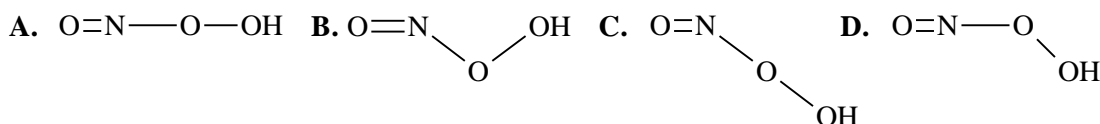
A. NO B. NO^+ C. NO^-

Beschadiging van een cel wordt veroorzaakt door het vrije OH radicaal. Dit is een van de producten van een reactie tussen O_2^- en NO.



Hierbij wordt een intermediair peroxyalspeterigzuur gevormd.

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

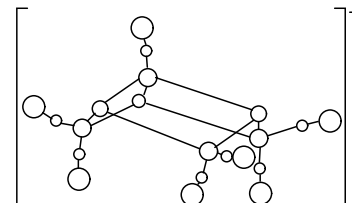


4. Voor de conservering van vlees wordt gewoonlijk natriumnitriet toegevoegd. Als gevolg daarvan ontstaat NO. Vervolgens reageert NO met zwavel- en ijzeratomen die bij de afbraak van eiwitten ontstaan. Hierbij wordt $[\text{Fe}_4\text{S}_3(\text{NO})_7]^-$ gevormd. Dit complexe anion stopt de bacteriegroei en is ontsmettend. Uit röntgenanalyse blijkt dat dit complexe anion bijgaande structuur heeft.

- a. 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 = $-1/2$.

- b. Geef het oxidatiegetal van elk ijzeratoom. Neem aan dat in het complex elk ijzerion sp^3 hybridisatie aanneemt.
c. Laat zien hoeveel 3d elektronen elk ijzerion heeft (atoomnummer Fe is 26).



5. Het $[\text{Fe}_4\text{S}_3(\text{NO})_7]^-$ kan gereduceerd worden. Hierbij ontstaat een nieuw complex $[\text{Fe}_2\text{S}_2(\text{NO})_4]^{2-}$ dat een cyclische structuureenheid FeS_2 bevat.

- a. Geef de structuurformule van het anion $[\text{Fe}_2\text{S}_2(\text{NO})_4]^{2-}$.
b. Geef het oxidatiegetal van elk ijzeratoom met gewone cijfers aan.

$[\text{Fe}_2\text{S}_2(\text{NO})_4]^{2-}$ kan omgezet worden in het carcinogeen $[\text{Fe}_2(\text{SCH}_3)_2(\text{NO})_4]^n$.

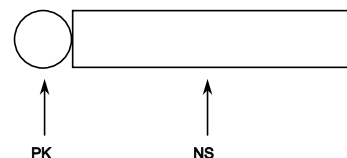
c. Welke van de volgende drie deeltjes bindt met een S atoom in $[\text{Fe}_2\text{S}_2(\text{NO})_4]^{2-}$:

- A. CH_3^+ B. $\bullet\text{CH}_3$ C. CH_3^- ? 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.



- AOT is een surfactant. Zijn IUPAC-naam is natriumzout van sulfobutaandizuur 1,4-bis-(2-ethylhexyl)ester met de formule $(\text{C}_{20}\text{H}_{37}\text{NaO}_7\text{S})$. Een van de triviale namen is natriumdi-2-ethylhexylsulfobutaandioaat.
 - Geef de structuurformule van AOT en vul op je antwoordblad zijn PK en NT in de cirkel en de rechthoek in.
 - Kies uit onderstaande mogelijkheden het juiste type voor surfactant AOT.

A. nonionisch; B. anionisch C. kationisch D. andere
- 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.
 - Teken voor de gegeven omstandigheden een micel met 10 AOT moleculen met behulp van het model in de figuur.
 - Geef de formule van de deeltjes die dan in de binnenste holte van deze micel aanwezig zijn?

