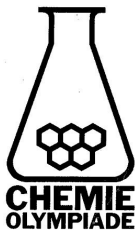


CHEMIE OLYMPIADE

OEFENSET 2006_1

UITWERKINGEN



werk: Evelien Veltman (secretaresse)
Instituut voor Leerplanontwikkeling
Postbus 2041/7500 CA Enschede
Telefoon: (053)4840339

privé: P.A.M. de Groot
Kamperzand 1/1274 HK Huizen
Telefoon: (035)5250961

©
Instituut voor Leerplanontwikkeling, Enschede 2006

Uitsluitend voor intern gebruik is het scholen toegestaan
teksten/materiaal uit deze publicatie te kopiëren

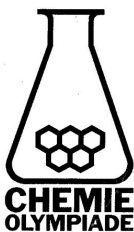
Samenstelling

Stichting Scheikundeolympiade
Drs. P.A.M. de Groot
Gemeentelijk Gymnasium Hilversum

Druk

Instituut voor Leerplanontwikkeling (SLO)

Datum: Enschede, oktober 2006
Kenmerk: VO/3407/B/01-...
Oplaat: 225 exemplaren



werk: Evelien Veltman (secretaresse)
Instituut voor Leerplanontwikkeling
Postbus 2041/7500 CA Enschede
Telefoon: (053)4840339

privé:
P.A.M. de Groot
Kamperzand 1/1274 HK Huizen
Telefoon: (035)5250961

Opgave 1 Structuur via titratie

- 1 aantal mol omgezette alcohol = aantal mol ontstane zuur = aantal mol verbruikte natronloog

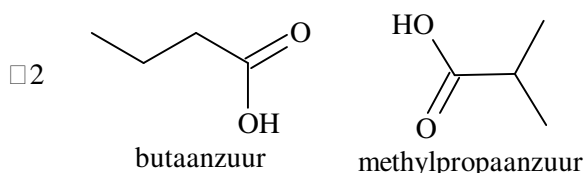
$$n(\text{NaOH}) = 0,099\text{L} \cdot 0,11 \frac{\text{mol}}{\text{L}} = 1,09 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$$

$$M(\text{alcohol}) = \frac{m(\text{alcohol})}{n(\text{alcohol})} = \frac{1,00 \text{ g} \times 0,806}{1,09 \cdot 10^{-2} \text{ mol}} = 74 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$$

Een alcohol met algemene formule $\text{C}_n\text{H}_{2n+1}\text{OH}$ en molaire massa $74 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$ heeft de molecuulformule



Het daaruit verkregen carbonzuur is $\text{C}_3\text{H}_7\text{COOH}$.



Opgave 2 Het vat verzuurt

- 3 Bij deze sterke verdunning is zwavelzuur volledig geprotolyseerd.

$$[\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{zwavelzuur}} = 2 \cdot n(\text{H}_2\text{SO}_4) / V(\text{water}) = 2 \cdot \frac{m(\text{H}_2\text{SO}_4)}{M(\text{H}_2\text{SO}_4) \cdot V(\text{water})} = 2 \cdot \frac{V(\text{druppel}) \cdot \rho(\text{H}_2\text{SO}_4)}{M(\text{H}_2\text{SO}_4) \cdot \pi r^2 \cdot (h-1)}$$
$$= 8,79 \cdot 10^{-8} \frac{\text{mol}}{\text{L}}$$

(In deze berekening staan de afmetingen van het vat in dm, zodat de inhoud in L staat.)

Bij zo'n lage concentratie bepaalt de autoprotolyse van het oplosmiddel zelf de pH van de oplossing.

(Zou men hier rekenen met $\text{pH} = -\log[\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{zwavelzuur}}$ dan komt men op de onzinnige waarde $\text{pH} = 7,1$; een toevoeging van zuur maakt een oplossing natuurlijk niet basisch!)

Door toevoegen van H_3O^+ verschuift het waterevenwicht $2 \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+ + \text{OH}^-$ naar links.

Hierbij wordt x mol H_3O^+ en x mol OH^- omgezet.

