

Voorronde 1987

Opgaven

woensdag 4 februari

Deze voorronde bestaat uit 6 opgaven verdeeld over 38 deelvragen. De normering van de onderdelen varieert van minimaal 2 punten tot maximaal 5 punten.

Het aantal onderdelen per opgave varieert nogal, de normering per opgave wordt aangegeven: totaal 120 punten.

Aangezien dit werk geen examen is, maar een vergelijkende toets, is het niet erg als je het werk niet afkrijgt. Zie maar hoe ver je komt. Veel succes er mee.

We hopen dat je de opgaven aardig vindt en bij enkele opgaven ook nieuwe gezichtspunten voor je naar voren komen.

N.B. Het gebruik van het BINAS-informatieboek en elektronisch rekentuig wordt aanbevolen.

■ Opgave 1 (19 punten)

In verband met de stijgende brandstofkosten wordt er naar gestreefd het gewicht van auto's omlaag te brengen. Onderdeel van dit streven is het meer en meer vervangen van metalen door kunststoffen.

Vaak wil men echter het oorspronkelijke uiterlijk handhaven. Om dat te bereiken, bedekt men kunststof onderdelen (radiatorgrille, wieloppen, e.d.) met een laagje metaal.

Is een zeer dun laagje metaal voldoende, dan neemt men zijn toevlucht tot het onder vacuüm opdampen van het metaal. Zijn de eisen hoger, dan moet men het metaal galvanisch laten neerslaan. Het vervelende is echter, dat kunststoffen niet geleidend zijn. Aanvankelijk heeft men getracht deze problematiek te omzeilen door op het voorwerp een zilverlaagje te laten neerslaan door het onder te dompelen in een ammoniakale zilverion-oplossing waaraan methanal (HCHO) wordt toegevoegd.

- 1 Geef de reactievergelijking voor de vorming van het zilverlaagje (NB. Er ontstaat ook methanaat, HCOO^-). 2

- 2 Leg uit waarom men hier spreekt van stroomloos metalliseren. 1

Als het zilver eenmaal is neergeslagen heeft men een geleidend laagje en is bedekking met chroom of iets dergelijks mogelijk door het voorwerp te gebruiken als elektrode in een chroom(III)-oplossing.

- 3 Leg uit of men het voorwerp anode of kathode moet maken en verklaar waarom men nu wel met echt galvaniseren te maken heeft. 2

De bovengenoemde methode bleek tegenvallende resultaten te geven: de metaallagen hechtten maar matig. Vandaar dat men op zoek is gegaan naar andere manieren om de kunststof te prepareren.

1. BEITSEN. (dat is het afetsen van de oppervlaktelaag).

Men brengt het voorwerp in bijvoorbeeld een oplossing van 300 à 400 g CrO_3 per liter die ook 25 à 30 massa-% H_2SO_4 bevat (temperatuur ca. 65°C , tijdsduur ca. 10 minuten).

Alvorens verder te kunnen gaan, moeten chroom(VI)verbindingen worden verwijderd. Dit bereikt men door behandeling met een oplossing van ijzer(II) zouten of hydrazinehydraat ($\text{N}_2\text{H}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$).

- 4 Geef de reactievergelijking voor de omzetting van chroom(VI) in chroom(III) met de reductor hydrazine (NB. Hydrazine wordt hierbij omgezet in stikstof). 2

Om milieuredenen is het ongewenst afgewerkte beitsbaden met chroom(III) zouten weg te laten vloeien. Men regenereert ze daarom tegenwoordig via anodische oxidatie.

- 5 Leg uit wat men hiermee bedoelt. 1

2. ACTIVERING.

Na beitsing wordt het voorwerp ondergedompeld in een zoutzure oplossing van tin(II)chloride. Als men daarna met water spoelt, ontstaat uit het tin(II)chloride een goed hechtende laag $\text{Sn}(\text{OH})\text{Cl}$ of $\text{Sn}(\text{OH})_2$. Hierna volgt onderdompeling in een bad met een ammoniakale zilvernitraatoplossing of een zure palladium(II)chloride-oplossing, waardoor edelmetalkernen ontstaan die goed hechten aan de tin(II)hydroxide- of tin(II)hydroxidechloride laag.

- 6 Geef de reactievergelijking voor de vorming van Ag of Pd. Bedenk eerst wat de reductor moet zijn. 2
- 7 Leg nu uit waarom het na de eigenlijke beitsfase absoluut noodzakelijk is chroom(VI) te verwijderen. 2

De reductie van Pd^{2+} tot Pd kan ook plaatsvinden met behulp van tetrahydroboraat, BH_4^- . Dan ontstaat o.a. H_2BO_3^- .

- 8 Geef de reactievergelijking voor dit proces. 2

Na het aanbrengen van een laagje Ag of Pd volgt dan de eigenlijke *chemische* verkopering, vernikkeling, enz. Zo ontstaat Ni door reactie van Ni^{2+} met H_2PO_2^- , dat in zure omgeving wordt omgezet in H_2PO_3^- en in basische omgeving in HPO_3^{2-} .

- 9 Geef één van beide reactievergelijkingen. 2

Een vervelende nevenreactie is in dit geval de vorming van waterstof doordat H_2PO_2^- ook water reduceert.

