EXAMEN SCHEIKUNDE VWO 1975, TWEEDE TIJDVAK, opgaven

## Zilverbepaling 1975-II(I)

Om het zilvergehalte van een oplossing van zilvernitraat in water te bepalen kan men gebruik maken van een titratie. Men voegt dan aan de zilvernitraatoplossing een oplossing van kaliumthiocyanaat, KSCN, van bekende concentratie toe; er ontstaat een wit neerslag van zilverthiocyanaat. Het oplosbaarheidsproduct van zilverthiocyanaat bedraagt bij kamertemperatuur 7,0⋅1013. Als indicator kan een oplossing van ammoniumijzeraluin, NH4Fe(SO4)2.12H2O, worden gebruikt, die met thiocyanaat een oplossing met een intensief rode kleur geeft. Deze kleur wordt toegeschreven aan de complexe ionen FeSCN2+.

1. Geef de vergelijkingen van de beide reacties waarop de titratie berust.

Het vaste zilverthiocyanaat adsorbeert zilverionen uit de oplossing.

Dit heeft tot gevolg dat de gehele oplossing al vóór het bereiken van het equivalentiepunt van de titratie een lichtrode kleur vertoont. Deze kleur verdwijnt bij krachtig schudden. Het equivalentiepunt is bereikt, zodra de rode kleur zelfs bij langdurig schudden niet meer verdwijnt.

1. Leg uit waarom de oplossing reeds vóór het bereiken van het equivalentiepunt van de titratie lichtrood wordt.
2. Hoe kun je verklaren dat deze kleur bij schudden verdwijnt?

Men kan de hierboven beschreven methode ook gebruiken om een volumetrische chloridebepaling uit te voeren.

Om het chloridegehalte van een hoeveelheid ruwe soda (gekristalliseerd natriumcarbonaat) te bepalen loste iemand 11,603 g van de soda op in gedestilleerd water en vulde aan tot 100 mL. Aan 25,0 mL van deze oplossing voegde zij 5 mL 6 molair[[1]](#footnote-1) salpeterzuur toe; hierbij ontweek een gas. Vervolgens werd 30,0 mL van een 0,100 molair zilvernitraatoplossing toegevoegd; er ontstond een neerslag. Dit neerslag werd afgefiltreerd en uitgewassen. Hierna werden het filtraat en de was vloeistof na toevoegen van enkele milliliters ammoniumijzeraluinoplossing als indicator, getitreerd met een 0,0600 molair kaliumthiocyanaatoplossing. Hiervan werd 16,30 mL verbruikt.

1. Geef de vergelijkingen van alle reacties waarop de chloridebepaling in het monster berust.
2. Bereken het chloridegehalte van het monster.
3. Beredeneer in welke zin het antwoord op vraag 5 zou veranderen, wanneer bij de bepaling geen salpeterzuur wordt toegevoegd.
4. Beredeneer, gebruik makend van de oplosbaarheidsproducten van zilverchloride en zilverthiocyanaat, dat het voor de bepaling nodig was het neerslag af te filtreren.

## Fasediagram 1975-II(II)

De vloeistoffen aceton (propaan-2-on) en chloroform (trichloormethaan) zijn in elke verhouding mengbaar. Als men een mengsel van aceton en chloroform verwarmt, blijkt bij een bepaalde temperatuur (het kookpunt) de vloeistof in evenwicht te zijn met damp van 1 atmosfeer; voor een mengsel van 60 massaprocent aceton en 40 massaprocent chloroform bijvoorbeeld is deze temperatuur 59 °C. Bij deze temperatuur is de samenstelling van de damp echter niet gelijk aan die van de vloeistof, maar is de damp rijker aan aceton.

Dergelijke experimentele gegevens kunnen voor iedere samenstelling van het vloeistofmengsel worden verzameld en weergegeven in een diagram. In het onderstaande diagram is op de horizontale as het massapercentage aceton uitgezet, op de verticale assen de temperatuur.

De onderste van de twee gebogen lijnen geeft voor ieder mengsel van aceton, en chloroform het kookpunt aan. De bovenste lijn geeft bij iedere temperatuur tussen 56 en 64,5 °C aan wat de samenstelling is van de damp die bij die temperatuur in evenwicht is met de kokende vloeistof.



1. Wat is de samenstelling van de vloeistof waarvan het kookpunt 60 °C is?
2. Wat is de samenstelling van de damp die bij dit kookpunt in evenwicht is met deze vloeistof?

Men gebruikt dit diagram wel om de gebeurtenissen tijdens de destillatie van mengsels van aceton en chloroform te beschrijven.

Men destilleert bijvoorbeeld 500 mL van een mengsel met 60 massaprocent aceton en vangt de eerste druppel op diein de koeler condenseert.

1. Welke samenstelling verwacht je voor deze druppel op grond van het diagram?
2. Hoe zal de samenstelling van de vloeistof in de destilleerkolf gedurende de destillatie veranderen?
Wat is hiervan het gevolg voor het kookpunt?
3. Bereken de molverhouding aceton-chloroform bij het maximumkookpunt.
4. Hoe zou het optreden van dit maximumbij deze samenstelling kunnen worden verklaard uit de krachten tussen moleculen chloroform en aceton in de vloeistof?
5. Is het mogelijk door destillatie van een mengsel van 10 massaprocent aceton en 90 massaprocent chloroform de aceton (vrijwel zuiver) te verkrijgen? Motiveer je antwoord.

## Cyclopentadieen 1975-II(III)

De stof waarvan hiernaast de structuurformule is gegeven, wordt cyclopentadieen genoemd. Cyclopentadieen is een kleurloze vloeistof met kookpunt 40 °C en soortelijke massa 0,80 g mL−1. Het is vrijwel onoplosbaar in water, maar goed oplosbaar in ethoxyethaan en in benzeen.

