EXAMEN SCHEIKUNDE VWO 1992, TWEEDE TIJDVAK, uitwerkingen

## Veiligheidsglas 1992-II(I)

1. ❑ Maximumscore 5

Bij polymerisatie ontstaan ketenmoleculen van verschillende lengtes. Het polymeer is dus een mengsel van sterk verwante moleculen, die alleen in grootte (aantal gekoppelde monomeren) verschillen. Mengsels hebben, in tegenstelling tot zuivere stoffen, geen smeltpunt maar een smelttraject.

1. ❑ Maximumscore 3



Toelichting: Deze stof heet fosgeen. Uit de gegeven molverhouding blijkt, dat 1 mol van stof X evenveel chlooratomen moet bevatten als het aantal Ne-ionen in 2 mol natriumfenolaat.

1. ❑ Maximumscore 4

De reactie berust op substitutie van chloor door fenolaatgroepen:


 stof 1

De reacties die in de fabriek verlopen, zijn:
- productie van stof 2:

 stof 2
- vorming van lexaan uit stof 1 en stof 2.

In de structuurformule van lexaan (zie opgave) is te zien, dat bij elke koppeling van een molecuul van stof 1 met een molecuul van stof 2 twee van de vier benzeenringen niet in de keten komen. Op elk gebruikt molecuul van stof 2 ontstaan dus twee fenolmoleculen.

Voor de vorming van één molecuul van stof 2 zijn eveneens twee fenolmoleculen nodig (zie eerste reactiestap hierboven). Er is dus in het continue industrieproces geen netto-gebruik van fenol ⇒ schema 1 geeft de aan- en afvoer van stoffen op de juiste wijze weer.

**Toelichting:** Aanvoer van fenol om de reactie te starten (vorming van stof 2) is noodzakelijk, maar zodra de vorming van lexaan (uit de stoffen 1 en 2) begint, is de hoeveelheid fenol die daarbij vrijkomt, voldoende om (samen met fosgeen) de reagerende stof 2 weer aan te maken. Vanaf dat moment is het proces continu geworden.

## Polymelkzuur 1992-II(II)

1. ❑ Maximumscore 3

 enz.

1. ❑ Maximumscore 4

Slechts voor één van beide optische actieve vormen is in het lichaam een enzym (biologische katalysator) aanwezig. Dit heeft een zodanige ruimtelijke structuur, dat het spiegelbeeldmolecuul er ‘niet in past’. Dit zal er in het algemeen toe leiden, dat het ‘passende’ isomeer door het enzym wordt omgezet of afgebroken, het andere, spiegelbeeldige molecuul niet.

1. ❑ Maximumscore 3

De alkeenzuren ontstaan doordat water wordt afgesplitst uit het hydroxyalkaanzuur. Indien het H-atoom hiervoor geleverd wordt door de CH2-groep, dan ontstaat but-2-eenzuur. Afhankelijk van de toevallige stand van het molecuul (conformatie) kan waterafsplitsing leiden tot een *cis*- en een *trans*-vorm:



❑ Maximumscore 3



**Toelichting**: Indien het O-atoom zich bindt aan het laatste C-atoom, C(5), ontstaat product I met een zesring (zoals de vijfring in het gegeven voorbeeld in de opgave). Er kan echter ook een vijfring ontstaan, doordat het O-atoom zich bindt aan C(4) en het H-atoom aan C(5). Omdat er een asymmetrisch C-atoom wordt gevormd. zijn er twee producten mogelijk, één met linksdraaiende en één met (even waarschijnlijke) rechtsdraaiende moleculen (II en III).

Ruimtelijk verloop:



1. ❑ Maximumscore 4

Volgens de theorie kunnen lactonen ontstaan uit hydroxyalkaanzuren en alkeenzuren.

- Verbinding X als hydroxyalkaanzuur:



Uit de OH-groepen kan zich H2O afsplitsen en
wordt vitamine C gevormd.

- Verbinding X als alkeenzuur:



H komt in vitamine C op C(5), tellend vanaf zuurgroep

## Koolstof 1992-II(III)

1. ❑ Maximumscore 1

Atoombinding (of covalente binding)
Toelichting: Atoombindingen worden gevormd door gemeenschappelijke elektronenparen van niet-metaalatomen.

1. ❑ Maximumscore 3

In diamant zijn de koolstofatomen tetraëdrisch gerangschikt, d.w.z. dat elk C-atoom door vier andere C-atomen is omringd (in richtingen met hoeken van 109,5 °C).

1. ❑ Maximumscore 4



Aangenomen mag worden dat de activeringsenergie erg hoog is voor deze reactie. Alleen bij zeer hoge temperaturen wordt er genoeg energie aan het kristalrooster toegevoegd om het diamantrooster te 'reorganiseren' tot dat van grafiet.