- 10 Geef ook hiervoor de reactievergelijking. 2

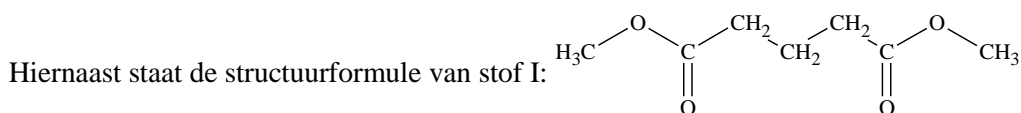
3. GALVANISEREN.

Uiteindelijk wordt het van een metaallaagje voorziene voorwerp *galvanisch* van een dikkere metaallaag voorzien.

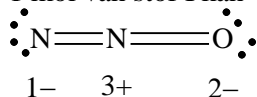
- 11 Leg uit waarom men mag verwachten dat alle achtereenvolgens aangebracht metaallaagjes goed op elkaar hechten. 1

Opgave 2

(25 punten)



1 mol van stof I kan worden omgezet in 1 mol 2-hydroxycyclopentanon en 2 mol methanol.



NB. In een moleculaire stof wordt aan elk atoom als volgt een oxidatiegetal toegekend: een gemeenschappelijk elektronenpaar rekent men bij het meest elektronegatieve atoom (bij gelijke elektronegativiteit verdeelt men het gemeenschappelijk paar gelijkelijk tussen beide atomen. Het oxidatiegetal van een atoom is nu het groepnummer van dat atoom, verminderd met het aantal beschikbare valentie-elektronen.

- 12 Onderzoek of stof I in deze reactie als oxidator of als reductor reageert. 5

- 13 1. Geef de halfreactie van het redoxkoppel methanol/methanal en geef daarin de oxidatiegetallen van de C-atomen aan. 4

2. Doe dat ook voor een organische halfreactie (kloppend) waarbij zes elektronen zijn betrokken.

Zo redenerend definieert hij de NORM (Number of Oxidations Relative to Methylene, d.i. het aantal oxidaties vergeleken met methyleen, CH_2 , als het "netto aantal twee-elektron oxidaties dat nodig is om een verbinding te maken uit methyleen".

Voor een organisch molecuul is de NORM (N) gelijk aan $(n - 1)$, waarin het aantal oxidatieplaatsen voorstelt. Als oxidatieplaatsen telt hij de volgende structuurkenmerken:

- een ring (al dan niet aromatisch)

- een dubbele binding
- een atoom dat elektronegatiever is dan koolstof.
- twee ongepaarde elektronen.

Zo heeft bijvoorbeeld fenylmethanol vijf oxidatieplaatsen: één ring + drie dubbele bindingen (in de fenylgroep) + één atoom dat elektronegatiever is dan koolstof (zuurstof).

Voor methyleen geldt dat $N = 0$. Want methyleen heeft 1 oxidatieplaats (twee ongepaarde elektronen), dus $n = 1$ en daar $N = n - 1$, geldt dat $N = 0$.

- 14 Laat zien dat voor methanal geldt $N = 1$. 2

Volgens de definitie zou nu de omzetting van methyleen in methanal een oxidatie zijn waarbij twee elektronen zijn betrokken.

- 15 Laat met behulp van oxidatiegetallen zien dat dat klopt. 2

Ook van ingewikkelder moleculen kan N bepaald worden.

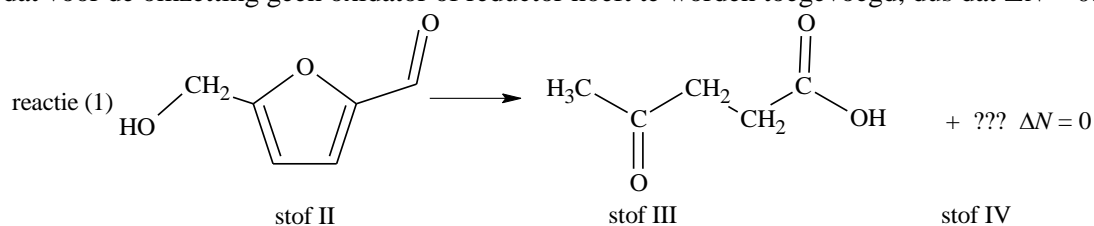
- 16 Laat zien dat de N van 3-cyclohexenon gelijk is aan 3. 2

Om nu na te gaan of een bepaalde reactie een redoxreactie is, bepaal je de N van de beginstoffen en telt ze bij elkaar op. Vervolgens bepaal je de N van de producten en telt ze bij elkaar op. Als nu $\Delta N (= N_{\text{producten}} - N_{\text{beginstoffen}})$ heb je met een redoxreactie te maken.