In begin per L in oplossing: $1,00 \cdot 10^{-7}$ mol H_3O^+ en $1,00 \cdot 10^{-7}$ mol OH^-

na toevoeging: $(8,79 \cdot 10^{-8} + 1,00 \cdot 10^{-7} - x)$ mol H_3O^+ en $(1,00 \cdot 10^{-7} - x)$ mol OH^-

Evenwichtsvoorwaarde: $[\text{H}_3\text{O}^+][\text{OH}^-] = 1,00 \cdot 10^{-14}$

$$(8,79 \cdot 10^{-8} + 1,00 \cdot 10^{-7} - x) \cdot (1,00 \cdot 10^{-7} - x) = 1,00 \cdot 10^{-14}$$

$$x_1 = 25,3 \cdot 10^{-8} \frac{\text{mol}}{\text{L}} \text{ (niet zinvol, omdat dit leidt tot } [\text{H}_3\text{O}^+] < 0); x_2 = 3,47 \cdot 10^{-8} \frac{\text{mol}}{\text{L}}$$

(evt. stel $[\text{OH}^-] = y \Rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+] = y + 8,79 \cdot 10^{-8}$ en dan oplossen y)

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = 8,79 \cdot 10^{-8} + 1,00 \cdot 10^{-7} - x_2$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = 1,53 \cdot 10^{-7} \frac{\text{mol}}{\text{L}}; \text{pH} = 6,82$$

- 4 Ook azijnzuur protolyseert onder deze omstandigheden volledig.

$$n(\text{CH}_3\text{COOH}) = 2 \cdot n(\text{H}_2\text{SO}_4) = 2 \cdot V(\text{druppel}) \cdot \rho(\text{H}_2\text{SO}_4) / M(\text{H}_2\text{SO}_4)$$

Samengesteld door:

Drs. P.A.M. de Groot

Gemeentelijk Gymnasium Hilversum

Stichting Scheikundeolympiade / SLO

Enschede, okt 2006

$$n(\text{CH}_3\text{COOH}) = \frac{m(\text{CH}_3\text{COOH})}{M(\text{CH}_3\text{COOH})} = \frac{y \cdot V(\text{druppel}) \cdot \rho(\text{CH}_3\text{COOH})}{M(\text{CH}_3\text{COOH})}$$

$$\text{Samengenomen en naar } y \text{ herleid: } y = \frac{2 \cdot \rho(\text{H}_2\text{SO}_4) \cdot M(\text{CH}_3\text{COOH})}{\rho(\text{CH}_3\text{COOH}) \cdot M(\text{H}_2\text{SO}_4)}$$

$y = 2,13 \Rightarrow 2$ druppels azijnzuur (evt. aantal (m)mol H_3O^+ per type druppel uitrekenen en op elkaar delen)

Opgave 3 Men maakt er een potje van

(11 punten)

- 5 (Bij deze omstandigheden is het molaire volume $V_M = 24,4 \frac{\text{L}}{\text{mol}}$.)

aantal L waterstofgas per gram metaal

metaal (1,00 gram)	waterstofgas (L)
Al	1,36
Cr	0,706
Cu	0
Fe	0,439
Mg	1,01
Zn	0,374

Voorbeeldberekening:

$$\frac{1,00 \text{ g Al}}{26,98 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} \times \frac{1,5 \text{ mol H}_2}{\text{mol Al}} \times \frac{24,4 \text{ L}}{\text{mol}} = 1,36 \text{ L}$$

- 6 Het ging om een Fe-Cr-legering met massaverhouding Fe : Cr = 3 : 2

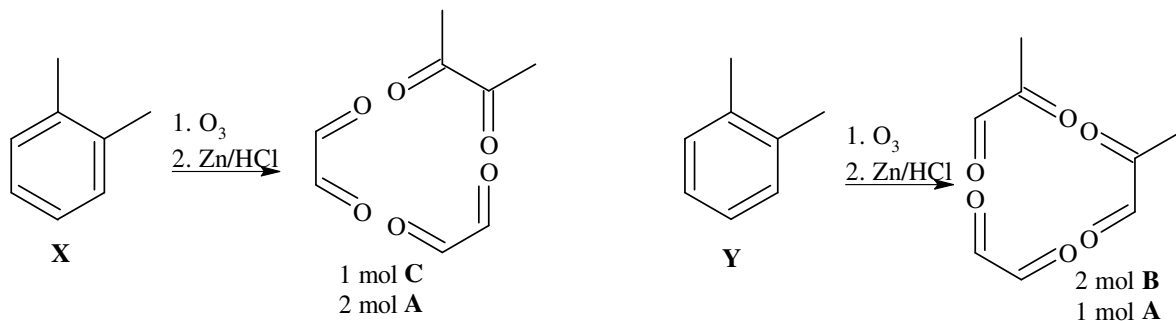
Fe: $(3/5) \cdot 7,00 \text{ g} \cdot 0,439 \text{ L/g} = 1,84 \text{ L}$ waterstofgas

Cr: $(2/5) \cdot 7,00 \text{ g} \cdot 0,706 \text{ L/g} = 1,98 \text{ L}$ waterstofgas

Samen: 3,82 L waterstofgas.

Opgave 4 Kraken met ozon

- 7 Voor *o*-xyleen zijn twee elektronenformules mogelijk (Kékulé)



Beide grensstructuren leveren een bijdrage aan de werkelijke structuur. Alle C–C-afstanden zijn gelijk.