1. ❑ Maximumscore 5

De gegeven reactie kan worden opgesplitst in een aantal deelreacties:

ontleding van 2 mol C2H2(g)

2 C2H2(g) → 4 C(s)grafiet + 2 H2(g) reactiewarmte = −4,52⋅105 J

vorming van 2 mol H2O(g)

2 H2(g) + O2(g) → 2 H2O(g) reactiewarmte = −4,84⋅105 J

vorming van 4 mol diamant

4 C(s)grafiet → 4 C(s)diamant reactiewarmte = +0,076⋅105 J

Totale reactiewarmte bij vorming van 4 mol diamant = −9,284⋅105 J

Per mol diamant  = −2,32⋅105 J.

1. ❑ Maximumscore 4

Per uur ontstaat een laagdikte van 0,050 mm. Per mm2 wordt dan 0,050 mm3 =
5,0⋅10−11 m3 diamant gevormd.

De dichtheid van diamant (bij 293 K) bedraagt 3,52⋅103 kg m−3 (zie Binas 10A).

De gevormde diamant heeft dus een massa van 5,0⋅10−11 m3 × 3,52⋅103 kg m−3 = 1,76⋅10−7 kg = 1,76⋅10−4 g, dat is  = 1,47⋅10−5 mol C.

1 mol C bevat 6,02⋅1023 atomen (Binas 7) ⇒ het aantal koolstofatomen in het grafietlaagje bedraagt 1,47⋅10−5 × 6,02⋅1023 = 8,8⋅1018 atomen.

## Fluorapatiet 1992-II(IV)

1. ❑ Maximumscore 4

De verhoudingsformules voor calciumfluoride en calciumfosfaat zijn CaF2 en Ca3(PO4)2.
In 1 mol CaF2 zitten al 2 mol F− -ionen ⇒ verhoudingsformule verdubbelen tot Ca10F2(PO4)6. Te splitsen in CaF2 en Ca9(PO4)6 of 3 × Ca3(PO4)2.
De molverhouding calciumfluoride : calciumfosfaat is dus 1 : 3.

1. ❑ Maximumscore 4

2 HF2− → 2HF + F2 + 2 e−

Opmerking: Een antwoord dat ook is toegestaan:
2 HF → F2 + 2 H+ + 2 e− , gevolgd door: 2 H+ + 2 HF2− → 4 HF

1. ❑ Maximumscore 4

HF kan reageren met opgeloste OH− -ionen in een (gewenste) zuur-basereactie:
HF(g) + OH−(aq) → F−(aq) + H2O(l)
Maar ook fluor kan met OH−-ionen reageren, maar dan als redoxreactie (zie Binastabel 48):
F2 + 2 e− → 2 F− 2 ×
4 OH− → O2 + 2 H2O + 4 e−

2 F2(g) + 4 OH−(aq) → 4 F−(aq) + O2(g) + 2 H2O(l)

1. ❑ Maximumscore 4

In de elektrolyseruimte vindt de reactie 2 HF → H2 + F2 plaats. Bij gedeeltelijke omzetting ontstaat er een gasmengsel waarvoor geldt: volumeverhouding = molverhouding (Avogadro). Om 1,0⋅104 mol F2 per uur te kunnen vormen, is 2,0⋅104 mol HF nodig (zie reactievergelijking). Omdat de hoeveelheid HF (4,8%), die ontwijkt samen met H2 (95,2%), met natronloog reageert, moet deze worden aangevuld. 95,2% van dat gasmengsel komt overeen met 1,0⋅104 mol ⇒ 4,8% van dat gasmengsel komt overeen met  × 1,0⋅104 mol = 0,050⋅104 mol HF. De toevoer bij A moet dus per uur bedragen 2,0⋅104 + 0,05⋅104 = 2,05⋅104 mol HF = 2,05⋅104 mol × 20,0 g mol−1 = 4,1⋅105 g =
4,1⋅102 kg HF. (2 cijfers significant).

## Zuurstofarm water 1992-II(V)

1. ❑ Maximumscore 4

N2H4 + O2 → 2 H2O + N2; 1,0 kg N2H4 =  = 31,3 mol N2H4
Hiermee kan ook 31,3 mol O2 worden omgezet met een massa van 31,3 mol × 32,0 g mol−1 = 1,0⋅103 g. Als 1 L 0,75 mg O2 bevat, is het aantal liters dat met 1,0 kg hydrazine zuurstofvrij gemaakt kan worden:  = 1,3⋅106 L.

1. ❑ Maximumscore 4

N2H4 + H2O ⇌ N2H5+ + OH−; *K*b = 8,5⋅10−7 = 
Stel [OH−] = *x* mol L−1, dan geldt: [N2H5+] = *x* en [N2H4] = 1,0⋅10−3 mol L−1
Indien *x* << 1,0⋅10−3 geldt als vergelijking: 8,5⋅10−7 =  ⇒ *x*2 = 8,5⋅10−10 ⇒ *x* = 2,9⋅10−5
(*x* is zeker 10× kleiner dan 1,0⋅10−3) ⇒ [OH−] = 2,9⋅10−5 mol L−1 ⇒ pOH = −log 2,9⋅10−5 = 4,54 ⇒ pH = 14,00 − 4,54 = 9,46