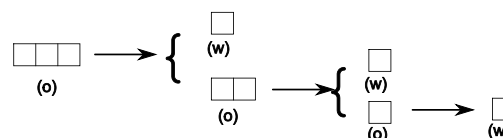
Een oplossing in water bevat de volgende proteïnen:

proteïne	molecuulmassa (M_r)/ 10^4	isoëlektrisch punt (I.E.P.)
A	1,45	11,1
B	1,37	7,8
C	6,45	4,9
D	6,80	4,9
E	2,40	4,7
F	2,38	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.

3. 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.

- 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.

NAAM: LANDCODE: NL STUDENTNR:

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

Theorieopgave 1

- 1.
- a. reactievergelijking $\Delta_r G_m^\circ(298\text{K})$ (kJ mol⁻¹)
- i) $2 \text{CuCl(s)} + \text{H}_2\text{O(l)} \rightarrow \text{Cu}_2\text{O(s)} + 2 \text{H}^+(\text{aq}) + 2 \text{Cl}^-(\text{aq})$ 69
- ii) $\text{Cu}_2\text{O(s)} + \frac{1}{2} \text{O}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{O(l)} + \text{H}^+(\text{aq}) + \text{Cl}^-(\text{aq}) \rightarrow \text{Cu}_2(\text{OH})_3\text{Cl(s)}$ -824
 of $\text{Cu}_2\text{O(s)} + \frac{1}{2} \text{O}_2(\text{g}) + 2 \text{H}_2\text{O(l)} + \text{Cl}^-(\text{aq}) \rightarrow \text{Cu}_2(\text{OH})_3\text{Cl(s)} + \text{OH}^-(\text{aq})$
- iii) $2 \text{CuCl(s)} + \frac{1}{2} \text{O}_2(\text{g}) + 2 \text{H}_2\text{O(l)} \rightarrow \text{Cu}_2(\text{OH})_3\text{Cl(s)} + \text{H}^+(\text{aq}) + \text{Cl}^-(\text{aq})$ 755
- b. $\Delta_r G_m(298 \text{ K}) = \Delta_r G_m^\circ(298 \text{ K}) + 2 RT \ln \frac{c_{\text{H}^+}}{c_{\text{H}^+}^\circ} \cdot \frac{c_{\text{Cl}^-}}{c_{\text{Cl}^-}^\circ} = -22,3 \text{ kJ mol}^{-1} (<)$

omcirkel het juiste antwoord:

A. → Naar rechts

2.

a. berekening

$$\text{formule: } \ln \frac{k_c(T_2)}{k_c(T_1)} = \frac{E_a}{R} \left[\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2} \right]$$

$$E_a = 34,2 \text{ kJ mol}^{-1}$$

b. totale reactieorde = 0 (met gewone cijfers)

$$\text{c. reactiesnelheid } r = k_c \theta_{\text{O}_2} = \frac{k_c b_{\text{O}_2} p_{\text{O}_2}}{1 + b_{\text{O}_2} p_{\text{O}_2}}$$

als $b_{\text{O}_2} p_{\text{O}_2} \ll 1$, $r = k_c b_{\text{O}_2} p_{\text{O}_2}$, 1^e orde

als $b_{\text{O}_2} p_{\text{O}_2} \gg 1$, $r = k_c$, 0^e orde

3.

a. 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

$$\Delta_r G_m = -nFE < 0 \therefore E > 0$$

b. netto celreactie: $\text{Cu}(\alpha) \rightarrow \text{Cu}(\beta)$

$$4. \quad r = 1,30 \cdot 10^{-10} \text{ m}$$

berekening: $a = 2\sqrt{2r}$

$$d = \frac{4(63,5 \times 0,75 + 65,4 \times 0,25) \cdot 10^{-3} \text{ kg mol}^{-1}}{a^3 N_A} = 8,51 \cdot 10^3 \text{ kg m}^{-3}$$

$$r = 1,30 \cdot 10^{-10} \text{ m}$$

Theorieopgave 2

1. omcirkel het juiste antwoord:

A. ja B. nee

2. berekening van de hoeveelheid Cl^- die uit het monster verwijderd moet worden:

$$(1,4 \cdot 10^{-3} \cdot 0,01) : [\text{Cl}^-] = 4,9 \cdot 10^{-2} \text{ mol dm}^{-3}, [\text{Cl}^-] = 2,9 \cdot 10^{-4} \text{ mol dm}^{-3}$$

$$\text{Overmaat } [\text{Cl}^-] = 1,6 \cdot 10^{-2} - 2,9 \cdot 10^{-4} \cong 1,6 \cdot 10^{-2} \text{ mol dm}^{-3}$$

omcirkel het juiste antwoord:

A. AgNO_3 B. Ag_2SO_4 C. AgClO_4

Om interferentie van Cl^- te reduceren, tenminste $1,6 \cdot 10^{-2} \text{ mol Ag}^+$ ion bij keuze Ag_2SO_4

NAAM: LANDCODE: NL STUDENTNR:

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

$$\frac{1,4 \cdot 10^{-3} x_1}{(8,0 \cdot 10^{-3})^{1/2}} = 4,1 \cdot 10^{-5}, x_1 = \frac{4,1 \cdot 10^{-5} \times 8,9 \cdot 10^{-2}}{1,4 \cdot 10^{-3}} = 0,26\% \text{ bij keuze } \text{Ag}_2\text{SO}_4$$

$$\frac{1,4 \cdot 10^{-3} x_1}{(1,6 \cdot 10^{-2})^{1/2}} = 1,0 \cdot 10^{-3}, x_2 = \frac{1,0 \cdot 10^{-3} \times 1,6 \cdot 10^{-2}}{1,4 \cdot 10^{-3}} = 1,1\% \text{ bij keuze } \text{AgClO}_4$$

∴ kies Ag₂SO₄

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

3. de concentratie van NO₃⁻ in het melkserum is:

berekening:

$$\Delta E = E_2 - E_1 = 0,059 \log\{(C_x V_x + C_s V_s)(C_x[V_x + V_s])\}$$

$$0,03 = 0,059 \log [(25,00 C_x + 0,10) : (26,00 \cdot C_x)]$$

$$C_x = 1,7 \cdot 10^{-3} \text{ mol dm}^{-3}$$

4. de bovengrens van de pH is 4,4

berekening:

$$(1,4 \cdot 10^{-3} \cdot x) : 1,6 \cdot 10^{-2} = 2,7 \cdot 10^{-3}$$

$$x = 3,1\% > 1\%$$

$$(1,4 \cdot 10^{-3} \cdot 0,01) : [\text{CH}_3\text{COO}^-] = 2,7 \cdot 10^{-3}$$

$$[\text{CH}_3\text{COO}^-] = 5,2 \cdot 10^{-3} \text{ mol dm}^{-3}$$

$$1,6 \cdot 10^{-2} - 5,2 \cdot 10^{-3} = 1,08 \cdot 10^{-2} \text{ mol dm}^{-3}$$

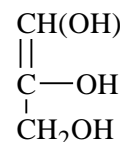
$$\{[\text{H}^+] \cdot 5,2 \cdot 10^{-3}\} : (1,08 \cdot 10^{-2}) = 2,2 \cdot 10^{-5}$$

$$[\text{H}^+] = 4,3 \cdot 10^{-5} \text{ mol dm}^{-3}$$

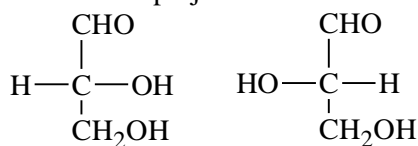
$$\text{pH} = 4,4$$

Theorieopgave 3

1. structuurformule van het reactie-intermediair:



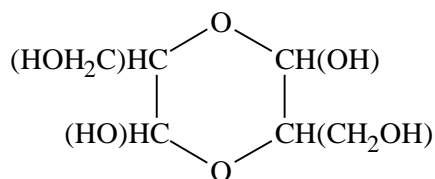
2. Fischerprojectieformules en de configuraties [D(+)] en [L(-)]:



D(+)

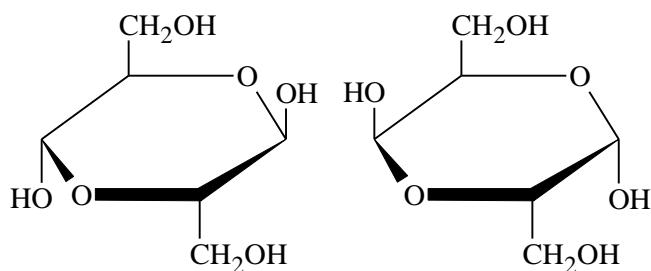
L(-)

