

2^e Internationale Chemieolympiade, Katowice 1969, Polen

Theorie

Opgave 1

20 g kaliumsulfaat wordt opgelost in 150 mL water. De oplossing wordt vervolgens geëlektrolyseerd. Na elektrolyse bevat de oplossing 15 massa % kaliumsulfaat.

Vraag

1. Hoeveel liter waterstof en zuurstof heeft men verkregen bij een temperatuur van 20 °C en een druk van 101325 Pa?

Opgave 2

Verbinding **A** bevat 38,37 % kalium, 13,85 % stikstof en 47,48 % zuurstof. Door verhitting wordt deze omgezet in verbinding **B** met 45,85 % kalium, 16,47 % stikstof en 37,66 % zuurstof.

Vraag

1. Geef de verhoudingsformules van de verbindingen. Geef de bijbehorende reactievergelijking.

Opgave 3

Een monster van 10 mL van een onbekende gasvormige koolwaterstof wordt gemengd met 70 mL zuurstof en door een vonk tot ontbranding gebracht. Het uiteindelijke gasvolume na afloop van de reactie is na condensatie van waterdamp afgenomen tot 65 mL. Dit gasmengsel laat men reageren met kaliloog waarbij het volume verder afneemt tot 45 mL.

Vraag

1. Geef de molecuulformule van de onbekende koolwaterstof als het volume gemeten wordt bij standaard druk en temperatuur (STP).

Opgave 4

Calciumcarbide en water zijn de grondstoffen bij de bereiding van

- a) ethanol
- b) azijnzuur
- c) etheen en polyetheen
- d) vinylchloride
- e) benzeen

Vraag

1. Geef reactievergelijkingen voor de reacties waarbij de bovenstaande verbindingen gevormd worden.

Uitwerkingen theorie

Opgave 1

Bij elektrolyse ontleedt alleen water en de totale hoeveelheid kaliumsulfaat in de elektrolytoplossing blijft constant.

De massa water in de oplossing:

a) voor elektrolyse (onder aanname dat $\rho = 1 \text{ g cm}^{-3}$): $m(\text{H}_2\text{O}) = 150 \text{ g}$

b) na elektrolyse:

$$m(\text{H}_2\text{O}) = m(\text{oplossing}) - m(\text{K}_2\text{SO}_4) = \frac{20}{0,15} - 20 = 113,3 \text{ g}$$

massa van het bij de elektrolyse ontlede water:

$$m(\text{H}_2\text{O}) = 150 - 113,3 = 36,7 \text{ g} \Rightarrow n(\text{H}_2\text{O}) = 2,04 \text{ mol}$$

Vanwege $2 \text{ H}_2\text{O} \rightarrow 2 \text{ H}_2 + \text{O}_2$ is: $n(\text{H}_2) = 2,04 \text{ mol}$ en $n(\text{O}_2) = 1,02 \text{ mol}$

$$V(\text{H}_2) = \frac{n(\text{H}_2)RT}{p} = \frac{2,04 \text{ mol} \cdot 8,314 \frac{\text{J}}{\text{mol K}} \cdot 293,15 \text{ K}}{101325 \text{ Pa}} = 0,049 \text{ m}^3 = 49 \text{ dm}^3$$

$$V(\text{O}_2) = \frac{1}{2} V(\text{H}_2) = 0,0245 \text{ m}^3 = 24,5 \text{ dm}^3.$$

Opgave 2

Verbinding A:

$$\text{K}_x\text{N}_y\text{O}_z \quad x : y : z = \frac{38,67}{39,1} : \frac{13,85}{14} : \frac{47,48}{16} = 0,989 : 0,989 : 2,968 = 1 : 1 : 3$$

A: KNO_3

Verbinding B:

$$\text{K}_p\text{N}_q\text{O}_r \quad p : q : r = \frac{45,85}{39,1} : \frac{16,47}{14} : \frac{37,66}{16} = 1,173 : 1,176 : 2,354 = 1 : 1 : 2$$

B: KNO_2

Vergelijking: $2 \text{ KNO}_3 \rightarrow 2 \text{ KNO}_2 + \text{O}_2$

Opgave 3

De onbekende gasvormige koolwaterstof heeft de algemene formule: C_xH_y

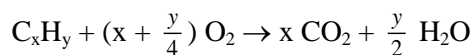
$$n(\text{C}_x\text{H}_y) = \frac{0,010 \text{ dm}^3}{22,4 \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1}} = \frac{0,010}{22,4} \text{ mol}$$

zuurstofbalans:

$$\text{voor reactie:} \quad 70 \text{ cm}^3 \Rightarrow \frac{0,070}{22,4} \text{ mol}$$

$$\text{na reactie:} \quad 45 \text{ cm}^3 \Rightarrow \frac{0,045}{22,4} \text{ mol}, \text{ dus verbruikt in de reactie: } \frac{0,025}{22,4} \text{ mol O}_2$$

Volgens de reactievergelijking:



Dus $\frac{0,020}{22,4} \text{ mol O}_2$ reageert met koolstof, $\frac{0,020}{22,4} \text{ mol CO}_2$ wordt gevormd ($\text{C} + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2$),

$\frac{0,005}{22,4} \text{ mol O}_2$ reageerde met waterstof en $\frac{0,010}{22,4} \text{ mol}$ water werd verkregen

($2 \text{ H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2 \text{ H}_2\text{O}$).