- 17 1. Ga nu op deze wijze na of stof I, in de reactie beschreven boven onderdeel □ 12 een oxidator of een reductor is. Leg je antwoord goed uit. 4

2. Vermeld ook hoeveel elektronen bij de redoxreactie betrokken zijn. Leg uit.

De NORM-waarden kunnen ook voor een ander doel gebruikt worden, namelijk voor het voorspellen van reactieproducten. In reactie (1), zie hieronder, heeft de uitgangsstof (stof II) zes koolstofatomen, maar het product (stof III) heeft maar vijf koolstofatomen. Dit suggereert dat een tweede product ontstaat dat waarschijnlijk slechts één koolstofatoom bevat. Verder blijkt dat voor de omzetting geen oxidator of reductor hoeft te worden toegevoegd, dus dat $\Delta N = 0$.



- 18 Beredeneer hoe groot de waarde van N is voor stof IV. 3

- 19 Geef een mogelijke formule voor stof IV, die in overeenstemming is met het voorafgaande en met je antwoord op vraag □ 18 3

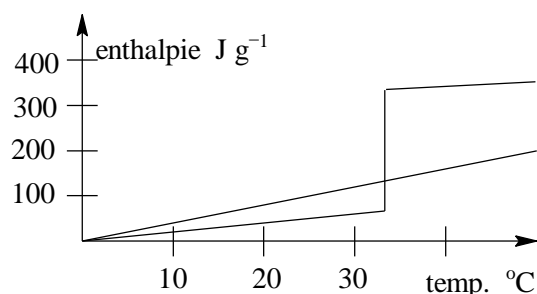
■ Opgave 3

(13 punten)

Een nieuwe ontwikkeling in verband met energiebesparing is de opslag van warmte in de aarde en/of het grondwater onder een huis. Warmte die in de zomer wordt opgenomen -bijvoorbeeld via zonnecollectoren - kan dan in de winter weer worden gebruikt om het huis mee te verwarmen. In plaats van aarde en/of water overweegt men het gebruik van het -tamelijk goedkope- glauberzout (natriumsulfaat met kristalwater in de molverhouding van één op tien).

Glauberzout heeft een faseovergang bij 32°C: bij deze temperatuur lost het natriumsulfaat op in het kristalwater.

- 20 Geef de “reactievergelijking” van deze faseovergang. 2



- 21 Gegeven is nevenstaand diagram. Bereken hieruit ΔH van deze faseovergang in kJ mol^{-1} . 2
- 22 Leg mede op grond van het diagram uit of glauberzout ook geschikt zou zijn als warmteopslagmedium indien de faseovergang zou liggen bij 2°C in plaats van 32°C . 3
- Een gemiddeld huis heeft bij vriesweer een warmteverlies van $4 \cdot 10^8 \text{ J/dag}$.
- 23 Bereken hoeveel m^3 glauberzout nodig zou zijn om bovengenoemd warmteverlies te compenseren. (dichtheid glauberzout: $1,464 \text{ g/mL}$). 3
- 24 Is warmteopslag met behulp van glauberzout een reële oplossing? 3

■ Opgave 4

(21 punten)

Van de verbinding azobenzeen (molecuulformule $\text{C}_6\text{H}_5\text{-N=N-C}_6\text{H}_5$) bestaan een *cis*- en een *trans*-vorm.

- 25 Teken de elektronenformules van *cis*- en *trans*-azobenzeen. 4

Uit onderzoeken blijkt:

bindingsafstand C–N in *trans*-azobenzeen: 141,5 pm
cis-azobenzeen: 146 pm
 methaanamine: 147,2 pm

De verbrandingsenthalpie van *trans*-azobenzeen bedraagt absoluut gezien 42 kJ minder dan die van *cis*-azobenzeen.

- 26 Licht toe dat bovenstaande experimentele gegevens met elkaar in overeenstemming zijn. 2

Eén van beide verbindingen is volkomen vlak. Bij de andere maken de twee benzeenringen een hoek van 50° met elkaar.

- 27 Beredeneer welke van beide verbindingen géén vlakke structuur zal hebben. 4

Onder normale omstandigheden is het moeilijk zuiver *cis*- of *trans*-azobenzeen in handen te krijgen, aangezien beide vormen in daglicht met elkaar in evenwicht zijn. Uit het verschil in verbrandingsenthalpie blijkt wel dat er voor één van beide structuren een voorkeur bestaat. Men kan nu proberen een mengsel van beide stoffen in zijn componenten te scheiden door middel van zogenaamde dunne-laagchromatografie (TLC) in het donker. Een dunne laag poreus materiaal (bijv. Al_2O_3 -poeder) op een glazen plaatje fungeert als stationaire fase; hierop wordt het te scheiden mengsel aangestipt; m.b.v. een loopvloeistof (de mobiele fase) treedt er een scheiding op, gebaseerd op het verschil in adsorptie en oplosbaarheid van de componenten. Men voert nu zo'n chromatografische scheiding uit van *cis*- en *trans*-azobenzeen in het donker met Al_2O_3 -poeder als dunne-laag en benzeen als loopvloeistof.