3. structuurformule van het dimeer:

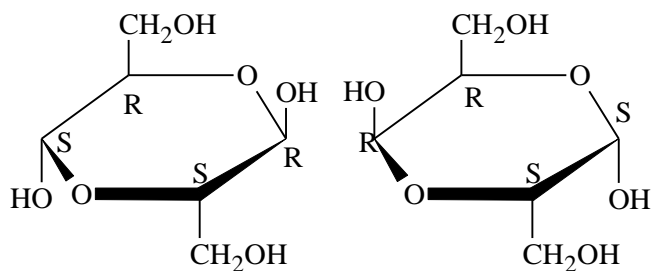


4. Haworthprojectieformules van de mogelijke stereo-isomeren van het dimeer:

NAAM: LANDCODE: NL STUDENTNR:



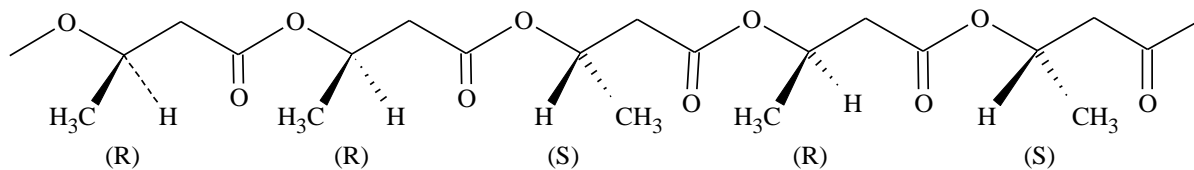
5. Geef elk chiraal koolstofatoom aan met R of S



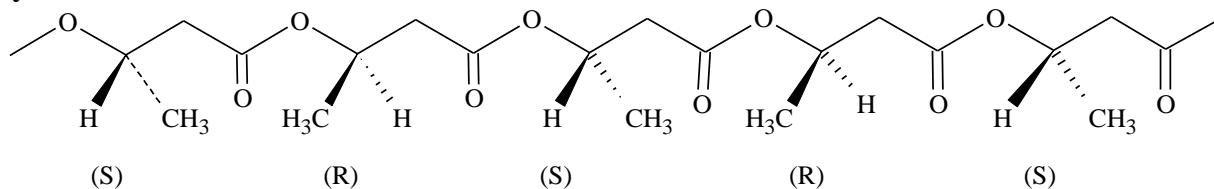
Theorieopgave 4

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.

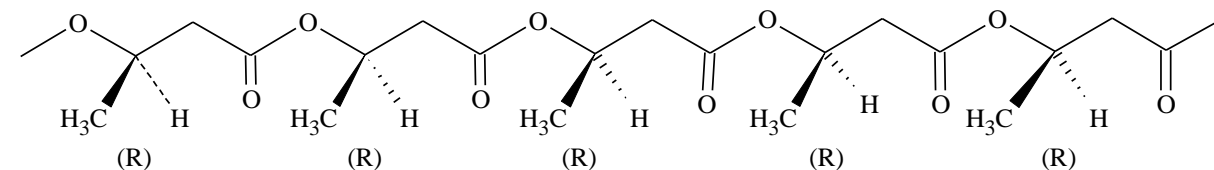
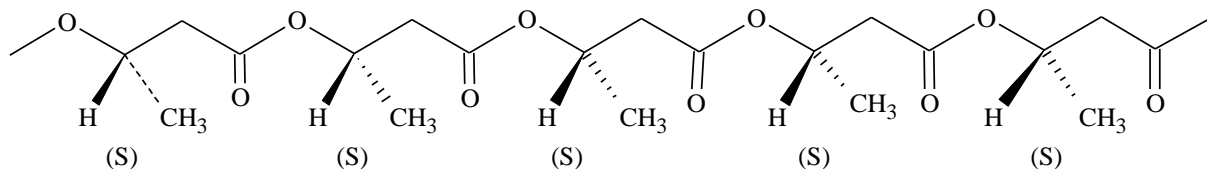
atactisch PHB



syndiotactisch PHB



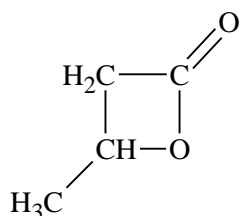
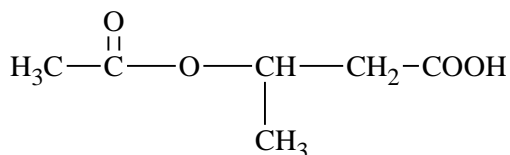
isotactisch PHB



