EXAMEN SCHEIKUNDE VWO 1975, TWEEDE TIJDVAK, uitwerkingen

## Zilverbepaling 1975-II(I)

1. 1. Ag+(aq) + SCN(aq) ⇌ AgSCN(s)

2. Fe3+(aq) + SCN(aq) ⇌ FeSCN2+(aq)

1. Het equivalentiepunt is bereikt als er evenveel mol SCN-ionen is toegevoegd als er mol Ag+-ionen in de oplossing aanwezig was. De aan het neerslag geadsorbeerde Ag+-ionen onttrekken zich aan reactie met SCN-ionen. Deze SCN-ionen (die eigenlijk met de geadsorbeerde Ag+ hadden moeten reageren) vormen nu al een rood complex met Fe3+-ionen, nog voordat het equivalentiepunt bereikt is.
2. Wanneer de oplossing begint rood te kleuren zijn beide in *a*. genoemde evenwichten in de oplossing ‘in bedrijf’ en via [SCN] aan elkaar gekoppeld, want deze [SCN] wordt door beide evenwichten tegelijkertijd bepaald.
Als door goed schudden de geadsorbeerde Ag+-ionen weer in de oplossing vrijkomen, zal evenwicht *a*.1 verstoord worden en naar rechts verschuiven, hetgeen verkleining van [SCN] veroorzaakt en evenwicht *a*.2 dwingt naar links te verschuiven, zodat de rode kleur van Fe(SCN)2+(aq) verdwijnt.
3. CO32−(aq) + 2 H3O+(aq) ⇌ 3 H2O(l) + CO2(g)
Ag+(aq) + Cl−(aq) ⇌ AgCl(s)
Ag+(aq) + SCN(aq) ⇌ AgSCN(s)
Fe3+(aq) + SCN(aq) ⇌ FeSCN2+(aq)
4. De Cl−-ionen slaan neer samen met Ag+-ionen. De overmaat Ag+-ionen wordt (na goed wassen van het neerslag) in het filtraat teruggevonden.
Er is 30,0 mL van 0,1 molair AgNO3-oplossing toegevoegd; dat betekent een totaal van 3,00 mmol Ag+-ionen (bij 25 mL). De *overmaat* Ag+-ionen is gelijk aan de hoeveelheid voor titratie gebruikte SCN-ionen, dus 16,30 mL × 0,0600 mmol/mL = 0,978 mmol.
Het verschil tussen de *totale* hoeveelheid Ag+ en de *overmaat* Ag+ is neergeslagen met Cl-ionen. In 25 mL oplossing bevindt zich dus 3,00 mmol − 0,978 mmol = 2,02 mmol Cl−-ionen, dus in de oorspronkelijke oplossing (100 mL) 8,08 mmol Cl− = 8,08.103 × 35,5 g = 287 mg = 0,287 g Cl−.
Het chloridegehalte van het sodamonster (11,603 g) bedroeg dus $\frac{0,287}{11,603}×$ 100% = 2,47%.
5. Indien geen HNO3 wordt toegevoegd, worden de carbonaationen niet verwijderd en zal Ag+(aq) met CO32(aq) neerslaan. Men vindt in het filtraat dan geen of weinig Ag+-ionen en zou dit kunnen toeschrijven aan een zeer grote [Cl−] in het monster. Het gevonden chloridegehalte zal dus *te hoog* zijn.
6. De titratie met SCN wordt slechts goed uitgevoerd als alleen de *overmaat* Ag+-ionen wordt bepaald. Indien dit theoretische equivalentiepunt is bereikt en er is nog AgCl(s) aanwezig, dan zorgt dit via het evenwicht AgCl(s) ⇌ Ag+(aq) + Cl−(aq) voor een [Ag+] van ongeveer 105 mol/L
(want *K*s(AgCl) = 1,6⋅1010). Verdere toevoeging van SCN-ionen zal nu aanleiding geven tot een neerslag van AgSCN, omdat het oplosbaarheidsproduct hiervan duidelijk wordt overschreden (*K*s(AgSCN) = 7,0⋅10). Het AgCl-neerslag zendt nu opnieuw Ag+-ionen de oplossing in (want het evenwicht is verstoord), die opnieuw met toe te voegen SCN-ionen zullen neerslaan.
Dit proces gaat door zolang er AgCl(s) is, zodat nu (foutief) het *totaal* der Ag +-ionen wordt bepaald.

## Fasediagram 1975-II(II)

1. 50 massaprocenten aceton en 50 massaprocenten chloroform.
2. 80 massaprocenten aceton en 20 massaprocenten chloroform.
3. 86 massaprocenten aceton en 14 massaprocenten chloroform.
4. De ontwijkende damp is voortdurend rijker aan aceton dan de vloeistof waaruit de damp ontstond, daardoor zal de achterblijvende vloeistof steeds rijker aan chloroform worden totdat de massaverhouding aceton-chloroform 20 : 80 geworden is, dan heeft de damp dezelfde samenstelling als de vloeistof waaruit hij kwam. Het kookpunt zal daarbij stijgen van 59 °C tot 64,5 °C.
5. De massaverhouding bij het max. kookpunt bedraagt aceton : chloroform = 20 : 80 = 1 : 4.
De molverhouding bedraagt dus $\frac{1}{58} : \frac{4}{119,5}$ = 1 : 1,9.
6. De gevonden verhouding ligt dicht bij 1 : 2. In deze molverhouding zijn de krachten tussen de vloeistofmoleculen blijkbaar maximaal (hoogste kookpunt). Dit is te verklaren met de vorming van *waterstofbruggen.*Zowel aceton als chloroform bestaat uit dipoolmoleculen (zie elektronenformules).
Door de grote elektronegativiteit van de Cl-atomen zal het H-atoom in chloroform enigszins positief worden (+) en een H-brug geven met een vrij elektronenpaar van een zuurstofatoom in aceton. Het maximale aantal H-bruggen treedt op als er 2 moleculen chloroform op elk molecuul aceton voorkomen.
7. Nee, want bij het destilleren van een 10%-90% mengsel is de damp rijker aan chloroform dan de vloeistof waaruit de damp ontstond. De vloeistof zelf (het residu) kan dus wel rijker worden aan aceton, maar nooit rijker dan de samenstelling behorend bij het maximale kookpunt, want daar hebben damp en vloeistof dezelfde samenstelling (20% aceton).

