

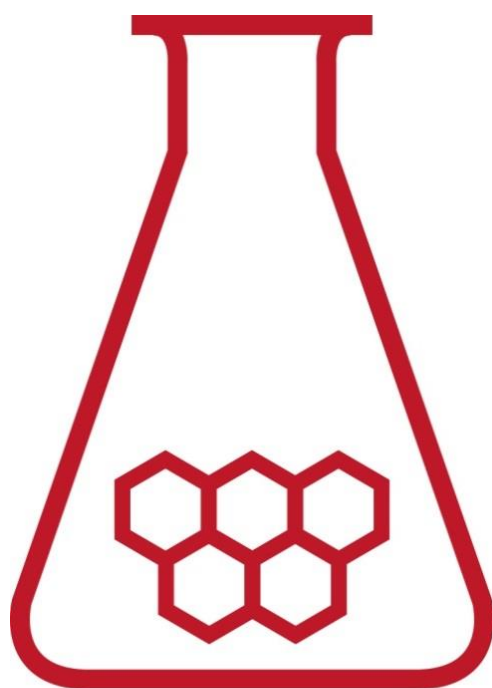
38^e Nationale Scheikundeolympiade

Rijksuniversiteit

Groningen

THEORIETOETS correctievoorschrift

dinsdag 13 juni 2017



SCHEIKUNDE OLYMPIADE



rijksuniversiteit
groningen

Science
LinX



- Deze theorietoets bestaat uit 6 opgaven met in totaal 34 deelvragen.
- Gebruik voor elke opgave een apart antwoordblad, voorzien van naam. Houd aan alle zijden 2 cm als marge aan.
- De maximumscore voor dit werk bedraagt 120 punten.
- De theorietoets duurt maximaal 4 klokuren.
- Benodigde hulpmiddelen: (grafisch) rekenapparaat en Binas 6^e druk of ScienceData 1^e druk.
- Bij elke opgave is het aantal punten vermeld dat juiste antwoorden op de vragen oplevert.

Opgave 1 De eerste elektrische auto

(15 punten)

- 1 Maximumscore 2
Een voorbeeld van een juist antwoord is:
Je kunt CuSO_4 gebruiken en dat moet zijn opgelost in de halfcel met de koperplaat.
- juiste formule van een oplosbaar koper(II)zout 1
 - de halfcel waarin dat zout moet zijn opgelost juist aangegeven 1
- 2 Maximumscore 2
Een voorbeeld van een juist antwoord is:
Je moet een zoutbrug gebruiken. Als je dat niet doet, reageert het Cu^{2+} rechtstreeks met Zn.
- notie dat Cu^{2+} rechtstreeks met Zn kan reageren 1
 - conclusie 1
- 3 Maximumscore 3
Een voorbeeld van een juiste berekening is:
Als het potentiaalverschil 0 V is geworden, is $V_{\text{Zn}/\text{Zn}^{2+}} = V_{\text{Cu}/\text{Cu}^{2+}}$ of
- $$-0,76 + \frac{RT}{2F} \ln[\text{Zn}^{2+}] = 0,34 + \frac{RT}{2F} \ln[\text{Cu}^{2+}] \text{ hieruit volgt}$$
- $$\frac{[\text{Zn}^{2+}]}{[\text{Cu}^{2+}]} = e^{(0,34 + 0,76) \times \frac{2F}{RT}} = 1,6 \cdot 10^{37}.$$
- notie dat $V_{\text{Zn}/\text{Zn}^{2+}} = V_{\text{Cu}/\text{Cu}^{2+}}$ 1
 - dus $-0,76 + \frac{RT}{2F} \ln[\text{Zn}^{2+}] = 0,34 + \frac{RT}{2F} \ln[\text{Cu}^{2+}]$ 1
 - rest van de berekening 1

□4 Maximumscore 8

Een voorbeeld van een juiste berekening is:

$$V_{\text{bron}} = V_{\text{Cu/Cu}^{2+}} - V_{\text{Zn/Zn}^{2+}} = 0,34 + \frac{RT}{2F} \ln[\text{Cu}^{2+}] - \left(-0,76 + \frac{RT}{2F} \ln[\text{Zn}^{2+}] \right) = 1,10 + \frac{RT}{2F} \ln \frac{[\text{Cu}^{2+}]}{[\text{Zn}^{2+}]}$$

Dus als $V_{\text{bron}} = 1,10 \text{ V}$, is $\frac{RT}{2F} \ln \frac{[\text{Cu}^{2+}]}{[\text{Zn}^{2+}]} = 0$ en hieruit volgt dat $[\text{Cu}^{2+}] = [\text{Zn}^{2+}]$.