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

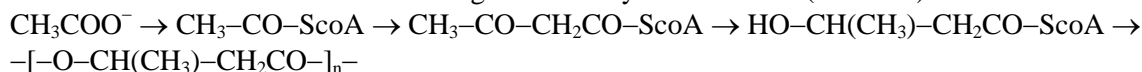
NAAM: LANDCODE: NL STUDENTNR:

Monomeer 1 en 2:

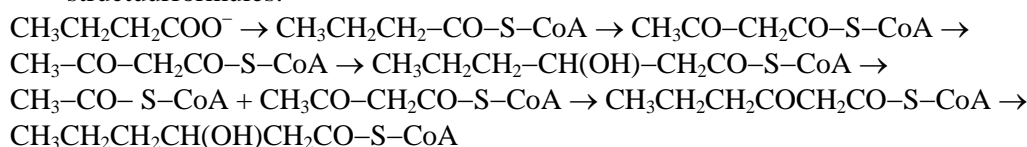


3. Geef de vier stappen voor de omzetting van acetaat CH_3COONa in PHB in structuurformules.

Gebruik de conventionele afkorting voor coënzym A: $-\text{S}-\text{CoA}$ (of $-\text{CoA}$)

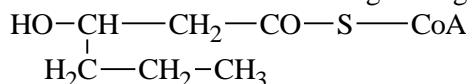


4. Verklaar de vorming van het copolymeer van 3-hydroxybutaanzuur en 3-hydroxyhexaanzuur als natriumbutanoaat $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{COONa}$ wordt gebruikt als enige koolstofbron. Gebruik pijlen en structuurformules.

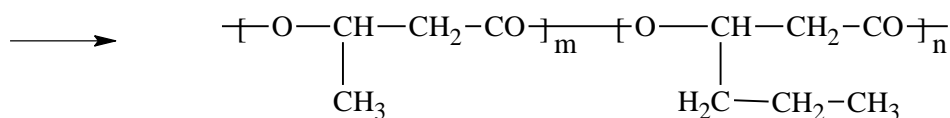
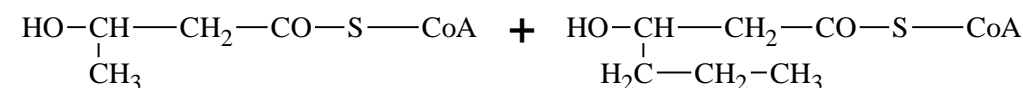


(coënzym A geactiveerd monomeer 3-hydroxypentaanzuur)

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 π^*
zijn spinoriëntatie is \uparrow

de laagst onbezette molecuulorbitaal van NO is π^*

2. omcirkel het juiste antwoord: A. B. C.

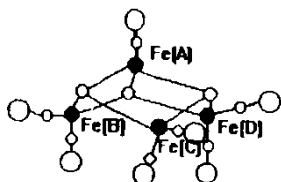
3. omcirkel het juiste antwoord: A. B. C. D.

NAAM:

LANDCODE: NL

STUDENTNR:

a.



b. oxidatiegetal voor elk ijzerion:

Fe(A) +1; Fe(B) -1; Fe(C) -1 Fe(D) -1

c. het aantal 3d elektronen op elk ijzerion:

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

5.

a.



b. Fe(-1) Fe(-1)

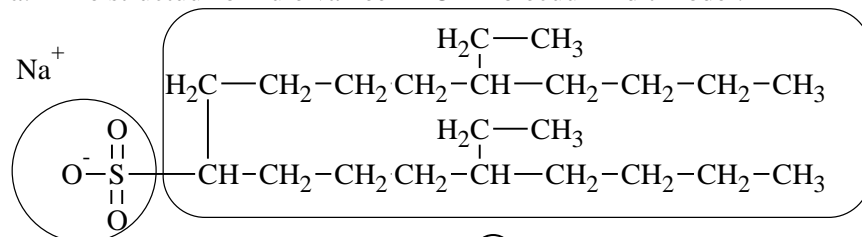
c. Het deeltje dat vast zit aan het S atoom is A; $n = 0$

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

Theorieopgave 6

1.

