EXAMEN SCHEIKUNDE VWO 1995, TWEEDE TIJDVAK, uitwerkingen

## Reacties met methanal 1995-II(I)

1. Maximumscore 4

X = 

1. Maximumscore 4



**Toelichting:** Als het losse elektron van de gegeven grensstructuur(zie opgave) een C=C-binding vormt, schuift een elektronenpaar van de C=O-binding naar buiten (naar rechts in de gegeven grensstructuur).

1. Maximumscore 4

Verbinding 1 (zie opgave) is een aldehyde met twee H-atomen aan het C(2)-atoom.
Net als in ethanal kunnen deze worden vervangen door CH2-OH-groepen volgens het gegeven mechanisme.

**Toelichting:** Doordat er een grote overmaat van methanal aanwezig is, reageert verbinding 1

niet of nauwelijks met ethanal.

1. Maximumscore 4

Verbinding 2 heeft geen H-atomen aan het C(2)-atoom. Dit type aldehyden reageert volgens de allereerste reactie in de opgave, waarbij de overeenkomstige alcohol (verbinding 3) ontstaat.

1. Maximumscore 4



**Toelichting:** Estervorming vindt hier plaats doordat de alcohol (verbinding 3) viermaal reageert met het zuur (HNO3 of HONO2) onder afsplitsing van H2O-moleculen.

## Zoetkracht 1995-II(II)

1. Maximumscore 5



1. Maximumscore 4

De molaire massa van aspartaam (C14H18N2O5) is 14 × 12,01 + 18 × 1,008 + 2 × 14,01 + 5 × 16,00 = 294,3 g mol−1 ⇒ 4,0 g aspartaam is gelijk aan  = 1,4⋅10−2 mol (in 100 mL) ⇒ oplossing 1 bevat per liter 10 × 1,4⋅10−2 = 1,4⋅10−1 mol aspartaam.

De zoetkracht van aspartaam is  = 2,2⋅102 (2 significante cijfers).

Opmerking: Indien alleen wordt afgerond bij het eindantwoord, is de zoetkracht 2,1⋅102.

1. Maximumscore 4

Stel het aandeel van sacharine in het mengsel *x* en het aandeel van cyclamaat 1 − *x*.

Omdat de totale zoetkracht gelijk is aan de som van de afzonderlijke bijdragen geldt: 440*x* + 30,0 × (1 − *x*) = 125 ⇒ 440*x*+ 30,0 − 30,0*x* = 125 ⇒ 410*x*= 95 ⇒ *x* =  = 0,23⇒
van 100 g mengsel is 23 g sacharine (2 significante cijfers i.v.m. het getal 95 in de berekening).

## Zwaveldioxide in de fabriek 1995-II(III)

1. Maximumscore 4

Door te titreren met natronloog ontstaat er bij het equivalentiepunt een oplossing die Na+(aq)-, SO42(aq)- en SO32(aq)-ionen bevat. De sulfietionen zorgen voor een basische oplossing:

SO32(aq) + H2O(l) → HSO3−(aq) + OH(aq)

De pH van de oplossing bij het equivalentiepunt zal dus groter dan 7 zijn.

1. Maximumscore 3

Voor titratie van het monster van 100 mL was 1,72 mmol NaOH nodig. Dit heeft gereageerd met eveneens 1,72 mmol H3O+. Zowel SO3 als SO2 kunnen per mol **twee** mol H3O+ leveren, want het evenwicht HSO3− + H2O ⇌ H3O+ + SO32 wordt door de toevoeging van OH aflopend. 1,72 mmol H3O+ is dus afkomstig van ½ × 1,72 = 0,860 mmol SO2 en SO3. In 500 mL water is dus opgelost
5 × 0,860 = 4,30 mmol SO2 en SO3, afkomstig van 1,00 dm3 gasmengsel.