Stel dat $x \text{ mol Cu}^{2+}$ heeft gereageerd, dan is er ook $x \text{ mol Zn}^{2+}$ ontstaan. In het begin was er $0,100 \text{ (L)} \times 1,00 \text{ (mol L}^{-1}\text{)} = 0,100 \text{ mol Cu}^{2+}$ en geen Zn^{2+} , dus is er aanwezig $(0,100 - x) \text{ mol Cu}^{2+}$ en $x \text{ mol Zn}^{2+}$.

Het volume in beide halfcellen was $0,100 \text{ L}$, dus $[\text{Cu}^{2+}] = \frac{0,100 - x}{0,100} \text{ mol L}^{-1}$ en

$$[\text{Zn}^{2+}] = \frac{x}{0,100} \text{ mol L}^{-1}.$$

Gelijkstellen van beide concentraties levert $x = 0,050 \text{ mol}$.

$0,050 \text{ mol Cu}^{2+}$ bindt $2 \times 0,050 \text{ mol}$ elektronen, dus de cel heeft $2 \times 0,050 \times 9,65 \cdot 10^4 \text{ C}$ lading

geleverd en heeft daar $\frac{2 \times 0,050 \text{ (mol)} \times 9,65 \cdot 10^4 \text{ (C mol}^{-1}\text{)}}{0,050 \text{ (C s}^{-1}\text{)} \times 3600 \text{ (s uur}^{-1}\text{)}} = 54 \text{ uur}$ over gedaan.

- notie dat $V_{\text{bron}} = 1,10 + \frac{RT}{2F} \ln \frac{[\text{Cu}^{2+}]}{[\text{Zn}^{2+}]}$ 1
- aantonen dat $[\text{Cu}^{2+}] = [\text{Zn}^{2+}]$ 1
- berekening van het oorspronkelijk aantal mol Cu^{2+} : $0,100 \text{ (L)} \times 1,00 \text{ (mol L}^{-1}\text{)}$ 1
- berekening van de $[\text{Cu}^{2+}]$ en de $[\text{Zn}^{2+}]$: (bij stellen dat het aantal mol omgezet Cu^{2+} gelijk is aan x): het oorspronkelijk aantal mol Cu^{2+} verminderen met x en het verschil delen door $0,100 \text{ (L)}$ respectievelijk x delen door $0,100 \text{ (L)}$ 1
- berekening van het aantal mol omgezet Cu^{2+} 1
- berekening van het aantal mol elektronen dat is getransporteerd: aantal mol omgezet Cu^{2+} vermenigvuldigen met 2 1
- berekening van de hoeveelheid lading die de cel heeft geleverd: het aantal mol elektronen dat is getransporteerd vermenigvuldigen met de constante van Faraday ($9,65 \cdot 10^4 \text{ C mol}^{-1}$) 1
- berekening van het aantal uur: de hoeveelheid lading die de cel heeft geleverd, delen door $0,050 \text{ (C s}^{-1}\text{)}$ en door $3600 \text{ (s uur}^{-1}\text{)}$ 1

Opgave 2 Xenon

(23 punten)

□5 Maximumscore 7

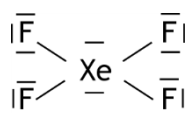
Een voorbeeld van een juiste berekening is:

$$\frac{(8 \times \frac{1}{8} + 6 \times \frac{1}{2}) \times 131,3 \text{ (u)}}{\left(\frac{4 \times 217 \cdot 10^{-12}}{\sqrt{2}}\right)^3 \text{ (m}^3\text{)}} \times 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ (kg u}^{-1}\text{)} = 3,77 \cdot 10^3 \text{ (kg m}^{-3}\text{)}$$

- berekening van het aantal atomen in de eenheidscel: $8 \times \frac{1}{8} + 6 \times \frac{1}{2}$ 1
- berekening van de massa van een eenheidscel in u: het aantal atomen in de eenheidscel vermenigvuldigen met de atoommassa van xenon (131,3 u) 1
- berekening van de lengte van een vlakdiagonaal: de vanderwaalsstraal ($217 \cdot 10^{-12}$ m) vermenigvuldigen met 4 1
- berekening van de ribbe van de eenheidscel: de lengte van een vlakdiagonaal delen door $\sqrt{2}$ 1
- berekening van de inhoud van de eenheidscel: de ribbe van de eenheidscel verheffen tot de derde macht 1
- berekening van de dichtheid van xenon in u m^{-3} : de massa van de eenheidscel in u delen door de inhoud van de eenheidscel in pm^3 1
- berekening van de dichtheid van xenon in kg m^{-3} : de dichtheid van xenon in u m^{-3} vermenigvuldigen met $1,66 \cdot 10^{-27}$ (kg u^{-1}) 1

□6 Maximumscore 3

Een juist antwoord kan er als volgt uitzien:



- vier enkelvoudige bindingen tussen Xe en F 1
- twee niet-bindende elektronenparen op het Xe atoom 1
- drie niet-bindende elektronenparen op elk F atoom 1

□7 Maximumscore 3

Een antwoord kan als volgt zijn geformuleerd:

De zes elektronenparen op het Xe atoom zijn oktaëdrisch georiënteerd. De niet-bindende elektronenparen stoten elkaar zoveel mogelijk af, zodat de vier F atomen in één vlak komen te liggen.

