EXAMEN SCHEIKUNDE VWO 1975, EERSTE TIJDVAK, opgaven

## Buffer 1975-I(I)

Een van de eisen die men aan een bufferoplossing stelt is, dat de pH slechts weinig verandert bij toevoeging van een kleine hoeveelheid base. In het volgende zal onder een kleine hoeveelheid base steeds 0,1 millimol natriumhydroxide worden verstaan die aan 100 mL oplossing wordt toegevoegd. De volumeverandering kan hierbij buiten beschouwing worden gelaten.

Een niet al te verdunde oplossing van een sterk zuur voldoet aan de gestelde eis.

1. Toon door berekening aan dat 0,1 molair waterstofchloride-oplossing aan deze eis voldoet.
2. Beredeneer of een waterstofchloride-oplossing met pH = 5 aan deze eis voor een bufferoplossing voldoet.[[1]](#footnote-1)

Een oplossing met pH = 5kan men ook verkrijgen door een hoeveelheid van een eenbasisch zuur HZ met p*K*z = 5 op te lossen in water.

1. Bereken hoeveel mol van dit eenbasische zuur (p*K*z = 5) men nodig heeft om 100 mL oplossing met pH = 5 te krijgen.
2. Beredeneer of de oplossing in 3 genoemd aan de gestelde eis voor een bufferoplossing voldoet.

Een oplossing met pH = 5 kan men eveneens verkrijgen door 0,1 mol van hetzelfde zuur HZ en een berekende hoeveelheid natriumhydroxide op te lossen in water, zo dat het eindvolume 100 mL bedraagt.

1. Bereken hoeveel mol HZ in deze oplossing nog aanwezig is.
2. Beredeneer of de oplossing in 5 genoemd aan de gestelde eis voor een bufferoplossing voldoet.

## Complex blauw 1975-I(II)

Een oplossing van koper(II)nitraat in water is lichtblauw. Wanneer men aan zo'n oplossing overmaat ammonia toevoegt en roert, wordt de oplossing donkerblauw. Men neemt aan dat de donkerblauwe kleur wordt veroorzaakt door de aanwezigheid van tetramminekoper(II)-ionen die zijn gevormd volgens de vergelijking:

Cu2+(aq) + 4 NH3(aq) → [Cu(NH3)4]2+(aq)

Met (aq) wordt bedoeld: opgelost in water.

Het tetramminekoper(II)-ion is een voorbeeld van een complex ion.

Ook andere metaalionen kunnen worden omringd met ammoniakmoleculen, waarbij deeltjes ontstaan die men eveneens complexe ionen noemt.

Het aantal ammoniakmoleculen dat een metaalion kan binden noemen wij het omringingsgetal van het betreffende metaalion voor ammoniak.

Dit omringingsgetal is niet voor elke soort metaalion gelijk.

Er zijn verschillende modellen voorgesteld om de vorming en de samenstelling van complexe ionen te beschrijven. Twee van deze modellen worden onder I resp. II weergegeven.

1. Het metaalion en het ammoniakmolecuul zijn aan elkaar gebonden door middel van twee gemeenschappelijke elektronen. Deze elektronen behoren bij het ammoniakmolecuul maar ze worden bij het tot stand komen van de binding ook opgenomen in de elektronenwolk van het metaalion. Het omringingsgetal wordt bepaald door het aantal elektronen dat het metaalion kan opnemen; dit aantal is bereikt wanneer het metaalion evenveel elektronen bevat als een edelgas-atoom.
2. Aangezien het ammoniakmolecuul een dipool is, kan het door een elektrostatische kracht aan het metaalion worden gebonden. In het complexe ion raken de elektronenwolken van het metaalion en het ammoniakmolecuul elkaar. Het omringingsgetal wordt dan bepaald door de beschikbare ruimte rondom het metaalion.
3. Welke waarde moet p in de formule [Zn(NH3)p]2+ volgens model I bezitten? Licht je antwoord toe.
4. Beschrijf of teken de ruimtelijke bouw van het complexe ion Co(NH3)63+ zoals die volgens model II moet zijn.
5. Bestudeer de onderstaande lijst met gegevens van enkele complexe ionen en doe een uitspraak op grond van deze gegevens over debruikbaarheid van model I. Licht je uitspraak toe.
6. Doe op grond van dezelfde gegevens en met behulp van tabel 46 ook een uitspraak over de bruikbaarheid van model II. Licht je uitspraak toe.

Lijst:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| metaal | atoomnummer | ionlading | omringingsgetal voor ammoniak |
| cadmium | 48 | 2+ | 4 |
| kobalt | 27 | 3+ | 6 |
| kwik | 80 | 2+ | 4 |
| zink | 30 | 2+ | 4 |

Onderzoek heeft tot de conclusie geleid dat in het tetramminekoper(II)-ion de vier stikstofatomen en het koperatoom in een plat vlak liggen.

1. Welke gevolgtrekking kun je uit de samenstelling en de bouw van dit complexe ion maken omtrent de bruikbaarheid van elk van de modellen I en II? Licht je antwoorden toe.