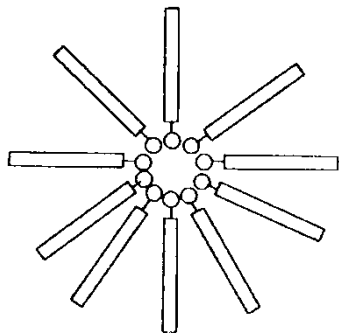
a. De structuurformule van een AOT molecuul in dit model:



b. omcirkel het juiste antwoord: A. B. C. D.

2. Teken een model van een micel met 10 moleculen volgens bovenstaand model.

a.



b. de formule/s van het/de deeltje/s binnen in de micel: H₂O, Na⁺

3. omcirkel de juiste antwoorden:

A.

B.

C.

D.

E.

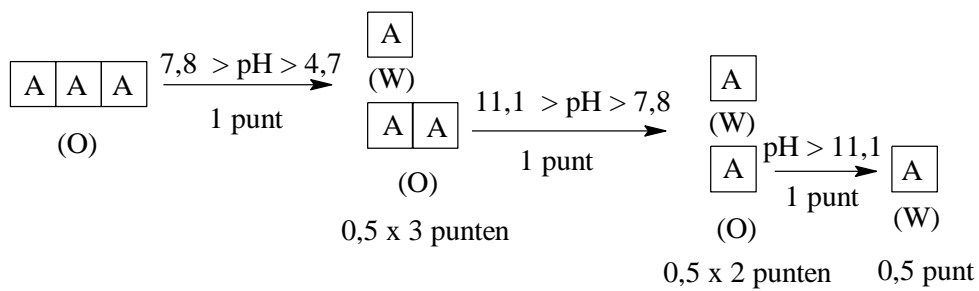
F.

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

NAAM:

LANDCODE: NL

STUDENTNR:



27^e 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

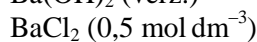
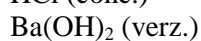
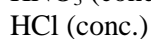
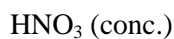
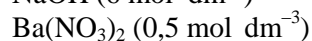
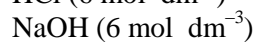
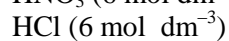
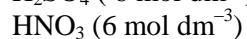
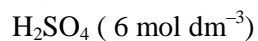
H	1,008	O	16,00	K	39,10
C	12,01	Na	22,99	Cu	63,55
N	14,01	S	32,06	I	126,9

VEEL SUCCES !

Practicumopgave I

Identificatie van onbekende oplossingen

reagentia:



benodigdheden:

reageerbuis houder

5 kleine reageerbuisjes

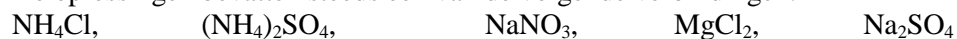
2 glazen roerstaafjes

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:



Toon aan door 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:

CuSO ₄ ·5 H ₂ O (s)	aceton (propanon)
NH ₃ (aq) (3 mol dm ⁻³)	NaOH (2 mol dm ⁻³)
glycine (NH ₂ CH ₂ COOH(s))	BaCl ₂ (0,5 mol dm ⁻³)
95% ethanol	

benodigdheden:

3 bekersglazen 250 cm ³	2 glazen roerstaafjes
maatcilinder 100 cm ³	afzuigpomp (gezamenlijk gebruik)
afzuigkolf 250 cm ³	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 bekersglas 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 volledig neer.
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

7. Los een vooraf gewogen monster glycine (3,6 g) in een 250 cm³ bekersglas op in 150 cm³ water.
8. 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 bekersglas uit het bad en filtreer de hete oplossing zo snel mogelijk onder afzuiging met de büchnertrechter. Breng het filtraat over in een bekersglas van 250 cm³ en voeg daaraan 10 cm³ 95% alcohol toe.
9. Koel de oplossing totdat na ongeveer 5 minuten naaldvormige kristallen verschijnen. Koel verder in een ijswaterbad gedurende 20 minuten.
10. 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.
11. 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 de practicumopgave III hebt uitgevoerd moet je de opbrengst van $\text{Cu}(\text{gly})_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ in % berekenen!