- oktaëdrische oriëntatie van de elektronenparen rond het Xe atoom 1
- de niet-bindende elektronenparen op het Xe atoom stoten elkaar zoveel mogelijk af 1
- conclusie 1

□8 Maximumscore 2

Een voorbeeld van een juist antwoord is:

Om vier ongepaarde elektronen te krijgen, moeten twee elektronen uit twee 5p orbitalen worden aangeslagen naar twee 5d orbitalen:



Er ontstaan dus zes gelijkwaardig hybride orbitalen uit één 5s orbitaal, drie 5p orbitalen en twee 5d orbitalen. Dus sp^3d^2 hybridisatie.

- twee elektronen uit twee 5p orbitalen moeten worden aangeslagen 1
- conclusie 1

□9 Maximumscore 1

Een voorbeeld van een juist antwoord is:

Neon is een element uit de tweede periode. Elementen uit de tweede periode hebben geen d orbitalen.

□10 Maximumscore 2

Een voorbeeld van een juist antwoord is:

Het verschil tussen het energieniveau van een 3d orbitaal en een 3p orbitaal is veel groter dan het verschil tussen het energieniveau van een 5d orbitaal en een 5p orbitaal. De energie die nodig is om elektronen uit de 3p orbitaal aan te slaan naar de 3d orbitaal wordt niet teruggewonnen door de vorming van atoombindingen (en in het geval van de overgang van 5p naar 5d wel).

- het energieverval tussen 3p en 3d is te groot 1
- door het vormen van atoombindingen wordt de energie die nodig is om elektronen aan te slaan niet teruggewonnen 1

□11 Maximumscore 3

Een voorbeeld van een juiste berekening is:

Stel het aantal mmol XeF_4 is x en het aantal mmol XeF_6 is y. Dan geldt:

$$x + y = 125 \text{ en}$$

$$2x + 3y = 275$$

Oplossen van dit stelsel van twee vergelijkingen met twee onbekenden levert: $x = 100$ en $y = 25$.

- $x + y = 125$ 1
- $2x + 3y = 275$ 1
- rest van de berekening 1

□12 Maximumscore 2

Een voorbeeld van een juiste berekening is:

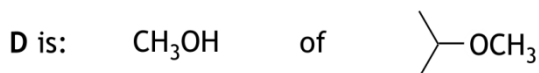
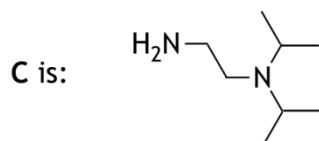
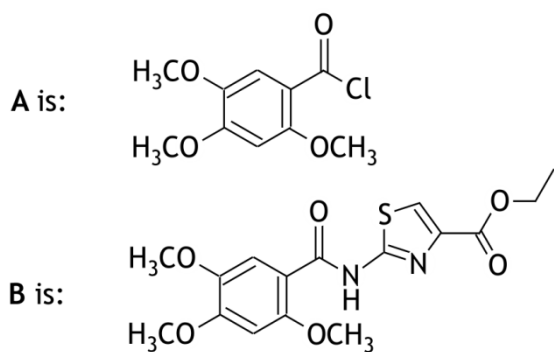
$$p = \frac{125 \text{ (mmol)} \times 10^{-3} \text{ (mol mmol}^{-1}) \times 8,314 \text{ (J mol}^{-1} \text{K}^{-1}) \times 400 \text{ (K)}}{1,00 \text{ (dm}^3) \times 10^{-3} \text{ (m}^3 \text{ dm}^{-3})} = 4,16 \cdot 10^5 \text{ (Pa)}$$

- het totaal aantal mmol gasvormige stoffen in het reactievat is 125 1
- rest van de berekening 1

Opgave 3 Acotiamide

(24 punten)

□13 Maximumscore 8



per juiste structuurformule

2

Opmerking

Wanneer voor D de structuurformule CH_3Cl is gegeven, dit goed rekenen.

□14 Maximumscore 2

Een voorbeeld van een juist antwoord is:

Er zijn nog twee OCH_3 groepen die zouden kunnen worden omgezet tot OH groepen. En dan zou je een aanzienlijk lager percentage verwachten, ongeveer 33%.

