EXAMEN SCHEIKUNDE VWO 1993, EERSTE TIJDVAK, uitwerkingen

## Nitronium 1993-I(I)

1. ❑ Maximumscore 4



**Toelichting:** Het stikstofatoom heeft 5 (valentie)elektronen, de twee zuurstofatomen beide 6 elektronen. Het positieve ion heeft dus in totaal 5+6+6-1 = 16 valentie-elektronen, zodanig geplaatst, dat elk atoom 4 elektronenparen om zich heen heeft (‘octetregel’).

1. ❑ Maximumscore 4

Stap 1: 2 HNO3 → H2NO3+ + NO3−
Stap 2: H2NO3+ → H2O + NO2+
Stap 3: HNO3 + H2O →H3O+ + NO3−

Opmerking:Controleer je antwoord door de drie deelreacties (stappen) op te tellen.

1. ❑ Maximumscore 4

In stap 2 wordt een H+-ion afgesplitst van een C-atoom naast het koolstofatoom met de posi­tieve lading. Dat kan op twee manieren; de eerste manier staat beschreven in de opgave, de tweede verloopt zoals hieronder weergegeven en levert 3-nitrocyclohexeen op:


1. ❑ Maximumscore 4



## Fenolftaleïen 1993-I(II)

1. ❑ Maximumscore 4

HFen bestaat uit symmetrische moleculen (tweemaal dezelfde benzenolgroep), dus HFen is niet optisch actief. Het HFen−-ion is wel asymmetrisch, maar de kans dat de ene benzenolgroep H+ afsplitst is even groot als die van H+-afsplitsing van de andere benzenolgroep ⇒ de ionen ontstaan als een racemisch mengsel ⇒ de oplossing is niet optisch actief.

1. ❑ Maximumscore 4

De ligging van het evenwicht is afhankelijk van de pH. Bij verhoging van de pH komen er minder H3O+-ionen (per liter) en treedt de reactie naar links minder vaak op. Het evenwicht verschuift hierdoor naar rechts, waarbij er meer Fen2−-ionen in de oplossing komen. Hierdoor neemt ook de extinctie (een maat voor de intensiteit van de kleur) toe.
Dat de extinctie na pH = 12 niet verder toeneemt, moet worden toegeschreven aan een maximum aan Fen2−-ionen. Het evenwicht is dan blijkbaar aflopend naar rechts.

1. ❑ Maximumscore 1

pH = 9,7 (bij de helft van de maximale waarde van de extinctie, *E* = 0,6).

1. ❑ Maximumscore 4

*K*z = . Bij pH = 9,7 geldt: [HFen−] = [Fen2−] ⇒ *K*z = [H3O+] = 2⋅10−10 (1 sign. cijfer)

1. ❑ Maximumscore 5

90 cm3 lucht bevat  × 90 cm3 = 3,2⋅10−2 cm3 = 3,2⋅10−8 m3 CO2. 1 mol CO2 heeft bij 298 K en *p* = *p*o een volume van 2,45⋅10−2 m3 ⇒ het aantal mol CO2 in de erlenmeyer is  = 1,3⋅10−6 mol CO2.

Hiermee kan (volgens de reactievergelijking) ook 1,3⋅10−6 mol OH− worden weggenomen.

pH = 9,0 ⇒ pOH = 14,0 − 9,0 = 5,0 ⇒ [OH−] = 1⋅10−5 mol L−1. 30 mL oplossing bevat dan 3,0⋅10−2 × 1⋅10−5 = 3⋅10−7 mol OH−. Deze OH−-ionen kunnen met de bovengenoemde hoeveelheid CO2 worden weggenomen. De oplossing kan dus pH < 7 krijgen, waardoor de oplossing zal ontkleuren (zie diagram in de opgave).