- 28 Leg uit dat *trans*-azobenzeen met benzeen als loopvloeistof het beste met de vloeistof zal meekomen en dus de hoogste piek zal opleveren. 5

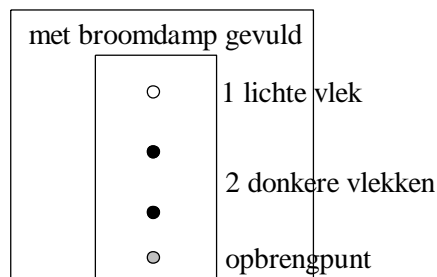
Op grond van de kleur zijn *cis*- en *trans*-azobenzeen niet zo goed te onderscheiden: *cis* is donkergeel en *trans* is geeloranje. Een hulpmiddel bij de identificatie is een reactie met broomdamp: *cis* reageert dan tot een donker gekleurde verbinding, *trans* reageert niet.

Om de invloed van licht na te gaan voert men het volgende experiment uit.

Men chromatografeert in het donker een mengsel van *cis*- en *trans*-azobenzeen, met Al_2O_3 als dunne-laag en benzeen als loopvloeistof. Na 30 minuten wordt de opstelling gedurende 10 seconden blootgesteld aan felle belichting met UV-licht. Op dat moment ziet men twee vlekken. Vervolgens chromatografeert men gedurende nog een half uur verder in het donker, waarna het experiment wordt beëindigd. Men plaatst het

chromatogram in een met broomdamp gevulde ruimte. Dit levert het beeld hiernaast.

- 29 Verklaar op grond van dit resultaat welke reactie er bij de UV-belichting moet hebben plaats gevonden en leg ook uit waarom deze reactie onder invloed van het licht plaatsvond. 6



Opgave 5

(15 punten)

De complexen A en B hebben dezelfde kwantitatieve samenstelling:

massa % Ca : 17,27 H : 3,84 Br : 46,83 N : 12,31 Cl : 10,39

- 30 Bepaal m.b.v. de gegeven massa% de verhoudingsformule van deze complexen. 5
- Als men 5,2 g stof A droogt in een exsiccator, treedt een massaverlies op van 0,27 g. Stof B behoudt onder dezelfde omstandigheden dezelfde massa. Meting van het geleidingsvermogen in een waterige oplossing laat zien dat stof A in twee ionen splitst en stof B in drie ionen. Beide complexen leveren bij titratie met een zilvernitraatoplossing een zilverbromide neerslag. Stof B verbruikt echter onder dezelfde omstandigheden de dubbele hoeveelheid titreervloestof.
- 31 Geef de structuurformules en de namen van stof A en B. 5
- 32 Geef van A minstens 3 stereo-isomeren (waaronder verschillende typen van stereo-isomeren) 5

Opgave 6

(22 punten)

Het is erg belangrijk dat de pH van bloed op een bepaalde constante waarde blijft. In ziekenhuizen wordt bij patiënten tijdens o.a. hartoperaties de pH van bloed op peil gehouden door de partiële CO₂-druk in de longen te regelen en soms door een injectie van een berekende hoeveelheid natriumwaterstofcarbonaatoplossing.

- 33 Leg uit dat een mengsel van kooldioxide en natriumwaterstofcarbonaat geschikt is om de pH constant te houden. 2
- 34 Geef het verband van de zuurconstante van CO₂(aq) en de concentraties van de betrokken deeltjes. 3

NB. In deze opgave mag het tweede evenwicht (de protolyse van het waterstofcarbonaat) worden verwaarloosd; dus $K_2(\text{HCO}_3^-) = 0$.

In de medische wereld maakt men gebruik van de Henderson-Hasselbach vergelijking:

$$\text{pH} = 6,10 - \log \frac{b \cdot p_{\text{CO}_2}}{[\text{HCO}_3^-]}$$

is de partiële druk van CO₂ in de longen in mm Hg-druk. (HCO₃⁻ is in mol/liter en *b* is de oplosbaarheid in bloed van CO₂ in mol per liter per mm Hg partiële CO₂ druk. *b* hangt af van de temperatuur en is bij 37 °C, de normale lichaamstemperatuur, $3,00 \cdot 10^{-5}$ mol per liter·per mm Hg.

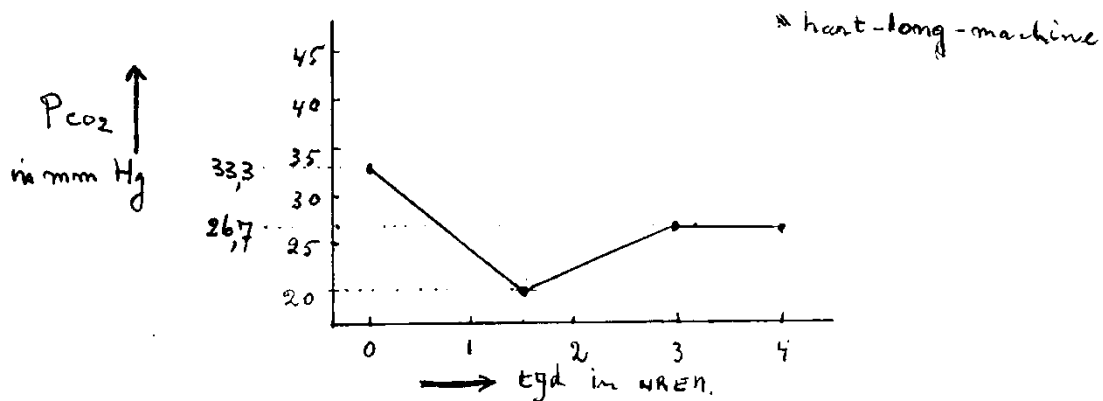
De waarde 6,10 in de vergelijking geldt ook bij 37 °C in bloed; bij kamertemperatuur bijv. zou deze waarde 6,40 zijn.