- er zijn nog twee OCH_3 groepen die zouden kunnen worden omgezet tot OH groepen 1
- je verwacht dan een aanzienlijk lager percentage / een percentage van ongeveer 33% 1

□15 Maximumscore 1

Een voorbeeld van een juist antwoord is:

In een acotiamidemolecuul komen stikstofatomen voor, die met hun niet-bindend elektronenpaar een H^+ ion kunnen binden.

□16 Maximumscore 6

Een voorbeeld van een juiste berekening is:

Het massapercentage acotiamide is:

$$\frac{(5,00 \times 0,0100 - 9,27 \times 10^{-3,000}) \times 487,01}{\frac{10,0}{50,0} \times 100} \times 100\% = 99,2\%$$

Het onderzochte acotiamidemonster is dus zuiver genoeg.

- berekening van de molaire massa van acotiamideH⁺Cl⁻: 487,01 (g mol⁻¹) 1
- berekening van het aantal mmol OH⁻ en H₃O⁺: 5,00 (mL) vermenigvuldigen met 0,0100 (mmol mL⁻¹) respectievelijk 9,27 (mL) vermenigvuldigen met 10^{-3,000} (mmol mL⁻¹) 1
- berekening van het aantal mmol acotiamide in de 10,0 mL oplossing: het berekende aantal mmol H₃O⁺ aftrekken van het berekende aantal mmol OH⁻ 1
- berekening van het aantal mg acotiamideH⁺Cl⁻ in de 10,0 mL oplossing: het aantal mmol acotiamide in de 10,0 mL oplossing vermenigvuldigen met de berekende molaire massa van acotiamideH⁺Cl⁻ 1
- berekening van het aantal mg monster in de 10,0 mL oplossing: 10,0 (mL) delen door 50,0 (mL) en vermenigvuldigen met 100 (mg) 1
- berekening van het massapercentage acotiamideH⁺Cl⁻ in het onderzochte monster: het aantal mg acotiamide H⁺Cl⁻ in de 10,0 mL oplossing delen door het aantal mg monster in de 10,0 mL oplossing en vermenigvuldigen met 100% en conclusie 1

□17 Maximumscore 4

Een voorbeeld van een juist antwoord is:

Het is de titratie van een sterke base met een sterk zuur. Dan zou zowel fenolftaleïne als methylrood kunnen worden gebruikt.

Maar er moet worden vermeden dat acotiamide met H⁺ reageert. Dat gebeurt bij een lage pH, dus methylrood kan niet worden gebruikt.

- het betreft een titratie van een sterke base met een sterk zuur 1
- dus fenolftaleïne kan worden gebruikt 1
- bij een lage pH reageert acotiamide met H⁺ 1
- dus methylrood kan niet worden gebruikt 1

□18 Maximumscore 3

- om de 100 mg monster op te lossen, gebruikt men een maatkolf 1
- om de 10,0 mL oplossing van het monster af te meten, gebruikt men een pipet 1
- om de 5,00 mL 0,0100 M natronloog toe te voegen, gebruikt men een pipet 1

Opgave 4 Natriumwaterstofcarbonaat

(20 punten)

□19 Maximumscore 2

Een voorbeeld van een juist antwoord is:

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = \sqrt{\frac{K_z \times K_w}{K_b}} = \sqrt{\frac{4,7 \cdot 10^{-11} \times 1,0 \cdot 10^{-14}}{2,2 \cdot 10^{-8}}} = 4,6 \cdot 10^{-9}$$

Dus $\text{pH} = -\log 4,6 \cdot 10^{-9} = 8,34$.

- juiste berekening van de $[\text{H}_3\text{O}^+]$ 1
- juiste omrekening van de $[\text{H}_3\text{O}^+]$ naar de pH 1

□20 Maximumscore 3

Een voorbeeld van een juist antwoord is:

Als $[\text{HCO}_3^-] > 0,010 \text{ mol L}^{-1}$, is

$$\frac{K_b}{K_w} \times [\text{HCO}_3^-] > 2,2 \cdot 10^4, \text{ dus } 1 + \frac{K_b}{K_w} \times [\text{HCO}_3^-] \approx \frac{K_b}{K_w} \times [\text{HCO}_3^-]$$

en

$K_z \times [\text{HCO}_3^-] > 4,7 \cdot 10^{-13}$ zodat $K_w < 2\%$ van $K_z \times [\text{HCO}_3^-]$ en te verwaarlozen is ten opzichte van $K_z \times [\text{HCO}_3^-]$.

