



Eindexamentraining 1
Zuren en Basen, Energie, Reactiesnelheid en Evenwichten

ANTWOORDEN

Friedrich Wöhler en ureum (2014-II)

- $C_2N_2 + H_2O + NH_3 \rightarrow CH_4N_2O + HCN$
- $NH_4^+ + OH^- \rightarrow NH_3 + H_2O$
- Bij de reactie van onderdeel 2 is NH_3 ontstaan. Dit is een gas dat goed oplost in water. Door verwarmen verdwijnt $NH_3(g)$ uit de reageerbuis. Op vochtig rood lakmoes (dat boven de reageerbuis wordt gehouden) wordt dan OH^- gevormd volgens:
 $NH_3 + H_2O \rightleftharpoons NH_4^+ + OH^-$
De OH^- zorgt voor een blauwe kleur op lakmoes.
- $CH_4N_2O + 3 CuO \rightarrow 2 H_2O + CO_2 + N_2 + 3 Cu$
- H: $\frac{0,16 \text{ g } H_2O}{18,015 \text{ g mol}^{-1}} \times 2 \times 1,008 = 0,018 \text{ g H} \Rightarrow \frac{0,018 \text{ g H}}{0,26 \text{ g ureum}} \times 100\% = 6,9\%$
C: $\frac{0,10 \text{ dm}^3 CO_2}{24 \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1}} \times 12,01 = 0,050 \text{ g C} \Rightarrow \frac{0,050 \text{ g C}}{0,26 \text{ g ureum}} \times 100\% = 19\%$
N: $\frac{0,10 \text{ dm}^3 N_2}{24 \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1}} \times 2 \times 14,01 = 0,12 \text{ g N} \Rightarrow \frac{0,12 \text{ g N}}{0,26 \text{ g ureum}} \times 100\% = 45\%$
O: $100 - 6,9 - 19 - 45 = 29\%$
- Er vindt isomerisatie plaats: ammoniumcyaanat (NH_4CNO) en ureum (CH_4N_2O) hebben dezelfde formule. Dus (een bestanddeel van) lucht wordt wel gebruikt, maar niet verbruikt. Dit is kenmerkend voor een katalysator.

Bepaling van de samenstelling van een koper-bismutlegering (2013-I)

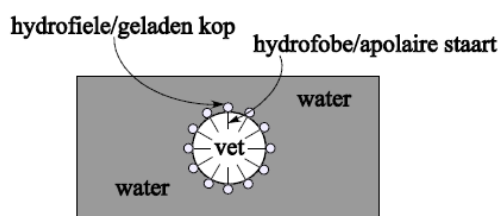
- | | | |
|-------------------------|---|----|
| Bi | $\rightarrow Bi^{3+} + 3 e^-$ | 1× |
| $NO_3^- + 2 H^+ + e^-$ | $\rightarrow NO_2 + H_2O$ | 3× |
| <hr/> | | |
| $Bi + 3 NO_3^- + 6 H^+$ | $\rightarrow Bi^{3+} + 3 NO_2 + 3 H_2O$ | |
- Omdat een pH-waarde gegeven is, geldt nu *niet* dat $[base] = [H_3O^+]$.
Je kunt de K_z -formule iets anders schrijven, waarbij je $[H_3O^+]$ apart zet:
$$K_z = [H_3O^+] \times \frac{[CH_3COO^-]}{[CH_3COOH]}$$

Gegeven: $K_z = 1,7 \cdot 10^{-5} = 10^{-4,76}$
 $[H_3O^+] = 10^{-pH} = 10^{-4,90}$
Invullen: $10^{-4,76} = 10^{-4,90} \times \frac{[CH_3COO^-]}{[CH_3COOH]} \Rightarrow \frac{[CH_3COO^-]}{[CH_3COOH]} = \frac{10^{-4,76}}{10^{-4,90}} = 10^{0,14} = 1,4 = \frac{1,4}{1,0}$
ethanoaat : ethaanzuur = 1,4 : 1,0 (of 1,0 : 0,69)

9. Gegeven is dat eerst Bi^{3+} reageert. Gedurende de eerste 1,3 mL wordt alleen BiY^- gevormd, maar vindt er geen extinctie plaats. Dus zal BiY^- geen licht absorberen (bij 745 nm).
10. Van 0 tot 1,3 mL $\text{Na}_2\text{H}_2\text{Y}_2$ -oplossing wordt alleen BY^- gevormd. Totaal: 1,3 mL $\text{Na}_2\text{H}_2\text{Y}_2$ -oplossing. Van 1,3 tot 4,8 mL $\text{Na}_2\text{H}_2\text{Y}_2$ -oplossing wordt alleen CuY^{2-} gevormd. Totaal: 3,5 mL $\text{Na}_2\text{H}_2\text{Y}_2$ -oplossing. Beide deeltjes ontstaan in dezelfde molverhouding, dus hier geldt: volumeverhouding = molverhouding. Volumeverhouding = 1,3 mL : 3,5 mL $\Rightarrow$ molverhouding = 1,3 mol Bi : 3,5 mol Cu. Omzetten naar massaverhouding: $1,3 \times 209,0 \text{ g Bi} : 3,5 \times 63,55 \text{ g Cu} = 271,7 \text{ g Bi} : 222,425 \text{ g Cu}$. Legering bestaat alleen uit Bi en Cu, dus totaal $271,7 + 222,425 = 494,125 \text{ g legering}$.
Massapercentage koper: $\frac{222,425 \text{ g Cu}}{494,125 \text{ g legering}} \times 100\% = 45\%$