## Grignard 1975-I(III)

Wanneer men een monohalogeenalkaan toedruppelt aan ether waarin zich stukjes magnesium bevinden, treedt een reactie op. Gebruikt men magnesium en monohalogeenalkaan in de molverhouding 1 : 1 dan ziet men dat het magnesium vrijwel geheel oplost. Er ontstaat een in ether oplosbare verbinding waaraan de volgende structuurformule wordt toegekend:

R *—* Mg — X X duidt halogeen aan.

Deze verbinding noemt men een halogeenmagnesiumalkaan.

1. Geef de vorming van 1-chloormagnesiumbutaan in een reactievergelijking weer.

Voegt men na afloop van de beschreven reactie een hoeveelheid van een monohalogeenalkaan toe, dan ontstaat een wit neerslag waarvan de formule MgX2 blijkt te zijn.

1. Geef de vergelijking voor de reactie van 1-chloormagnesiumbutaan met 1-chloorpropaan met behulp van structuurformules.
2. Leg met behulp van reactievergelijkingen in structuurformules uit hoe men de bovenbeschreven methode kan gebruiken voor de bereiding van 2,2-dimethylhexaan.
3. Hoe verklaar je dat bij de reactie van magnesium met monohalogeenalkaan iets meer dan een mol monohalogeenalkaan nodig is om een mol magnesium volledig op te lossen?

De halogeenmagnesiumalkanen worden gebruikt bij de synthese van een grote verscheidenheid van koolstofverbindingen, zoals alkanolen en carbonzuren.

Wanneer men bijvoorbeeld aan propanon (aceton) een oplossing van 1-chloormagnesiumbutaan toevoegt en het reactiemengsel vervolgens met zoutzuur behandelt, ontstaat 2-methylhexaan-2-ol.

1. Geef de structuurformules van de uitgangsstoffen en van de gevormde koolstofverbinding.
2. Beredeneer naar analogie van de synthese van 2-methylhexaan-2-ol hoe men 1-chloormagnesium-butaan kan gebruiken voor de bereiding van pentaanzuur.

## Vitamine C 1975-I(IV)

Een andere naam voor vitamine C, molecuulformule C6H8O6, is ascorbinezuur. Ascorbinezuur is een wit poeder dat met water een kleurloze oplossing geeft.

Ascorbinezuur kan broomwater ontkleuren onder vorming van het in oplossing eveneens kleurloze dehydroascorbinezuur, molecuulformule C6H6O6.

Deze reactie verloopt snel en volledig. Ascorbinezuur en dehydroascorbinezuur zijn zwakke zuren.

1. Leg uit dat bij de ontkleuring van broomwater door ascorbinezuur oxidatie en reductie optreden; geef daarbij de reactievergelijking voor de oxidatie en voor de reductie.

Van vitamine C-tabletten waarin ascorbinezuur de enige stof is die met broom reageert, kan men door titreren het ascorbinezuurgehalte bepalen.

In plaats van een titratie, waarbij men aan een ascorbinezuuroplossing een oplossing van broom uit een buret toevoegt, kan men echter ook een coulometrische bepaling uitvoeren.

Bij een coulometrische bepaling wordt aan een oplossing van ascorbinezuur in water kaliumbromide toegevoegd, waarna hieruit door elektrolyse met platina elektroden broom wordt bereid. Bij de elektrolyse houdt men de stroomsterkte constant. Zolang de oplossing ascorbinezuur bevat, reageert het vrijkomende broom hier onmiddellijk mee. Nadat alle ascorbinezuur is omgezet, wordt de oplossing geleidelijk bruin.

Om bij de coulometrische bepaling het equivalentiepunt goed waarneembaar te maken, kan men vóór de elektrolyse wat verdund zoutzuur en enkele druppels 0,1% methyloranjeoplossing toevoegen. Wanneer men tijdens de elektrolyse goed roert, wordt bij het passeren van het equivalentiepunt de oplossing plotseling KLEURLOOS. Daarna wordt de oplossing geleidelijk bruin.

1. Welke reacties treden op aan de elektroden en in de oplossing, zolang het equivalentiepunt nog niet is bereikt?
2. Leg uit dat het geleidingsvermogen van de oplossing niet verandert, zolang het equivalentiepunt nog niet is bereikt.
3. Hoe verklaar je de plotselinge ontkleuring van de oplossing bij het passeren van het equivalentiepunt?

Bij een onderzoek naar de hoeveelheid ascorbinezuur in vitamine C-tabletten loste men een tablet op in water waarna men de bovenbeschreven coulometrische bepaling uitvoerde. De stroomsterkte bedroeg 20,0 mA (1 A is de stroomsterkte waarbij per seconde een lading van 1 coulomb de ampèremeter passeert). Na 16 minuten en 40 seconden trad de ontkleuring op.

1. Bereken hoeveel mg ascorbinezuur het vitamine C-tablet bevatte.  
   Ga er daarbij van uit dat de lading van 1 mol elektronen 9,7⋅104 coulomb bedraagt.

1. De pH heeft hier een significantie 0! [↑](#footnote-ref-1)