$$\text{Dus } [\text{H}_3\text{O}^+]^2 \times \left\{ \frac{K_b}{K_w} \times [\text{HCO}_3^-] \right\} = K_z \times [\text{HCO}_3^-], \text{ of } [\text{H}_3\text{O}^+]^2 = \frac{K_z \times [\text{HCO}_3^-]}{\frac{K_b}{K_w} \times [\text{HCO}_3^-]}, \text{ dus}$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = \sqrt{\frac{K_z \times K_w}{K_b}}$$

- aantonen dat 1 te verwaarlozen is ten opzichte van $\frac{K_b}{K_w} \times [\text{HCO}_3^-]$ 1
- aantonen dat K_w te verwaarlozen is ten opzichte van $K_z \times [\text{HCO}_3^-]$ 1
- rest van de afleiding 1

□21 Maximumscore 2

Een voorbeeld van een juist antwoord is:

Betrekking 3 geldt, want zowel H_2CO_3 als CO_3^{2-} is ontstaan uit HCO_3^- , dus de som van het aantal mol CO_3 bevattende deeltjes per liter moet gelijk zijn aan het oorspronkelijke aantal mol HCO_3^- per liter.

Betrekking 4 geldt, want de oplossing moet elektrisch neutraal zijn, dus is de som van het aantal mol positieve ladingen per liter gelijk aan de som van het aantal mol negatieve ladingen per liter.

- juiste uitleg waarom betrekking 3 geldt 1
- juiste uitleg waarom betrekking 4 geldt 1

□22 Maximumscore 5

Een voorbeeld van een juiste afleiding is:

$[\text{Na}^+] = c$, dus $[\text{H}_2\text{CO}_3] + [\text{HCO}_3^-] + [\text{CO}_3^{2-}] + [\text{H}_3\text{O}^+] = [\text{OH}^-] + [\text{HCO}_3^-] + 2 \times [\text{CO}_3^{2-}]$, of

$$[\text{H}_2\text{CO}_3] + [\text{H}_3\text{O}^+] = [\text{OH}^-] + [\text{CO}_3^{2-}] \quad (1)$$

Uit $K_w = [\text{H}_3\text{O}^+] \times [\text{OH}^-]$ volgt

$$[\text{OH}^-] = \frac{K_w}{[\text{H}_3\text{O}^+]} \quad (2)$$

Uit $K_b = \frac{[\text{H}_2\text{CO}_3] \times [\text{OH}^-]}{[\text{HCO}_3^-]}$ en $[\text{OH}^-] = \frac{K_w}{[\text{H}_3\text{O}^]}$ volgt

$$[\text{H}_2\text{CO}_3] = \frac{K_b}{K_w} \times [\text{HCO}_3^-] \times [\text{H}_3\text{O}^+] \quad (3)$$

Uit $K_z = \frac{[\text{CO}_3^{2-}] \times [\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{HCO}_3^-]}$ volgt

$$[\text{CO}_3^{2-}] = K_z \times \frac{[\text{HCO}_3^-]}{[\text{H}_3\text{O}^+]} \quad (4)$$

(2), (3) en (4) invullen in (1) levert:

$$\frac{K_b}{K_w} \times [\text{HCO}_3^-] \times [\text{H}_3\text{O}^+] + [\text{H}_3\text{O}^+] = \frac{K_w}{[\text{H}_3\text{O}^+]} + K_z \times \frac{[\text{HCO}_3^-]}{[\text{H}_3\text{O}^+]}$$

of, na links en rechts

$$\text{vermenigvuldigen met } [\text{H}_3\text{O}^+]: [\text{H}_3\text{O}^+]^2 \times \left\{ 1 + \frac{K_b}{K_w} \times [\text{HCO}_3^-] \right\} = K_w + K_z \times [\text{HCO}_3^-].$$

- notie dat $[\text{Na}^+] = c$ 1
- uitleg dat $[\text{OH}^-] = \frac{K_w}{[\text{H}_3\text{O}^]}$ 1
- uitleg dat $[\text{H}_2\text{CO}_3] = \frac{K_b}{K_w} \times [\text{HCO}_3^-] \times [\text{H}_3\text{O}^+]$ 1
- uitleg dat $[\text{CO}_3^{2-}] = K_z \times \frac{[\text{HCO}_3^-]}{[\text{H}_3\text{O}^]}$ 1
- rest van de afleiding 1

□23 Maximumscore 8

Een voorbeeld van een juist antwoord is:

Na samenvoegen zijn de molariteiten van het magnesiumnitraat en het natriumwaterstofcarbonaat $0,010 \text{ mol L}^{-1}$.

Dus $[\text{Mg}^{2+}] = 0,010 \text{ mol L}^{-1}$.