De oplosbaarheid van CO₂ in het bloed is recht evenredig met de partiële druk van CO₂ in de longen.

- 35 Leid de vergelijking van Henderson-Hasselbach af uit de uitdrukking van de zuurconstante in vraag b. 4
- 36 Bereken m.b.v. de tabellen 13, 44 en 6 uit BINAS de factor *b* uit de Henderson-Hasselbach-vergelijking bij 37°C in water. 6

(Bedenk dat de som van de partiële spanningen = 1,0 atm. en dat de partiële spanning van waterdamp gelijk is aan de verzadigingsdruk van water).

Voor het verkrijgen van meetgegevens bij 37 °C moet je evenredig interpoleren.



Bovenstaande figuur toont de variatie van p_{CO_2} van een patiënt die een hartoperatie ondergaat. De HCO_3^- concentratie in het bloed is $2,00 \cdot 10^{-2} \text{ mol L}^{-1}$. De patiënt wordt kunstmatig beademd. Na 1½ en na 3 uur verandert de anesthesist de beademingssnelheid en de samenstelling van het gasmengsel.

- 37 Bereken de pH van het bloed op enkele tijdstippen, namelijk op tijdstippen 0, 1½ en 3 uur en maak een grafiek van de pH tegen de tijd.

3

Na 4 uur wordt de patiënt op een hart-longmachine aangesloten. In de hart-longmachine wordt O_2 in het bloed van de patiënt opgelost en CO_2 uit het bloed verwijderd. De machine wordt eerst gevuld met 10,0 liter bloed uit een transfusie-eenheid. De analyse van dit bloed geeft: $pH = 7,26$ en $p_{CO_2} = 46,7 \text{ mm Hg}$. Volgens de Henderson-Hasselbach vergelijking geldt dan dat de HCO_3^- concentratie is $2,00 \cdot 10^{-2} \text{ mol L}^{-1}$. Dit bloed moet echter zoveel mogelijk passen bij het bloed van de patiënt.

- 38 Welke maatregelen moet de anesthesist nemen om ervoor te zorgen dat het transfusiebloed zoveel mogelijk past bij dat van de patiënt? Licht je antwoord toe.

4

Uitwerking

Opgave 1

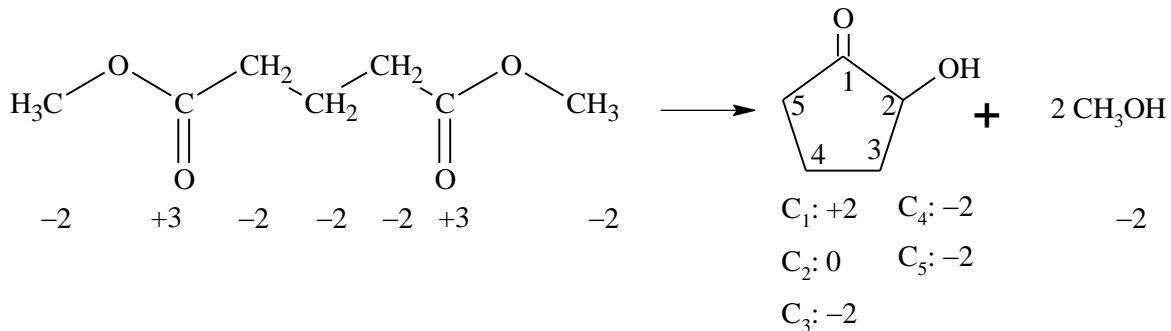
(19 punten)