1. Maximumscore 4

SO32 kan optreden als reductor, terwijl SO42 dat niet kan.
SO32 is daarom naast SO42 te bepalen met een oxidator.
Twee mogelijke werkwijzen zijn de volgende:
- aanzuren met een zwavelzuuroplossing (nadeel: mogelijk ontwijkt er SO2)
- titreren met een bekende kaliumpermanganaatoplossing- bij het equivalentiepunt treedt een blijvende (licht)paarse kleur op

of

- als indicator een stijfsel(zetmeel)-oplossing toevoegen
- titreren met een bekende oplossing van jood
- bij het equivalentiepunt treedt een blijvende blauwe kleur op

1. Maximumscore 6

Volgens de gegeven volumepercentages bevat 1,0 dm3 0,073 dm3 SO3 en 0,067 dm3 O2, wat overeenkomt met $\frac{0,031 dm^{3}}{20,8 \frac{dm^{3}}{mol}}$ = 1,5⋅103 mol SO3, $\frac{0,073 dm^{3}}{20,8 \frac{dm^{3}}{mol}}$ = 3,5⋅103 mol SO2 en
$\frac{0,067 dm^{3}}{20,8 \frac{dm^{3}}{mol}}$ = 3,2⋅103 mol O2 (per liter mengsel).

In een **evenwichts**mengsel van SO2, SO3 en O2 geldt: *K=* 3,9⋅1010 = $\frac{\left[SO\_{3}\right]^{2}}{\left[\left[SO\_{2}\right]^{2}\left[O\_{2}\right]\right]}$.

Met de bovenstaande berekende molariteiten vind je:

$\frac{\left[SO\_{3}\right]^{2}}{\left[\left[SO\_{2}\right]^{2}\left[O\_{2}\right]\right]}=\frac{\left(3,5∙10^{-3}\right)^{2}}{\left(1,5∙10^{-3}\right)^{2}× 3,2∙10^{-3}}$ = 1,7⋅103

Deze waarde is veel lager dan de evenwichtsconstante. Blijkbaar heeft de omzetting van SO2 en O2 tot SO3 nog niet tot een evenwichtstoestand geleid.

1. Maximumscore 3

Twee van de drie onderstaande maatregelen zijn voldoende:

* Toevoegen van en katalysator
Zowel de heen- als deterugreactie verloopt sneller. Dit leidt tot een snellere evenwichtsinstelling.
* Drukverhoging door samenpersen
Door de concentratie van de stoffen te verhogen, zullen er meer botsingen optreden tussen SO2 en O2. Er ontstaat daardoor sneller SO3.
* Temperatuurverhoging
Door de verhoogde snelheid van de moleculen neemt het aantal botsingen per seconde toe en ontstaat er sneller SO3.

Opmerking: Een nadeel van temperatuurverhoging is een verschuiving van de evenwichtsligging naar de ongunstige kant, namelijk minder SO3 (zie BINAS-tabel 51).

## Sodabereiding 1995-II(IV)

1. Maximumscore 2

Voor de vorming van Na2CO3(s) zijn zowel Na+(aq)-ionen nodig als CaCO3(s). In de stofstroom die de fabriek verlaat, komen nog (ongebruikte) Na+(aq)-ionen voor. Blijkbaar waren deze ionen in overmaat aanwezig ⇒ het gegeven van 55,0 kg opgelost NaCl kan dus **niet** voor de berekening gebruikt worden.

1. Maximumscore 3

De molaire massa van CaCO3 is 100,1 g mol−1. Dus geldt: 34,0 kg CaCO3 = 3,40⋅104 g = $\frac{3,40∙10^{4} g}{100,1 \frac{g}{mol}}$ =
340 mol CaCO3. Hieruit ontstaat ook 340 mol Na2CO3 = 340 mol × 106 g mol1 = 3,60⋅104 g =
36,0 kg Na2CO3 (3 significante cijfers).

Opmerking:Een snellere oplosmethode is het vergelijken van de molaire massa's.
Na2CO3 heeft een iets grotere molaire massa en eenzelfde aantal mol als CaCO3 zal dus als massa hebben: $\frac{106}{100,1}$ × 34,0 kg = 36,0 kg.

1. Maximumscore 4

Om NH4+ en HCO3− te kunnen vormen, zullen NH3 en CO2 reageren in een molverhouding van 1 : 1. De benodigde CO2 is niet alleen afkomstig van CaCO3, maar wordt ook van elders ruimte 3 binnengeleid. Het aantal mol CaCO3 dat per minuut in ruimte 1 wordt geleid, zal dus kleiner zijn dan het aantal mol NH3 dat per minuut in ruimte 3 wordt geleid.