Tevens geldt $[\text{CO}_3^{2-}] = K_z \times \frac{[\text{HCO}_3^-]}{[\text{H}_3\text{O}^+]}$. In een $0,010 \text{ M}$ oplossing van

natriumwaterstofcarbonaat is $[\text{H}_3\text{O}^+] = 4,6 \cdot 10^{-9}$; verder mag worden aangenomen dat de afname van $[\text{HCO}_3^-]$ door het instellen van de evenwichten te verwaarlozen is, dus:

$$[\text{CO}_3^{2-}] = 4,7 \cdot 10^{-11} \times \frac{0,010}{4,6 \cdot 10^{-9}} = 1,0 \cdot 10^{-4} \text{ mol L}^{-1}.$$

Het ionenproduct $[\text{Mg}^{2+}][\text{CO}_3^{2-}] = 0,010 \times 1,0 \cdot 10^{-4} = 1,0 \cdot 10^{-6}$ en dit is kleiner dan $6,8 \cdot 10^{-6}$, het oplosbaarheidsproduct van MgCO_3 . Er ontstaat dus geen neerslag van magnesiumcarbonaat.

$$\text{Als } [\text{H}_3\text{O}^+] = 4,6 \cdot 10^{-9}, \text{ is } [\text{OH}^-] = \frac{1,0 \cdot 10^{-14}}{4,6 \cdot 10^{-9}} = 2,2 \cdot 10^{-6} \text{ mol L}^{-1}.$$

Het ionenproduct $[\text{Mg}^{2+}][\text{OH}^-]^2 = 0,010 \times (2,2 \cdot 10^{-6})^2 = 4,8 \cdot 10^{-14}$ en dit is kleiner dan $5,6 \cdot 10^{-12}$, het oplosbaarheidsproduct van $\text{Mg}(\text{OH})_2$. Er ontstaat dus geen neerslag van magnesiumhydroxide.

- de molariteiten van het magnesiumnitraat en het natriumwaterstofcarbonaat zijn gehalveerd 1
- notie dat $[\text{H}_3\text{O}^+] = 4,6 \cdot 10^{-9}$ 1
- berekening van de $[\text{CO}_3^{2-}]$ 1
- berekening van het ionenproduct $[\text{Mg}^{2+}][\text{CO}_3^{2-}]$ 1
- conclusie ten aanzien van het ontstaan van een neerslag van magnesiumcarbonaat 1
- berekening van de $[\text{OH}^-]$ 1
- berekening van ionenproduct $[\text{Mg}^{2+}][\text{OH}^-]^2$ 1
- conclusie ten aanzien van het ontstaan van een neerslag van magnesiumhydroxide 1

Opgave 5 Meer of minder druk

(16 punten)

□24 Maximumscore 4

(Bij benadering geldt:) $\Delta_r G^0(1100) = \Delta_r H^0(298) - T\Delta_r S^0(298)$.

$$\Delta_r H^0(298) = 2 \times (-3,96 \cdot 10^5) - 2 \times (-2,97 \cdot 10^5) = -1,98 \cdot 10^5 \text{ J mol}^{-1}$$

$$\Delta_r S(298) = 2 \times 257 - 2 \times 248 - 205 = -187 \text{ J mol}^{-1} \text{K}^{-1}$$

$$\text{Dus } \Delta_r G^0(1100) = -1,98 \cdot 10^5 - 1100 \times (-187) = 8 \cdot 10^3 \text{ J mol}^{-1}$$

$$\text{Uit } \Delta_r G^0(T) = -RT \ln K_p \text{ volgt } K_p = e^{-\frac{\Delta_r G}{RT}} = e^{-\frac{8 \cdot 10^3}{8,314 \times 1100}} = 0,4.$$

- berekening $\Delta_r H^0(298)$ 1
- berekening $\Delta_r S(298)$ 1
- berekening $\Delta_r G^0(1100)$ 1
- berekening K 1

□25 Maximumscore 3

In de reactor met een volume van $10,0 \text{ dm}^3$ bevindt zich $5,1 \text{ mol}$ gas. Dus de druk is:

$$p = 5,1(\text{mol}) \times \frac{8,314 (\text{J mol}^{-1} \text{K}^{-1}) \times 1100 (\text{K})}{10,0 (\text{dm}^3) \times 10^{-3} (\text{m}^3 \text{dm}^{-3})} = 4,7 \cdot 10^6 \text{ Pa of } 47 \text{ bar.}$$

- berekening van het totale aantal mol gas 1
- berekening van het volume: $10,0 (\text{dm}^3)$ vermenigvuldigen met $10^{-3} (\text{m}^3 \text{dm}^{-3})$ 1
- rest van de berekening 1