## Zuuranhydride 1993-I(III)

1. ❑ Maximumscore 2



1. ❑ Maximumscore 4

ethylethanoaat (de ester van ethanol en ethaanzuur)

1. ❑ Maximumscore 4



1. ❑ Maximumscore 6

Volgens reactie 1 ontstaat uit *x* mmol ethanol met *x* mmol azijnzuuranhydride *x* mmol van stof A (geen zuur) en *x* mmol azijnzuur. De overmaat azijnzuuranhydride (2,00 − *x* mmol) reageert met water volgens reactie 2 en levert 2 − (2,00 − *x*) = 4,00 − 2*x* mmol azijnzuur.

In totaal is dus 4,00 − 2*x* + *x* = 4,00 − *x* mmol azijnzuur gevormd. Dit wordt getitreerd met 0,0868 mmol mL−1 × 27,1 mL = 2,35 mmol natriumhydroxide. Omdat dit 1 : 1 reageert met azijnzuur, zal gelden: 2,35 = 4,00 − *x* ⇒ *x* = 4,00 − 2,35 = 1,65 ⇒ er was 1,65 mmol ethanol aanwezig of 1,65 mmol − 46,07 mg mmol−1 = 76,0 mg ethanol (3 significante cijfers).

Opmerking: Afhankelijk van de gebruikte waarde voor de molaire massa van ethanol en het moment van afronden, kan het eindantwoord variëren van 75,8 tot 76,1 mg.

## Nikkelerts 1993-I(IV)

1. ❑ Maximumscore 3

*K* =  **Toelichting**: Ni(s) is heterogeen aanwezig, dus staat niet in concentratiebreuk.

1. ❑ Maximumscore 4

Gegeven is dat reactie 1 geen redoxreactie is.

In Ni(CO)4 is Ni dus (vrijwel) ongeladen aanwezig; in NiO is nikkel als Ni2+ aanwezig. Tijdens reactie 2 nemen deze Ni2+-ionen elektronen op ⇒ nikkelionen treden op als oxidator.

1. ❑ Maximumscore 4

Twee typen antwoorden zijn mogelijk:

- De reactie naar rechts van de evenwichtsreactie 1 is sterk van de druk afhankelijk, omdat meerdere gasmoleculen elkaar 'ontmoeten'. Een hoge druk is dus gunstig voor een verschuiving naar rechts; daarentegen geeft een lage druk een verschuiving naar links (omzetting in Ni en CO) ⇒ in reactor b moet de druk lager zijn dan die in reactor a.

- De evenwichtsvoorwaarde van reactie 1 (zie onderdeel 14 ) laat zien, dat drukverlaging met bijvoorbeeld een factor 10, de teller van de concentratiebreuk met een factor 10 verkleint en de noemer met een factor 104 = 10000. Daardoor wordt de breuk groter en geldt de evenwichtsvoorwaarde niet meer. Het evenwicht zal zodanig verschuiven, dat de breuk kleiner wordt, waarbij [CO] zal toenemen en [Ni(CO)4] zal afnemen, totdat de waarde *K* weer bereikt wordt. Vorming van CO en Ni is juist wat in reactor b gewenst wordt ⇒ in reactor b moet de druk lager zijn dan die in reactor a.

1. ❑ Maximumscore 4

Reactie 2 bestaat uit 4 denkbeeldige deelreacties:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Ontleding van NiO: | NiO(s) → Ni(s) + ½ O2(g) | *H*1 = +2,44⋅105 J |
| Ontleding van CO (1 mol): | CO(g) → C(s) + ½ O2(g)  | *H*2 = +1,105⋅105 J |
| Vorming van CO2: | C(s) + O2(g) → CO2(g)  | *H*3 = −3,935⋅105 J |
| Vorming van Ni(CO)4: | Ni(s) + 4 CO(g) → Ni(CO)4(g)  | *H*4 = −2,11⋅105 J |
|  |  | *H*totaal = −2,50⋅105 J |

1. ❑ Maximumscore 4

De molverhouding NiO : CO in reactie 2 bedraagt 1 : 5. Van elke 5 mol CO wordt slechts 1 mol omgezet in CO2. De overige 4 mol CO komen weer vrij bij de ontleding van Ni(CO)4 in reactor b en worden teruggevoerd naar reactor a (recirculatie). Per mol NiO zal dus 1 mol CO nieuw moeten worden toegevoerd. Reactie 1 gebruikt netto geen CO; dit wordt geheel gerecirculeerd.