1. Maximumscore 4

CaO(s) + 2 NH4+(aq) → Ca2+(aq) + 2 NH3(g) + H2O(l)

1. Maximumscore 2

X = Ca
Y CO2

**Toelichting:** De reactie bij verhitting in ruimte 1 is: CaCO3(s) → CaO(s) + CO2(g)

De reactie bij verhitting in ruimte 5 is: 2 NaHCO3(s) → Na2CO3(s) + H2O(g) + CO2(g)

1. Maximumscore 5



**Toelichting:** De CaO (= X) die in ruimte 1 vrijkomt, wordt gebruikt in ruimte 7. De NH3 die in ruimte 2 nodig is, wordt aangevoerd uit de ruimten 6 en 7. Behalve de CO2 uit ruimte 1 wordt voor de reactie in ruimte 3 ook CO2 gebruikt die vrijkomt uit de ruimte 5 (= Y) en ruimte 6.

## Aluminiumproductie 1995-II(V)

1. Maximumscore 3

De reactie is een combinatie van de ontleding van aluminiumoxide en de vorming van koolstofdioxide. De enthalpieverandering is daar het resultaat van:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| enthalpie-effect bij de ontleding van 2 mol Al2O3: | +2 × 16,70⋅105 J = | +33,40⋅105 J |
| enthalpie-effect bij de vorming van 3 mol CO2: | −3 × 3,935⋅105 J = | −11,81⋅105 J |
|  | Totaal: | +21,59⋅105 J |

Deze enthalpieverandering geldt voor 4 mol aluminium (zie reactievergelijking in opgave) ⇒ • 105 J

*H* = $\frac{+21,59∙10^{5} J}{4}$ = +5,398⋅105 J mol1 (4 significante cijfers).
**Toelichting:** Er komen in het bovenstaande geen enthalpieveranderingen voor die betrekking hebben op de elementen C en Al, omdat de elementen als nulniveau (afteltoestand) worden gebruikt om de vormingsenthalpie (en ontledingsenthalpie) te berekenen.

1. Maximumscore 3

Het smeltpunt van Al2O3 ligt zeer hoog (zie BINAS-tabel 40B). Het bereiken en handhaven van een temperatuur van 2310 K kost veel meer energie dan nodig is voor 1240 K.

1. Maximumscore 6

***Totaalreactie:*** 2 A12O3 + 3C → 4 Al + 3 CO2

***Deelreactie 1:*** 2 Al2O3 + 2 AIF63 → 3 Al2O2F42

***Deelreactie 2:*** 4 AlF63 + 12 e → 4 Al + 24 F (factor 4 i.v.m. de vorming van 4 Al)

***Deelreactie 3:*** 3 Al2O2F42 + 3C + 24 F → 3 CO2 + 6 AIF63 + 12 e

Vereenvoudigd: Al2O2F42 + C + 8 F− → CO2 + 2AlF63 + 4e (gedeeld door 3)

**Toelichting:** Deelreactie 3 moet een zodanige vorm hebben, dat alle deeltjes die niet in de totaalreactie voorkomen, door het optellen van de deelreacties ‘verdwijnen’.

Deelreactie 3 is te controleren met de totale lading (−30) aan beide kanten van de pijl.

1. Maximumscore 5

1,00 kg Al komt overeen met $\frac{1,00∙10^{3} g}{26,98 \frac{g}{mol}}$ = 37,1 mol Al.

Aluminium wordt gemaakt uit Al3+ (in Al2O3) met 3 elektronen per Al3+-ion ⇒ nodig is 3 × 37,1 = 111 mol e.

De massa van één elektron bedraagt 9,11⋅1031 kg (BINAS-tabel 7).

Van 0,111 mol e− is de massa dus 111 × 6,02⋅1023 × 9,11⋅1031 kg = 6,09⋅105 kg.

De prijs van 1 kg elektronen is *f* 25000 (gegeven) -› 6,09 • 105 kg elektronen, benodigd voor de bereiding van 1,00 kg AI, kost 6,09⋅105 × ƒ 25000 = ƒ 1,52 (3 significante cijfers).