- 1 $\text{HCHO} + 3 \text{OH}^- \rightleftharpoons \text{HCOO}^- + 2 \text{H}_2\text{O} + 2 \text{e}^-$ |1| 2
- $\text{Ag}(\text{NH}_3)_2^+ + \text{e}^- \rightleftharpoons \text{Ag} + 2 \text{NH}_3$ |2|
- $2 \text{Ag}(\text{NH}_3)_2^+ + \text{HCHO} + 3 \text{OH}^- \rightarrow 2 \text{Ag} + \text{HCOO}^- + 2 \text{H}_2\text{O} + 4 \text{NH}_3$
- 2 Deze redoxreactie verloopt spontaan (exotherm). Men hoeft dus geen energie in de vorm van elektrische stroom toe te voeren. 1
- 3 Voor het omzetten van Cr^{3+} in Cr^0 moeten e^- geleverd worden \Rightarrow aan de elektrode waar dit gebeurt moeten de elektronen dus naar beneden stromen \Rightarrow kathode. 2
- Chroom zet zich niet spontaan af op zilver (het is onedeler). De benodigde energie moet d.m.v. elektrische stroom geleverd worden.
- 4 $\text{Cr}^{6+} + 3 \text{e}^- \rightleftharpoons \text{Cr}^{3+}$ |4| 2
- $\text{N}_2\text{H}_4 \rightleftharpoons \text{N}_2 + 4 \text{H}^+ + 4 \text{e}^-$ |3|
- $4 \text{Cr}^{6+} + 3 \text{N}_2\text{H}_4 \rightarrow 4 \text{Cr}^{3+} + 3 \text{N}_2 + 12 \text{H}^+$
- 5 In een elektrolyseopstelling kan aan de anode Cr^{3+} weer geoxideerd worden tot Cr^{6+} . 1
- 6 2
- $\text{Ag}(\text{NH}_3)_2^+ + \text{e}^- \rightleftharpoons \text{Ag} + 2 \text{NH}_3$ |2|
- $\text{Sn}^{2+} \rightleftharpoons \text{Sn}^{4+} + 2 \text{e}^-$ |1|
- $2 \text{Ag}(\text{NH}_3)_2^+ + \text{Sn}^{2+} \rightarrow 2 \text{Ag} + \text{Sn}^{4+} + 4 \text{NH}_3$
- of
- $\text{Pd}^{2+} + 2 \text{e}^- \rightleftharpoons \text{Pd}$
- $\text{Sn}^{2+} \rightleftharpoons \text{Sn}^{4+} + 2 \text{e}^-$
- $\text{Pd}^{2+} + \text{Sn}^{2+} \rightarrow \text{Pd} + \text{Sn}^{4+}$
- 7 Het overgebleven Cr^{6+} zou de tin(II)laag aantasten d.m.v. oxidatie. 2
- 8 $\text{Pd}^{2+} + 2 \text{e}^- \rightleftharpoons \text{Pd}$ |4| 2
- $\text{BH}_4^- + 3 \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{BO}_3^- + 8 \text{H}^+ + 8 \text{e}^-$ |1|
- $4 \text{Pd}^{2+} + \text{BH}_4^- + 3 \text{H}_2\text{O} \rightarrow 4 \text{Pd} + \text{H}_2\text{BO}_3^- + 8 \text{H}^+$
- 9 2
- $\text{Ni}^{2+} + 2 \text{e}^- \rightleftharpoons \text{Ni}$
- $\text{H}_2\text{PO}_2^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{PO}_3^- + 2 \text{H}^+ + 2 \text{e}^-$ of $\text{H}_2\text{PO}_2^- + 3 \text{OH}^- \rightleftharpoons \text{HPO}_3^- + 2 \text{H}_2\text{O} + 2 \text{e}^-$
- $\text{Ni}^{2+} + \text{H}_2\text{PO}_2^- + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ni} + \text{H}_2\text{PO}_3^- + 2 \text{H}^+$ $\text{Ni}^{2+} + \text{H}_2\text{PO}_2^- + 3 \text{OH}^- \rightarrow \text{Ni} + \text{HPO}_3^- + 2 \text{H}_2\text{O}$
- 10 $\text{H}_2\text{PO}_2^- + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{PO}_3^- + \text{H}_2$ 2
- 11 Ook op het grensvlak tussen 2 metalen kan een stevige metaalbinding ontstaan. 1

Opgave 2

(25 punten)

- 12 Totaal aantal valentie-elektronen (in paren): 32 (stof I) + 20 (cycloverbinding) + 14 (methanol) 5



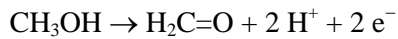
Onder de C-atomen staan de oxidatiegetallen. Oxidatiegetal van H = 1, van O = -2

Vergelijk de buitenste C-atomen van stof I met CH₃OH: ox.getallen blijven -2.

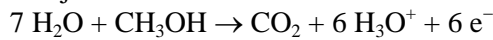
-CH₂-CH₂-CH₂- van stof I ⇒ C₃, C₄, C₅ van cyclo: blijft -2

C=O uit stof I werd C₁ (+3 → +2) en C₂ (+3 → 0); er zijn dus e⁻ opgenomen ⇒ stof I = oxidator.

- 13 1. bijv. prim. alkanol → alkanal 4

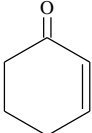


2. bijv. methanol → koolstofdioxide



- 14 $\left. \begin{array}{l} 2 \times \text{dubbele binding} \\ \text{O (elektronegatiever dan C)} \end{array} \right\} n = 2 \Rightarrow N = 1$ 2

- 15 In $\text{H}-\overset{\cdot}{\underset{\cdot}{\text{C}}}-\text{H}$ is het ox.getal van C = -2, in $\begin{array}{c} \text{H}-\text{C}=\text{O} \\ | \\ \text{H} \end{array}$ is het 0 ⇒ 2 e⁻ opgenomen ⇒ oxidatie 2

- 16  2 × dubbele binding, O elektronegatiever dan C, ring ⇒ n = 4 ⇒ N = 3 2

- 17 1. stof I: 4 × O, 2 × dubbele binding ⇒ n = 6 ⇒ N = 5 4

hydroxypentanon: 2 × O, 1 × ring, 1 × dubbele binding ⇒ n = 4 ⇒ N = 3

CH₃OH: 1 × O ⇒ n = 1 ⇒ N = 0

ΔN = N_{producten} - N_{reactanten} = -2 ⇒ reductie waarbij 4 e⁻ betrokken zijn.