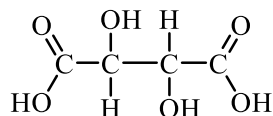
Fluoride in tandpasta (2013-I)

11. Gegeven is dat natriumlaurylsulfaat in water gesplitst is in ionen. Uit de formule van het ion $\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_{11}-\text{OSO}_3^-$ blijkt dat er een lange hydrofobe C-keten (staart) aanwezig is en een geladen hydrofiele kop. Dit is kenmerkend voor een zeepdeeltje. De hydrofobe staarten zitten in het vet en de hydrofiele koppen steken er uit:



12. $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{OH} + \text{F}^- \rightarrow \text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{F} + \text{OH}^-$
13. $\text{Ca}^{2+} + 2 \text{OH}^- + \text{CO}_2 \rightarrow \text{CaCO}_3(\text{s}) + \text{H}_2\text{O}$.
Waarneming: kalkwater wordt troebel.
14. $K = [\text{Pb}^{2+}] \times [\text{Cl}^-] \times [\text{F}^-]$
15. K is constant, dus als $[\text{Pb}^{2+}]$ en $[\text{Cl}^-]$ groot zijn, moet $[\text{F}^-]$ klein zijn, want $[\text{F}^-] = \frac{K}{[\text{Pb}^{2+}] \times [\text{Cl}^-]}$.
16. Massa PbClF : $7,5836 - 7,1842 = 0,3994 \text{ g}$
 $M_{\text{PbClF}} = 207,2 + 35,45 + 19,00 = 261,65 \text{ g mol}^{-1}$
 Aantal g F^- in 0,3994 g PbClF : $\frac{19,00}{261,65} \times 0,3994 = 0,02900 \text{ g}$
 Massa-ppm F^- in 20,0143 g tandpasta: $\frac{0,02900 \text{ g F}^-}{20,0143 \text{ g tandpasta}} \times 10^6 = 1449 \text{ massa-ppm}$.

17. Tabel 66A: 2,3-dihydroxybutaandizuur:



18. Bij lage temperatuur verschuiving naar exotherme kant (tegenwerking).
Bij lage temperatuur verschuiving naar links, want er wordt KHT(s) gevormd.
Dus reactie naar links is exotherm.

19. Als KHT(s) neerslaat, verschuift evenwicht 1 naar links. Gevolg: $[\text{HT}^-]$ daalt.
Als $[\text{HT}^-]$ daalt, verschuift evenwicht 2 naar rechts. Gevolg: $[\text{H}_2\text{T}]$ daalt.
Als $[\text{HT}^-]$ daalt, verschuift evenwicht 3 naar links. Gevolg: $[\text{T}^{2-}]$ daalt.

20. Formules omzetten en $[\text{HT}^-]$ in beide formules aan elkaar gelijk stellen:

$$\left. \begin{array}{l} K_{z,2} = [\text{H}_3\text{O}^+] \times \frac{[\text{HT}^-]}{[\text{H}_2\text{T}]} \Leftrightarrow [\text{HT}^-] = \frac{K_{z,2} \times [\text{H}_2\text{T}]}{[\text{H}_3\text{O}^+]} \\ K_{z,3} = [\text{H}_3\text{O}^+] \times \frac{[\text{T}^{2-}]}{[\text{HT}^-]} \Leftrightarrow [\text{HT}^-] = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+] \times [\text{T}^{2-}]}{K_{z,3}} \end{array} \right\} \frac{K_{z,2} \times [\text{H}_2\text{T}]}{[\text{H}_3\text{O}^+]} = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+] \times [\text{T}^{2-}]}{K_{z,3}}$$

Als $[\text{H}_2\text{T}] \approx [\text{T}^{2-}]$ moet gelden: $\frac{K_{z,2}}{[\text{H}_3\text{O}^+]} = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]}{K_{z,3}} \Leftrightarrow K_{z,2} \times K_{z,3} = [\text{H}_3\text{O}^+]^2$

Invullen: $9,1 \cdot 10^{-4} \times 4,3 \cdot 10^{-5} \approx (10^{-3,70})^2 \Leftrightarrow 3,9 \cdot 10^{-8} \approx 4,0 \cdot 10^{-8}$, dus klopt.