Wanneer men stukjes natrium brengt in een watervrije oplossing van cyclopentadieen, vindt een reactie plaats waarbij waterstof ontwijkt en natrium oplost. De verkregen oplossing geleidt de elektrische stroom. Dampt men de oplossing in, dan is het residu een vaste stof waaraan men de formule Na+C5H5− toekent. Wanneer deze stof in water wordt gebracht, vormen zich twee vloeistoflagen waarvan de bovenste uit cyclopentadieen blijkt te bestaan.

1. Geef de vergelijking in molecuulformules voor de reactie van natrium met cyclopentadieen en voor de reactie van het residu met water.

De molecuulformule van de dimethylderivaten van cyclopentadieen is C7H10. Bij het toekennen van namen aan de verschillende isomeren spreken we af dat we de koolstofatomen in de vijfring van cyclopentadieen nummeren zoals hiernaast is weergegeven.

1. Leg uit dat de structuurformule van 1,2-dimethylcyclopentadieen twee optisch actieve isomeren kan aanduiden.

Brengt men stukjes natrium in een watervrije oplossing van linksdraaiend 1,2‑dimethylcyclopentadieen, dan vindt ook hier waterstofontwikkeling plaats, terwijl het natrium oplost. De oplossing verliest bij deze reactie haar optische activiteit. Na indampen houdt men een vaste stof met formule Na+C7H9 over. Deze stof vormt met water twee vloeistoflagen die beide optisch inactief zijn.

1. Geef in de structuurformule van 1,2-dimethylcyclopentadieen met een pijl aan welke C-H-binding bij de reactie met natrium is verbroken.
2. Beschrijf de structuur van het ion C7H9 die in overeenstemming is met het verdwijnen van de optische activiteit tijdens de reactie.

Men analyseert de bovenste van de twee vloeistoflagen die zijn gevormd na toevoegen van overmaat water aan de bovenbeschreven stof met formule Na+C7H9. De vloeistof blijkt een mengsel te zijn van de volgende stoffen:

3,4-dimethylcyclopentadieen

2,3-dimethylcyclopentadieen

racemisch 1,2-dimethylcyclopentadieen.

1. Geef de reactievergelijking in structuurformules voor de beschreven vorming van 3,4‑dimethylcyclopentadieen uit Na+C7H9.
Geef ook de reactievergelijking in structuurformules voor de beschreven vorming van 2,3‑dimethylcyclopentadieen uit Na+C7H9

Bij de reactie van 3,4-dimethylcyclopentadieen met natrium wordt eveneens een stof met formule Na+C7H9 gevormd. Dit blijkt dezelfde stof te zijn als bij de reactie van 1,2-dimethylcyclopentadieen met natrium werd gevormd.

1. Welke nadere conclusie omtrent de structuur van het ion C7H9 kun je uit bovenstaande gegevens trekken? Licht je antwoord toe.

## Brønstedzuur 1975-II(IV)

Brønsted stelde in 1923 de volgende definities voor:

„Zuren en basen zijn stoffen die waterstofionen kunnen afstaan resp. opnemen. De inhoud van de zo gedefiniëerde begrippen zuur en base wordt schematisch weergegeven door de uitdrukking:

Z $⇌$ B + H+

(zuur) (base)

waarbij over de andere eigenschappen van Z en B niets wordt gezegd.

We zullen Z en B, d.w.z. zurenen basen waartussen bovenstaand verband bestaat, corresponderende[[2]](#footnote-2) zuren en basen noemen”.

Brønsted beschouwde de waarde van de dissociatieconstante (evenwichtsconstante) van bovenbeschreven evenwicht als een maat voor de sterkte van het zuur. De waarde van de dissociatieconstante van een zuur hangt af van de temperatuur en van het oplosmiddel.

De invloed van het oplosmiddel kan in de vergelijking als volgt worden weergegeven:

Z(solv) ⇌ B(solv) + H(solv)

Met H(solv) bijv. wordt aangegeven dat H+ één of meer moleculen van het oplosmiddel (= solvens) heeft gebonden. Als water het oplosmiddel is, wordt H+(solv) wel geschreven als H3O+.

In onderstaande tabel worden dissociatieconstanten bij 25 °C van enkele stoffen in verschillende oplosmiddelen vermeld.

|  |  |
| --- | --- |
| stof | oplosmiddel |
|  | water | methaancarbonzuur(ethaanzuur) |
| waterstofchloride, HCl |  | 2,8⋅109 |
| perchloorzuur, HClO4 |  | 1,3⋅105 |
| ethaanzuur, CH3COOH | 1,8⋅105 | 2,5⋅1013 |

1. Wat wordt hier bedoeld met de waarde 1,8⋅105 voor de dissociatieconstante van ethaanzuur in water?
2. Leg uit waarom geen waarde voor de dissociatieconstante van waterstofchloride en van perchloorzuur in water is vermeld.
3. Beschrijf het oplossen van waterstofchloride in methaancarbonzuur volgens de hierboven vermelde opvatting van Brønsted.
4. Beredeneer op grond, van de waarden voor de dissociatieconstanten, welke van de twee stoffen, waterstofchloride en perchloorzuur, het sterkste zuur is in methaancarbonzuur.
5. Welk percentage van zuiver methaancarbonzuur is bij 25 °C gedissocieerd?
Bij 25 °C bedraagt de soortelijke massa van methaancarbonzuur 1,05 g mL1.
1. een 1 molair oplossing bevat 1 mol van de betreffende opgeloste stof per liter. [↑](#footnote-ref-1)
2. Lees: ... geconjugeerde zuren en basen noemen. [↑](#footnote-ref-2)