2. Zie onder 1.: per eenheid in N zijn volgens de definitie 2 e⁻ betrokken: ΔN = -2 ⇒ 4 e⁻

- 18 stof II: 1 ring, 3 × O, 3 dubbele bindingen ⇒ N = 6; stof III: 3 × O, 2 dubbele bindingen ⇒ N = 4

ΔN = 0 ⇒ N(stof IV) = 2

- 19 1 C-atoom, 3 oxidatieplaatsen ⇒ proberen (zie tabel). 3
- | formule | N |
|--------------------|-----------------|
| CH ₄ | -1 |
| CH ₃ OH | 0 |
| H ₂ CO | 1 |
| CO ₂ | 3 |
| HCOOH | 2 (dit voldoet) |
- (Het oxidatiegetal van C verandert als het aangrenzende atoom van minder elektronegatief méér elektronegatief wordt ⇒ N verandert ook.)

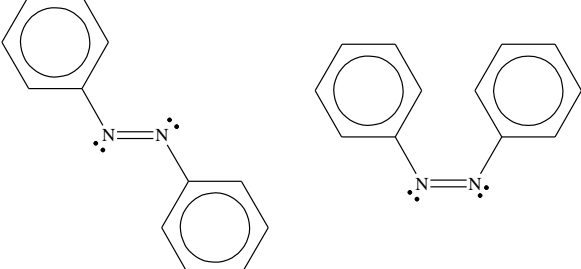
Opgave 3

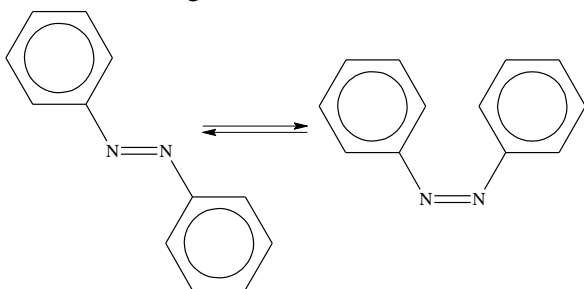
(13 punten)

- 20 $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}(\text{s}) \rightarrow 2 \text{Na}^+(\text{aq}) + \text{SO}_4^{2-}(\text{aq})$ 2
- 21 $\Delta H_{\text{faseovergang}} \approx 240 \text{ J g}^{-1}$ 2
- $$\frac{240 \text{ J}}{1 \text{ g glauber}} \cdot \frac{322 \text{ g}}{\text{mol}} = \frac{77 \text{ kJ}}{\text{mol}}$$
- 22 Glauberzout moet bij faseovergang (naar vaste toestand) warmte kunnen overdragen aan water. Water moet dus lagere enthalpie-inhoud hebben. Bovendien moet het water vervolgens een ruimte verwarmen: d.w.z. $T_{\text{water}} > T_{\text{kamer}} \Rightarrow$ faseovergang moet liggen bij 30 – 35 °C. 3
- 23 $1 \text{ mL glauber} \hat{=} 1,464 \text{ g} \hat{=} 351,4 \text{ J}$ 3
- $$4 \cdot 10^8 \text{ J} \hat{=} 1,14 \cdot 10^6 \text{ mL} \hat{=} 1,14 \text{ m}^3.$$
- 24 Tijdens een paar dagen vriesweer wordt er wel erg veel warmte onttrokken aan het glauberzout. Daarvoor is dan erg veel kubieke meter glauberzout nodig. 3

Opgave 4

(21 punten)

- 25  4
- 26 $|\Delta H_{\text{verbranding}}^{\text{trans}}| < |\Delta H_{\text{verbranding}}^{\text{cis}}| \Rightarrow$ bij verbreken bindingen meer energie nodig bij *trans* \Rightarrow 2
- trans* heeft steviger C–N-binding \Rightarrow bindingsafstand korter.
- 27 In *cis* structuur liggen niet-bindende elektronenparen dicht bij elkaar \Rightarrow afstoting \Rightarrow langere bindingsafstand \Rightarrow maar ook er treedt torsie op. 4
- òfwel in *trans* kortere bindingsafstand \Rightarrow steviger binding \Rightarrow betere overlap van orbitalen. Kan alleen maar als p-orbitalen evenwijdig liggen \Rightarrow vlak molecuul.
- 28 *trans*-azobenzeen is het minst polair \Rightarrow best oplosbaar in apolair benzeen. 5
- 29 1. Lichte vlek wijst op *trans*azobenzeen: grootste R_f . 6
2. donkere vlekken wijzen op *cis*-azobenzeen, *cis*-azobenzeen loopt minder snel.
Bij UV-belichting wordt een gedeelte *trans* omgezet in *cis*, dat in het volgende half uur ook minder snel loopt.
 \Rightarrow UV-belichting



ΔH van bovenstaand evenwicht $> 0 \Rightarrow$ bij energietoevoer (UV-licht) naar endotherme kant \Rightarrow naar rechts

Opgave 5

(15 punten)