De verhouding van ozonolyseproducten van *o*-xyleen is dus de som van de (hypothetische) ozonolyseproducten van **X** en **Y**.

A : B : C = 3 : 2 : 1

Andere redeneringen zijn ook mogelijk.

Opgave 5 To precipitate or not to precipitate

- 8 $\frac{\text{base}}{\text{geconjugeerd zuur}} = \frac{1}{1} \Rightarrow \text{pOH} = \text{p}K_b(\text{NH}_3) \text{ of } \text{pH} = \text{p}K_z(\text{NH}_4^+) = 9,25$

□9 oorspronkelijk mengsel: $pOH = 14,0 - 9,25 = 4,75 \Rightarrow [OH^-] = 1,8 \cdot 10^{-5} \text{ mol L}^{-1}$

Na verdunnen: $[OH^-]$ (blijft gelijk vanwege bufferoplossing) $= 1,8 \cdot 10^{-5} \text{ mol L}^{-1}$

In eindmengsel $[Mg^{2+}] = \frac{100 \text{ mL} \cdot 1,0 \frac{\text{mol}}{\text{L}}}{200 \text{ mL}} = 0,50 \text{ mol L}^{-1}$

ionenproduct $[Mg^{2+}][OH^-]^2 = 0,50 \cdot (1,8 \cdot 10^{-5})^2 = 1,6 \cdot 10^{-10}$

ionenproduct $> K_s (= 5,6 \cdot 10^{-12})$; dus er ontstaat een neerslag.

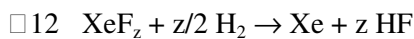
□10 $K_s(Mg(OH)_2) = [Mg^{2+}] \cdot [OH^-]^2$, dus $[Mg^{2+}] = \frac{K_s(Mg(OH)_2)}{[OH^-]^2}$

$$[Mg^{2+}] = \frac{5,6 \cdot 10^{-12}}{(1,8 \cdot 10^{-5})^2} = 0,017 \text{ mol L}^{-1}; 0,017 \text{ mol L}^{-1} \cdot 58,33 \text{ g mol}^{-1} = 1,0 \text{ g L}^{-1}$$

■ Opgave 6 Algemene gaswet levert de onbekende

□11 $n(XeF_z) = \frac{pV}{RT} = \frac{5,0 \cdot 10^3 \times 1,0 \cdot 10^{-3}}{8,31 \times 300} = 2,0 \text{ mmol}$

$$n(H_2) = \frac{20,0 - 5,0}{5,0} \cdot n(XeF_z) = 6,0 \text{ mmol}$$



□13 Totaal in kolf: $10,0 \text{ kPa} \hat{=} 4,0 \text{ mmol}$

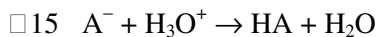
Er is 2,0 mmol Xe (= aantal mmol XeF_z voor de reactie). Dus er is $4,0 - 2,0 = 2,0 \text{ mmol H}_2$ over; er heeft gereageerd 4,0 mmol H_2 ; $XeF_z : H_2 = 1 : 2$; z moet dus 4 zijn.

■ Opgave 7 Een kleurrijke bepaling



De extinctie wordt veroorzaakt door A^- .

$$\epsilon(A^-) = \frac{E}{d c} = \frac{1,760}{0,40 \cdot 10^{-3}} = 4,4 \cdot 10^3 \text{ L mol}^{-1} \text{ cm}^{-1}.$$



De extinctie wordt veroorzaakt door HA. $\epsilon(HA) = \frac{E}{d c} = \frac{0,176}{0,40 \cdot 10^{-3}} = 4,4 \cdot 10^2 \text{ (L mol}^{-1} \text{ cm}^{-1})$.



Stel dat per L van de beginhoeveelheid HA $x \text{ mol}$ reageert tot A^- bij instellen van het evenwicht.

$$0,220 = 440 \cdot 0,40 \cdot 10^{-3} (1 - x) + 4400 \cdot 0,40 \cdot 10^{-3} \cdot x; 1,584x = 0,044 \Rightarrow x = 2,78 \cdot 10^{-2}$$

$$[HA] = 0,972 \cdot 0,40 \cdot 10^{-3} = 3,89 \cdot 10^{-4} \text{ mol L}^{-1}; [A^-] = 2,78 \cdot 10^{-2} \cdot 0,40 \cdot 10^{-3} = 1,11 \cdot 10^{-5} \text{ mol L}^{-1}$$

$$K_z = \frac{[H_3O^+][A^-]}{[HA]} = \frac{(1,11 \cdot 10^{-5})^2}{3,89 \cdot 10^{-4}} = 3,2 \cdot 10^{-7}$$