□26 Maximumscore 5

Voor het partiële drukkquotiënt geldt: $Q = \frac{(p_{\text{SO}_3})^2 \times (p_{\text{R}})}{(p_{\text{SO}_2})^2 \times (p_{\text{O}_2})}$, met $p_{\text{R}} = 1,0 \text{ bar}$.

$$p_{\text{SO}_2} = \frac{2,2}{5,1} \times 47 \text{ bar}; p_{\text{O}_2} = \frac{1,1}{5,1} \times 47 \text{ bar en } p_{\text{SO}_3} = \frac{1,8}{5,1} \times 47 \text{ bar, dus } Q = 6,6 \cdot 10^{-2}.$$

Het partiële drukkquotiënt is kleiner dan K . Er moet dus SO_3 worden bijgevormd om evenwicht te verkrijgen. Daarbij neemt het totale aantal mol gas af, dus ook de druk.

- $Q = \frac{(p_{\text{SO}_3})^2 \times (p_{\text{R}})}{(p_{\text{SO}_2})^2 \times (p_{\text{O}_2})}$, met $p_{\text{R}} = 1,0 \text{ bar}$ 1
- berekening van de partiële drukk van SO_3 , SO_2 en O_2 1
- berekening van Q 1
- vergelijking van Q met de gevonden waarde voor K 1
- conclusie 1

Opmerking

Wanneer een onjuist antwoord op vraag 26 het consequente gevolg is van een onjuist antwoord op vraag 24 en/of vraag 25, dit antwoord op vraag 26 goed rekenen.

□27 Maximumscore 4

$\Delta_r G^0(T) = \Delta_r H^0(298) - T\Delta_r S^0(298) = -RT \ln K_p$; nu moet $K = 6,6 \cdot 10^{-2}$ zijn, dus:
 $-1,98 \cdot 10^5 - T \times (-187) = -8,314 \times T \times \ln(6,6 \cdot 10^{-2})$, dit levert $T = 1,2 \cdot 10^3$ K.

· $\Delta_r G^0(T) = \Delta_r H^0(298) - T\Delta_r S^0(298) = -RT \ln K_p$

1

· nu moet $K = 6,6 \cdot 10^{-2}$ zijn

1

· rest van de berekening

1

· juiste eenheid voor T vermeld

1

Opmerking

Wanneer een onjuist antwoord op vraag 27 het consequente gevolg is van een onjuist antwoord op vraag 24 en/of vraag 26, dit antwoord op vraag 27 goed rekenen.

Opgave 6 Synthese en spectroscopie

(22 punten)

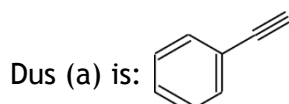
□28 Maximumscore 4

Een juist antwoord kan als volgt zijn geformuleerd:

De pieken bij 3333 cm^{-1} en 2114 cm^{-1} in het IR spectrum van (a) wijzen op de aanwezigheid van een drievoudige binding in het molecuul.

De piek bij 3 ppm in het ^1H NMR spectrum van (a) wijst op de aanwezigheid van een H atoom aan één van de C atomen van de drievoudige binding.

De pieken tussen 7,25 en 7,50 ppm in het ^1H NMR spectrum wijzen op de aanwezigheid van een fenylgroep in het molecuul.

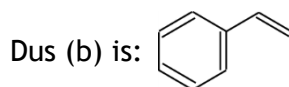


- uitleg dat het molecuul een drievoudige binding heeft 1
- uitleg dat aan één van de C atomen van de drievoudige binding een H is gebonden 1
- uitleg dat in het molecuul een fenylgroep moet voorkomen 1
- conclusie 1

□29 Maximumscore 3

Een voorbeeld van een juist antwoord is:

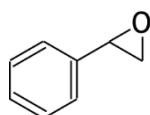
De signalen bij 5,75 ppm en 5,25 ppm wijzen op de aanwezigheid van een dubbele binding in het molecuul. Dat is in overeenstemming met het feit dat stof (a) met waterstof heeft gereageerd.



- uitleg aan de hand van het ^1H NMR spectrum dat het molecuul een dubbele binding heeft 1
- verwerking van de reactie van stof (a) met waterstof 1
- conclusie 1

□30 Maximumscore 2

Een juist antwoord kan er als volgt uitzien:



□31 Maximumscore 2

Een voorbeeld van een juist antwoord is:

Een molecuul van stof I bevat één asymmetrisch koolstofatoom, dus kunnen twee stereo-isomeren ontstaan.