## Cyclopentadieen 1975-II(III)

1. 2 C5H6(l) + 2 Na(s) → 2 Na+C5H5(solv) + H2(g)
Na+C5H5(s) + H2O(l) → C5H6(l) + Na+(aq) + OH(aq)

Opmerking: (solv) betekent in een oplosmiddel (Engels: solvent) anders dan water, dat met (aq) wordt aangegeven.

1. De CH3-groep aan C(2) ligt in hetzelfde vlak als de vijfring. De CH3-groep van C(1) kan echter zowel boven als onder dit vlak liggen. Dit levert 2 moleculen op, die elkaars spiegelbeeld vormen (zie figuur hiernaast).
Als het rechtse molecuul zodanig omgeklapt wordt dat de CH3-groepen aan C(2) op elkaar vallen, zitten de CH3-groepen aan C(1) aan verschillende zijden van het vlak der vijfring.
2. Zie pijlen in onderdeel 16 .
3. Het vrije elektronenpaar (na ionisatie ontstaan) zal met de twee -elektronenparen gelijkmatig over het molecuul verdeeld zijn, hetgeen symbolisch door de 5 grensstructuren wordt weergegeven. De CH3-groep aan C(1) zal eveneens in het vlak der vijfring komen. Gevolg: alle 5 C-atomen zijn even, sterk negatief geladen en hebben gelijke neiging uit een H2O-molecuul een H+-ion op te nemen.

1

1. Uitgaande van grensstructuur V:


Uitgaande van grensstructuur II of III:


1. De structuur van het C5H9-ion is gekenmerkt door mesomerie. De dubbele bindingen zijn niet gelokaliseerd tussen C(2)-C(3) en C(4)-C(5), maar de elektronen zijn gelijkmatig over de vijfring 'uitgesmeerd'. Het zal dus toeval zijn aan welk C-atoom de H, uit het water, zal komen.

## Brønstedzuur 1975-II(IV)

1. 
2. Voor waterstofchloride in water geldt [HCl] = 0 want HCl is in water volledig gesplitst, zodat de concentratiebreuk niet is gedefinieerd (of oneindig groot is).
Hetzelfde geldt voor het zeer sterke zuur HClO4.
3. Waterstofchloride kan soms een proton afgeven aan azijnzuur dat daarbij als (zeer zwakke) base optreedt:


Volgens de (vereenvoudigde) schrijfwijze in deze opgave luidt het evenwicht:

HCl(CH3COOH) ⇌ H+(CH3COOH) + Cl(CH3COOH); (CH3COOH) is solvens.

1. De algemene uitdrukking voor de dissociatieconstante *K* in een ander oplosmiddel dan water luidt:

$$K=\frac{\left[B(solv)\right]\left[H^{+}(solv)\right]}{\left[Z(solv)\right]}$$

*K* is groter naarmate een zuur meer geïoniseerd voorkomt in de oplossing.
Perchloorzuur (*K* = 1,3⋅10−5) zal dus een sterker zuur zijn dan waterstofchloride (*K* = 2,8⋅10−9) in ethaanzuur als oplosmiddel.

1. Geef ethaanzuur (azijnzuur) aan met HAc, dan geldt voor de dissociatie in ethaanzuur zelf:

HAc(HAc) ⇌ Ac−(HAc) + H+(HAc) waarbij $K=\frac{\left[Ac^{-}(HAc)\right]\left[H^{+}(HAc)\right]}{\left[HAc(HAc)\right]}$ = 2,5⋅10−13

Stel [Ac] = *x*. Volgens evenwicht geldt [Ac] = [H+]. S.m. van HAc is 1,05 g/mL = 1050 g/L ⇒
1 liter HAc bevat 1050 g HAc = $\frac{1050}{60}$ mol = 17,5 mol HAc ⇒ [HAc] = 17,5 mol/L.
[HAc] in het evenwicht wordt dan (17,5−*x*) mol/L waarbij *x* verwaarloosbaar klein is t.o.v. 17,5 ⇒

$K=\frac{x^{2}}{17,5} $= 2,5⋅10−13 ⇒ *x*2 = 17,5 × 2,5⋅10−13 = 438⋅10−14 ⇒ *x* = 20,9⋅10−7.

Van de 17,5 mol HAc die in 1 liter aanwezig is, is dus 20,9.107 mol gedissociëerd, dat is (slechts)

$\frac{20,9∙10^{-7}}{17,5}×$ 100% = 1,2⋅10−5%.

Opmerking: De schrijfwijze HAc + HAc ⇌ Ac + H2Ac+ leidt tot een evenwichtsconstante
$K=\frac{\left[Ac^{-}\right]\left[H\_{2}Ac^{+}\right]}{\left[HAc\right]^{2}}$ waarin [HAc] in het kwadraat voorkomt. Daardoor is deze niet vergelijkbaar met de K-waarden, genoemd in de opgave.