Practicumopgave III

Bepaling van het koper(II)gehalte in $\text{Cu}(\text{gly})_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}$

Het koper(II)gehalte in de door jou gemaakte $\text{Cu}(\text{gly})_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ kristallen kan jodometrisch bepaald worden met stijfzelsel als indicator. Uit het verkregen resultaat kun je de waarde van x in $\text{Cu}(\text{gly})_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ berekenen.

reagentia:

standaard KIO_3 oplossing (de nauwkeurige concentratie staat op het etiket van je eigen fles)

H_2SO_4 oplossing ($1,0 \text{ mol dm}^{-3}$)

KI oplossing ($0,6 \text{ mol dm}^{-3}$)

NH_4SCN oplossing (2 mol dm^{-3})

stijfzelseloplossing ($(\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5)_n$; 0,5%)

$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ oplossing (deze moet gesteld worden)

benodigdheden:

buret 50 cm^3

maatkolf 100 cm^3

pipet 25 cm^3

3 erlenmeyers 250 cm^3

pipetteerballon met hulpstukje

3 maatcilinders 10 cm^3

2 droge bekerglazen 100 cm^3

maatcilinder 100 cm^3

wasfles

werkwijze:

1. Stellen van de $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ oplossing.

1. Breng $25,00 \text{ cm}^3$ van een standaard KIO_3 oplossing over in een erlenmeyer.
2. Voeg aan deze erlenmeyer 50 cm^3 water, 10 cm^3 KI oplossing en $5,0 \text{ cm}^3$ H_2SO_4 oplossing ($1,0 \text{ mol dm}^{-3}$) toe.
3. Titreer onmiddellijk met de $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ oplossing.
Voeg als de kleur van de oplossing lichtgeel wordt 2 cm^3 stijfzelseloplossing 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 $\text{Cu}(\text{gly})_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}$

1. Weeg in een droog bekeerglas van 100 cm^3 ongeveer $1,0 \text{ g}$ $\text{Cu}(\text{gly})_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ tot op $0,1 \text{ mg}$ nauwkeurig af.
Als je minder dan $0,8 \text{ g}$ product hebt, kun je $\text{Cu}(\text{gly})_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ bij de zaalassistent verkrijgen. Dit kost je drie punten.
2. Los het monster op in 40 cm^3 water en 8 cm^3 H_2SO_4 oplossing ($1,0 \text{ mol dm}^{-3}$).
3. Breng de oplossing kwantitatief over in een 100 cm^3 maatkolf en vul aan met water tot de maatstreep.
4. Breng $25,00 \text{ cm}^3$ van deze koper(II)oplossing over in een erlenmeyer, voeg hieraan 50 cm^3 water en 10 cm^3 KI oplossing toe.
5. Titreer onmiddellijk met gestelde $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ oplossing.
Voeg aan de erlenmeyer 2 cm^3 stijfzelseloplossing en 3 cm^3 NH_4SCN 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 $\text{Cu}(\text{OH})_2$.

2. massa van $\text{Cu}(\text{gly})_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}$:

_____ 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.

2. volumina van de Na₂S₂O₃ oplossing:

$$V_1 = \underline{\hspace{2cm}} \text{ cm}^3 \quad V_2 = \underline{\hspace{2cm}} \text{ cm}^3 \quad V_3 = \underline{\hspace{2cm}} \text{ cm}^3$$

$$V_{\text{gemiddeld}} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ cm}^3$$

concentratie van KIO₃ oplossing = $\underline{\hspace{2cm}}$ mol dm⁻³ (zie etiket op de fles)

3. concentratie van de Na₂S₂O₃ oplossing = $\underline{\hspace{2cm}}$ 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 = $\underline{\hspace{2cm}}$ g