1. ❑ Maximumscore 5

Er wordt 220 g CO toegevoerd of  = 7,85 mol CO. Tegelijkertijd wordt ook 7,85 mol NiO toegevoerd (zie onderdeel 0) of 7,85 mol × 74,71 g mol−1 = 586 g NiO.
Per kg aangevoerd nikkelerts wordt 210 g vast afval uit reactor a verwijderd (gegeven) ⇒
1 kg nikkelerts bevat blijkbaar 1000 g − 586 g − 210 g = 204 g Ni. Naast deze hoeveelheid zal ook nog 7,85 mol Ni (afkomstig van 7,85 mol NiO) uit reactor b komen, dus in totaal:
7,85 − 58,71 + 204 = 665 g Ni(s) per kg aangevoerd mengsel (3 significante cijfers).

Opmerking: Indien alleen het eindantwoord wordt afgerond, vind je 664 g.

## Ozonmeter 1993-I(V)

1. ❑ Maximumscore 2

PO43−(aq) + H2PO4−(aq) → 2 HPO42−(aq)

1. ❑ Maximumscore 3

Van de toegevoegde H2PO4− moet een deel overblijven, dus meng bijvoorbeeld 1 mol KH2PO4 met *x* mol K3PO4 (waarbij *x* < 1) in 1 liter water. De omzetting is volledig ⇒ na de reactie is er aanwezig: (1 − *x*) mol H2PO4− en 2*x* mol HPO42− (zie reactievergelijking in onderdeel 20 ). *x* is te berekenen uit: [H2PO4−] = [HPO42−] ⇒ (1 − *x*) = 2*x* ⇒ 1 = 3*x* ⇒ *x* = 1/3 mol.

De gewenste oplossing krijgt men dus door het mengen van K3PO4 en KH2PO4 in een molverhouding van  : 1 = 1 : 3.

1. ❑ Maximumscore 3

O2 is een veel sterkere oxidator in zuur milieu (H+ aanwezig) dan in neutraal of basisch milieu (met pH van 7 of groter). De bufferoplossing is niet zuur, dus de genoemde halfreactie kan hier niet verlopen.

*Toelichting*: De juiste halfreactie voor zuurstof bij deze meting heeft als standaardelektrodepotentiaal de waarde +0,40 V en dat verklaart, waarom O2 uit de ingeleide lucht niet met Br− reageert.

1. ❑ Maximumscore 3

De gemeten stroomsterkte is evenredig met de hoeveelheid Br2 die wordt omgezet en dus met de hoeveelheid ozon die in de lucht aanwezig is. 2,0⋅10−13 mol ozon per cm3 lucht blijkt een stroomsterkte op te leveren van 9,6⋅10−8 A. Uit het verschil van meting 1 en meting 2 blijkt, dat de aanwezige ozon een stroomsterkte veroorzaakt van 7,6⋅10−7 − 2,0⋅10−7 = 5,6⋅10−7 A.

Dit komt overeen met een ozonconcentratie van:  × 2,0⋅10−13  = 1,2⋅10−12 mol O3 per cm3 lucht (2 cijfers significant)

1. ❑ Maximumscore 4

De door NO2 veroorzaakte stroom bedraagt 2,0⋅10−7 A (zie meting 2), Ook deze stroom is afkomstig van Br2-moleculen die elektronen opnemen. Voor de vorming van 1 mol Br2 is 1 mol O3 nodig (zie reactie 1), maar voor dezelfde hoeveelheid broom is 2 mol NO2 nodig (zie reactie 3). Om dezelfde stroomsterkte te krijgen is van NO2 dus tweemaal zoveel mol nodig als van O3 . Een stroomsterkte van 9,6⋅10−8 A betekent dus 4,0⋅10−13 mol NO2 in 1 cm3 lucht.

Een stroomsterkte van 2,0⋅10−7 A komt dan overeen met  × 4,0⋅10−13 mol cm−3 = 8,3⋅10−13 mol NO2 per cm3 lucht (2 significante cijfers).