$$n(\text{C}) = n(\text{CO}_2) = \frac{0,020}{22,4} \text{ mol}$$

$$n(\text{H}) = 2 n(\text{CO}_2) = \frac{0,020}{22,4} \text{ mol}$$

$$x : y = n(\text{C}) : n(\text{H}) = 0,020 : 0,020 = 1 : 1$$

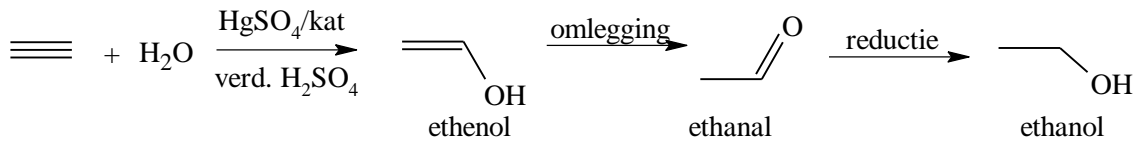
Van de mogelijke oplossingen C_2H_2 , C_3H_3 , C_4H_4 , C_5H_5 , ... voldoet alleen C_2H_2 aan de gestelde voorwaarden \Rightarrow de onbekende koolwaterstof is ethyn.

Opgave 4

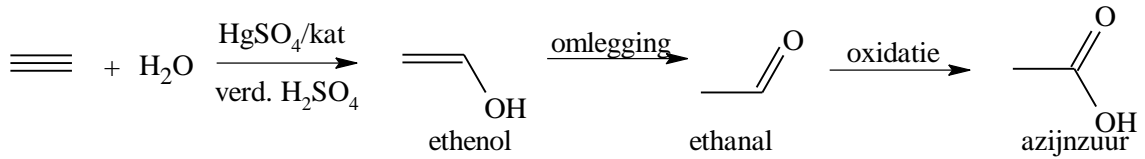
Basisreactie: $CaC_2 + 2 H_2O \rightarrow Ca(OH)_2 + C_2H_2$

Uit ethyn kan verkregen worden:

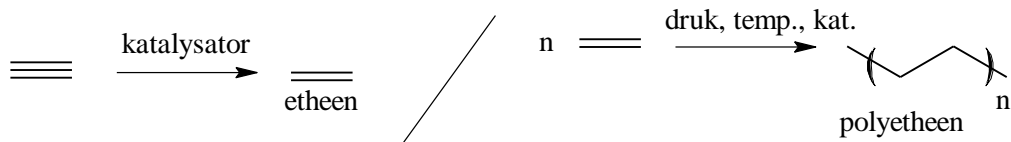
a) ethanol



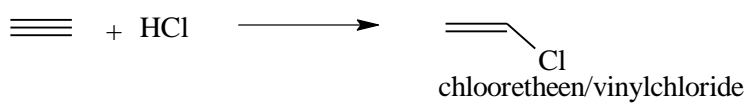
b) azijnzuur



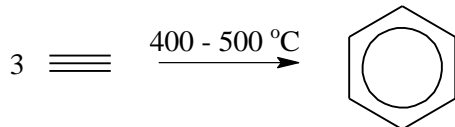
c) etheen, polyetheen



d) chlooretheen



e) benzeen



Practicum

Opgave 5

a) Drie genummerde reageerbuisen (1–3) bevatten mengsels van twee stoffen uit de volgende paren (4 varianten):

- | | | |
|--|--|---|
| 1. ZnSO_4 – NaBr | NaCl – $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ | MgSO_4 – NH_4Cl |
| 2. AlCl_3 – KBr | CaCl_2 – NaNO_3 | ZnCl_2 – $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ |
| 3. KNO_3 – Na_2CO_3 | KCl – MgSO_4 | NH_4Cl – $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ |
| 4. MgCl_2 – KNO_3 | K_2CO_3 – ZnSO_4 | $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$ – NaCl |

b) De reageerbuisen met nummers 4 en 5 bevatten elk een van de volgende stoffen: glucose, sacharose, ureum, natriumacetaat, oxaalzuur.

Opdracht:

1. Bepaal met de reagentia op je labtafel de inhoud van elke reageerbuis. Licht zowel het werkschema toe als je antwoorden en geef de bijbehorende reactievergelijkingen.

Opmerking

Ter identificatie van de stoffen in genoemde opdracht, staan de volgende reagentia tot je beschikking.

HCl 1 M	HCl 3 M	H_2SO_4 0,5 M	H_2SO_4 gec.	FeSO_4
NaOH 2 M	NaOH 20 %	NH_4Cl 2 M	CuSO_4 2 M	BaCl_2 2 M
AgNO_3 0,1 M	KMnO_4 0,1 %	demiwater	fenolftaleien	methyloranje

Bovendien is verdere uitrusting aanwezig als platinadraad, kobaltglas, etc.

Opgave 6

Laat 10 mL 3 M HCl reageren met het metaalmonster (de deelnemers krijgen een precies afgewogen hoeveelheid van een metaalmonster met magnesium, zink of aluminium) en vang het bij de reactie gevormde waterstofgas op in een maatcilinder boven water. Voer deze opdracht uit met de beschikbare uitrusting volgens gegeven aanwijzingen.

Om de opdracht te vereenvoudigen kun je de massa van je metaalmonster berekenen uit het volume waterstof onder aanname van standaard (STP) omstandigheden.