- 30 100 g stof $\hat{=}$ 17,27 g Co $\hat{=}$ 12,31 g N $\hat{=}$ 3,84 g H $\hat{=}$ 10,39 g Cl $\hat{=}$ 46,83 g Br $\hat{=}$ 9,36 g O 5

$$\frac{17,27 \text{ g Co}}{58,9 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} \propto \frac{12,31 \text{ g N}}{14,0 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} \propto \frac{3,84 \text{ g H}}{1,00 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} \propto \frac{10,39 \text{ g Cl}}{35,5 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} \propto \frac{46,83 \text{ g Br}}{79,9 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} \propto \frac{9,36 \text{ g O}}{16,0 \frac{\text{g}}{\text{mol}}}$$

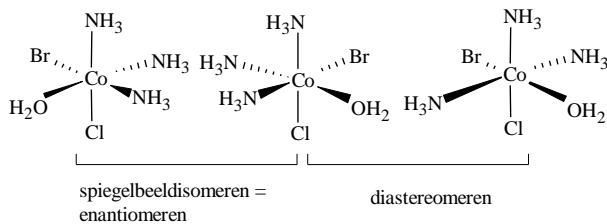
molverhouding: Co : N : H : Cl : Br : O = 0,2932 : 0,8793 : 3,84 : 0,2927 : 0,5861 : 0,585 =
1 : 3 : 13 : 1 : 2 : 2 \Rightarrow $\text{CoN}_3\text{H}_{13}\text{ClBr}_2\text{O}_2$

- 31 $M(\text{CoN}_3\text{H}_{13}\text{ClBr}_2\text{O}_2) = 341,2$; $\frac{\text{massa water}}{\text{massa stof}} = \frac{0,27}{5,2} = \frac{x}{341,2} \Rightarrow x = 17,7$ 5

Stof A bevat 1 mol kristalwater, splitst in 3 ionen, bevat 2 mol niet complex-gebonden $\text{Br}^- \Rightarrow$
 $[\text{CoBrCl}(\text{NH}_3)_3(\text{H}_2\text{O})]\text{Br} \cdot \text{H}_2\text{O}$, triammineaquobromochlorokobalt(III)bromide monohydraat.

Stof B bevat geen kristalwater, splitst in 3 ionen, bevat 2 mol niet complex-gebonden $\text{Br}^- \Rightarrow$
 $[\text{CoCl}(\text{NH}_3)_3(\text{H}_2\text{O})_2]\text{Br}_2$, triamminediaquochlorokobalt(III)bromide.

- 32 5



Opgave 6

(22 punten)

- 33 $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} / \text{HCO}_3^-$ zwak zuur + gec. base \Rightarrow bufferende oplossing. 2

- 34 $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{HCO}_3^-$; $K_z = \frac{[\text{H}^+][\text{HCO}_3^-]}{[\text{CO}_2]}$ 3

- 35 $[\text{H}^+] = K_z = \frac{[\text{CO}_2]}{[\text{HCO}_3^-]} \Rightarrow \text{pH} = \text{p}K_z - \log \frac{[\text{CO}_2]}{[\text{HCO}_3^-]}$ 4

$$[\text{CO}_2] = b \cdot p_{\text{CO}_2}; \text{pH} = \text{p}K_z - \log \frac{b \cdot p_{\text{CO}_2}}{[\text{HCO}_3^-]}$$

- 36 Verzadigingsdruk H_2O (37 °C) = $(5,62 + \frac{2}{5} \cdot 1,76) \cdot 10^3 = 6,32 \cdot 10^3 \text{ Pa} \Rightarrow$ 6

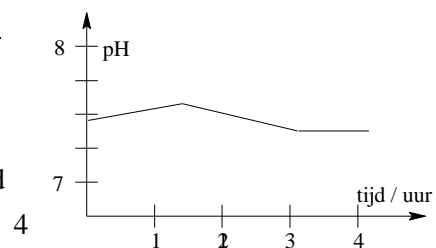
partiële druk $p_{\text{CO}_2} = 95 \cdot 10^3 \text{ Pa} \hat{=}$ 713 mm Hg

max. oplosbaarheid van CO_2 (37 °) = $(29,5 - \frac{7}{10} \cdot 6,3) \cdot 10^{-3} = 25,1 \cdot 10^{-3} \text{ mol L}^{-1}$

$$b = \frac{25,1 \cdot 10^{-3}}{713} = 3,52 \cdot 10^{-5} \frac{\text{mol}}{\text{L} \cdot \text{mm Hg}}$$

- 37 $\text{pH} = 8,92 - \log p_{\text{CO}_2}$

tijd	pH
0	7,40
1½	7,62
3	7,50



- 38 Δ De partiële druk van koolstofdioxide p_{CO_2} moet verminderd worden van 46,7 naar 26,7 mm Hg.

Ten gevolge daarvan verschuift het evenwicht $\text{CO}_2(\text{aq}) \rightleftharpoons$

$\text{CO}_2(\text{g})$ en dus ook het evenwicht $\text{H}^+ + \text{HCO}_3^- \rightleftharpoons \text{CO}_2(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}$ naar rechts. $[\text{HCO}_3^-]$ wordt te klein en het bloed heeft niet de gewenste pH \Rightarrow Δ injectie natriumwaterstofcarbonaatoplossing.