1. ❑ Maximumscore 4

N2H4 + 12 FeO(OH) → 4 Fe3O4 + N2 + 8 H2O

1. ❑ Maximumscore 6

De reactievergelijking van de titratie luidt:
I2 + 2 S2O32− → 2 I− + S4O62−
Met 0,090 mmol + S4O62− is dus 0,045 mol I2 omgezet.
deze hoeveelheid is gevormd met 0,025 mmol IO3− (gegeven). Stel dat *x* mmol IO3− reageert in reactie 1, dan levert dat 0,5*x* mmol I2 (zie verg. in opg.). In reactie 2 reageert dan (0,025 − *x*) mmol IO3− tot (0,075 − 3*x*) mmol I2 (zie verg. in opg.).
De totaal gevormde hoeveelheid I2 is bekend (0,045 mmol) ⇒ 0,5*x* + 0,075 − 3*x* = 0,045 ⇒
−2,5*x* = −0,030 ⇒ *x* =  = 0,012 ⇒ In reactie 1 is 0,012 mmol IO3− gebruikt en
daarmee is 5/4 × 0,012 = 0,015 mmol N2H4 ⇒ [N2H4] =  = 1,5⋅10−3 mol L−1.

## Waterstoffluoride vormt oligomeren 1992-II(VI)

1. ❑ Maximumscore 3

De dichtheid van het gasmengsel bedraagt 4,8 g.dm3. 1,0 mol mengsel met een volume van 24 dm3 heeft dus een massa van 24 dm3 × 4,8 g dm3 = 115 g.

Indien het gas alleen (1 mol) HF zou bevatten, zou de massa 20 g bedragen, indien het uit (1 mol) zuivere (HF)6 zou bestaan, zou de massa zijn 120 g. Bij evenveel van elk gas zou de massa de (gemiddelde) waarde van 70 g hebben. De werkelijke massa ligt dichter bij 120 g.

Hieruit volgt dat het merendeel van de gasmoleculen tot de zware soort behoort, dus dat (HF)6 meer in het mengsel voorkomt dan HF.

**Toelichting:** De samenstelling van 1 mol van het gasmengsel is ook exact te bepalen.

Stel er zit *x* mol (HF)6 in, dan zit er (1−*x*) mol HF in ⇒ massa = 115 g = *x ×* 120 + (1−*x*) × 20 =
120*x*−20*x*+ 20 ⇒ 100*x* = 95 ⇒ *x=* 0,95 mol ⇒ 1 mol gasmengsel bestaat uit
0,95 mol (HF)6 en 0,05 mol HF.

1. ❑ Maximumscore 4

Voor het oorspronkelijke evenwicht (HF)6(g) ⇌ 6 HF(g) geldt de evenwichtsvoorwaarde:

*K =* $\frac{[HF(g)]^{6}}{[(HF)\_{6}(g)]}$

Bij lagere druk neemt de concentratie van beide gassen af. Door de exponent 6 heeft verandering van [HF] een groter effect op de concentratiebreuk dan verandering van [(HF)6]. De breuk neemt sterk af en wordt kleiner dan (de vaste waarde van) *K.* Het evenwicht stelt zich bij de lagere druk opnieuw in, totdat weer geldt: evenwichtsconstante = concentratiebreuk. Daarvoor moet de breuk dus groter worden ⇒ [HF] neemt toe en [(HF)6] neemt af.

Je kunt ook zeggen, en dat komt op hetzelfde neer, dat de ontmoetingskans van de HF-moleculen veel kleiner is geworden, zodat de reactie naar rechts (tijdelijk) gaat overheersen. De conclusie is, dat het evenwicht naar rechts verschuift. Verhoudingsgewijze zijn in het nieuwe evenwicht dus meer lichte moleculen (HF) aanwezig ⇒ de dichtheid wordt kleiner dan 2,4 g dm3.

1. ❑ Maximumscore 5

Stel we kijken naar een evenwichtsmengsel van 1,0 mol bij 353 K en *p= p*0*.* Daarin zitten dan 0,21 mol (HF)6-moleculen en 0,79 mol HF-moleculen. Het molaire volume bij 273 K en *p= p*0 bedraagt 22,4 L mol−1; het molaire volume bij 353 K bereken je via de algemene gaswet:

$\frac{p\_{0}V\_{1}}{T\_{1}}=\frac{p\_{0}V\_{2}}{T\_{2}}$ ⇒ $\frac{22,4 L}{273 K}=\frac{V\_{m} L}{353 K}$ ⇒ Vm = $\frac{353}{273}$ × 22,4 L = 29,0 L ⇒ K = $\frac{\left(2,73∙10^{-2}\right)^{6}}{7,24∙10^{-3}}=\frac{4,14∙10^{-10}}{7,24∙10^{-3}}$ = 5,7⋅10−8 (2 significante cijfers).

Opmerking:Als alle tussentijdse antwoorden afgerond worden op 2 significante cijfers, vind je als antwoord 5,4⋅108. Ook alle antwoorden tussen 5,4⋅108 en 5,7⋅108 worden goed gerekend.