- een molecuul van stof I bevat één asymmetrisch koolstofatoom 1
- conclusie 1

□32 Maximumscore 2

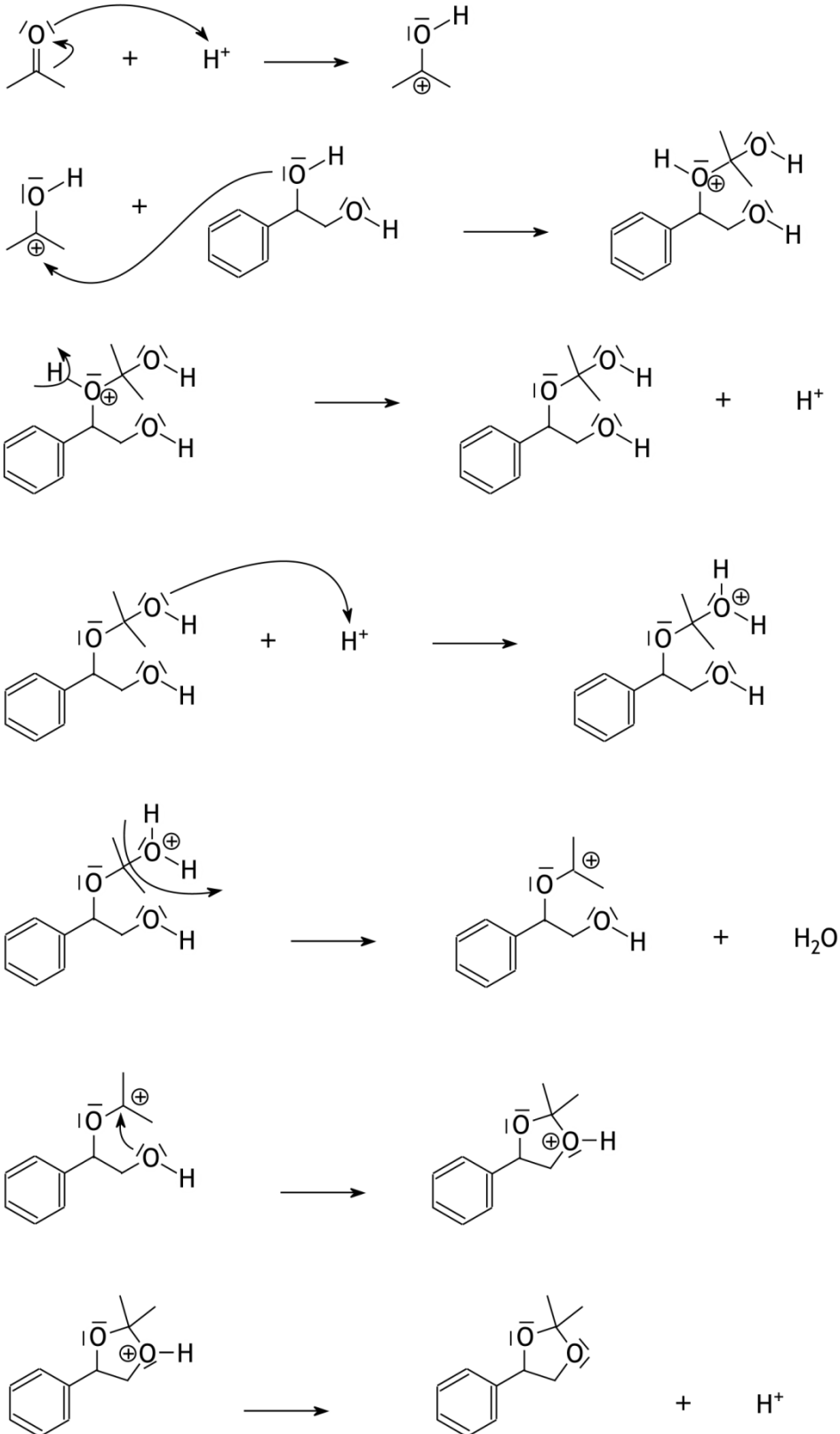
Een voorbeeld van een juist antwoord is:

Van de stoffen (a) en (b) bestaan geen stereo-isomeren. Een molecuul van stof (c) bevat een asymmetrisch koolstofatoom. Dus in de reactie van (b) naar (c) ontstaan voor het eerst stereo-isomeren.

- van de stoffen (a) en (b) bestaan geen stereo-isomeren 1
- een molecuul van stof (c) bevat een asymmetrisch koolstofatoom en conclusie 1

□33 Maximumscore 7

Een juist antwoord kan er als volgt uitzien:



uitgaande van bovenstaand reactiemechanisme: voor elke juiste stap in het mechanisme

1

□34 Maximumscore 2

Een voorbeeld van een juist antwoord is:

Waterstof is een reductor, dus stof (a) wordt gereduceerd.

Peroxyazijnzuur is een oxidator, dus stof (b) wordt geoxideerd.

· stof (a) wordt gereduceerd

1

· stof (b) wordt geoxideerd

1