3. volumina van de Na₂S₂O₃ oplossingen:

$$V_1 = \underline{\hspace{2cm}} \text{ cm}^3 \quad V_2 = \underline{\hspace{2cm}} \text{ cm}^3 \quad V_3 = \underline{\hspace{2cm}} \text{ cm}^3$$

$$V_{\text{gemiddeld}} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ cm}^3$$

4. massa % Cu²⁺ in Cu(gly)₂·xH₂O = $\underline{\hspace{2cm}}$

5. berekende waarde van x in $\text{Cu}(\text{gly})_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ met een nauwkeurigheid van 0,01

x = _____

6. Bereken de opbrengst van $\text{Cu}(\text{gly})_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ 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

2. Reagentia benodigd voor identificatie: $\text{Ba}(\text{OH})_2$, HCl of alleen $\text{Ba}(\text{OH})_2$

3 punten

3. Reactievergelijkingen behorend bij elke experimentele stap

2 punten

i $2 \text{NH}_4\text{Cl} + \text{Ba}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{BaCl}_2 + 2 \text{NH}_3 + 2 \text{H}_2\text{O}$

$\text{NH}_4^+ + \text{OH}^- \rightarrow \text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O}$

ii $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 + \text{Ba}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{BaCl}_2 + \text{Mg}(\text{OH})_2$

of $\text{NH}_4^+ + \text{SO}_4^{2-} + \text{Ba}^{2+} + \text{OH}^- \rightarrow \text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{BaSO}_4$

iii $\text{MgCl}_2 + \text{Ba}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{BaCl}_2 + \text{Mg}(\text{OH})_2$

of $\text{Mg}^{2+} + 2 \text{OH}^- \rightarrow \text{Mg}(\text{OH})_2$

iv $\text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{Ba}(\text{OH})_2 \rightarrow 2 \text{NaOH} + \text{BaSO}_4$

of $\text{SO}_4^{2-} + \text{Ba}^{2+} \rightarrow \text{BaSO}_4$

v $\text{NH}_3 + \text{HCl} \rightarrow \text{NH}_4\text{Cl}$

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 $\text{Cu}(\text{OH})_2$

2 punten

$\text{Cu}^{2+} + 4 \text{NH}_3 \rightarrow \text{Cu}(\text{NH}_3)_4^{2+}$

of $\text{CuSO}_4 + 4 \text{NH}_3 \rightarrow \text{Cu}(\text{NH}_3)_4\text{SO}_4$

$\text{Cu}(\text{NH}_3)_4^{2+} + 2 \text{OH}^- \rightarrow \text{Cu}(\text{OH})_2 + 4 \text{NH}_3$

of $\text{Cu}(\text{NH}_3)_4\text{SO}_4 + 2 \text{NaOH} \rightarrow \text{Cu}(\text{OH})_2 + \text{Na}_2\text{SO}_4 + 4 \text{NH}_3$

een punt voor een juiste vergelijking

2. Massa $\text{Cu}(\text{gly})_2 \cdot x \text{H}_2\text{O} = \dots \text{g}$

6 punten

massa in g	punten
$\geq 2,8$	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 $\text{IO}_3^- + 5 \text{I}^- + 6 \text{H}^+ \rightarrow 3 \text{I}_2 + 3 \text{H}_2\text{O}$
 of $\text{IO}_3^- + 8 \text{I}^- + 6 \text{H}^+ \rightarrow 3 \text{I}_3^- + 3 \text{H}_2\text{O}$
- ii $\text{I}_2 + 2 \text{S}_2\text{O}_3^{2-} \rightarrow 2 \text{I}^- + \text{S}_4\text{O}_6^{2-}$
 of $\text{I}_3^- + 2 \text{S}_2\text{O}_3^{2-} \rightarrow 3 \text{I}^- + \text{S}_4\text{O}_6^{2-}$
- 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⁻
 $2 \text{Cu}^{2+} + 4 \text{I}^- \rightarrow 2 \text{CuI} + \text{I}_2$
 of $2 \text{Cu}^{2+} + 5 \text{I}^- \rightarrow 2 \text{CuI} + \text{I}_3^-$
- (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