21. Gegeven was dat $[\text{H}_2\text{T}]$ en $[\text{T}^{2-}]$ dalen als KHT(s) neerslaat. En dat $[\text{H}_2\text{T}] \approx [\text{T}^{2-}]$ bij pH = 3,70.
Volgens evenwicht 2 betekent dit een *toename* van $[\text{H}_3\text{O}^+]$ (want evenwicht 2 verschuift naar rechts).
Volgens evenwicht 3 betekent dit een *afname* van $[\text{H}_3\text{O}^+]$ (want evenwicht 3 verschuift naar links).
Omdat de pH constant blijft, is de toename van $[\text{H}_3\text{O}^+]$ bij evenwicht 2 even groot als de afname van $[\text{H}_3\text{O}^+]$ bij evenwicht 3.
Dan moeten de afname van $[\text{H}_2\text{T}]$ en $[\text{T}^{2-}]$ ook even groot zijn.

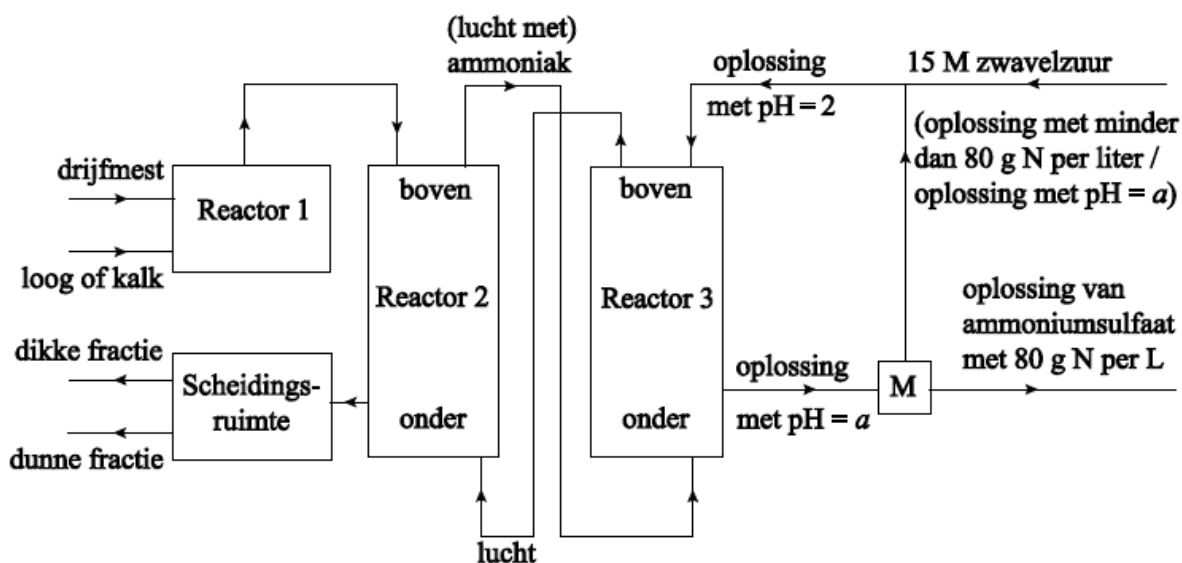
22. Als de pH stijgt, zal $[\text{H}_3\text{O}^+]$ afnemen. Ook $[\text{HT}^-]$ daalt, want er slaat KHT(s) neer.
Voor evenwicht 2 betekent dit een afname van twee deeltjes die na de evenwichtspijl staan.
Voor evenwicht 3 betekent dit een afname van een deeltje voor en een deeltje na de evenwichtspijl.
De verschuiving bij evenwicht 2 is dus het grootst en daarmee daalt $[\text{H}_2\text{T}]$ sneller dan $[\text{T}^{2-}]$.
N.B. 1: Het is niet de bedoeling dat je de pH-toename uit de evenwichtsverschuivingen verklaart. Dat is erg ingewikkeld. Je moet de pH-toename als een gegeven beschouwen en dit toepassen op de evenwichten.
N.B. 2: Dat $[\text{H}_2\text{T}]$ sneller daalt dan $[\text{T}^{2-}]$ is logisch, want bij een toenemende pH zal het zuur H_2T sneller afnemen dan de base T^{2-} . Maar in je antwoord moet je gebruik maken van evenwicht 2 en 3.
N.B. 3: Bij (begin-)pH > 3,70 geldt: $[\text{T}^{2-}] > [\text{H}_2\text{T}]$. Dit volgt uit onderdeel 20: als je voor pH = 4,0 de gegevens invult in de formule bij onderdeel 20 volgt: $[\text{T}^{2-}] : [\text{H}_2\text{T}] = 3,9 : 1$. Dit is niet relevant voor het antwoord.

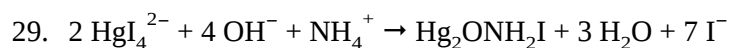
Mest verwerken (2013-II)

23. $\text{NH}_4^+ + \text{OH}^- \rightleftharpoons \text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O}$ of $\text{NH}_4^+ + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_3 + \text{H}_3\text{O}^+$
24. pH verhogen betekent $[\text{OH}^-] >$, dus evenwicht verschuift naar rechts (bij tweede evenwicht: H_3O^+ wordt weggenomen door OH^-)
 Bij een hogere temperatuur zal meer NH_3 als gas de oplossing verlaten, waardoor het evenwicht naar rechts verschuift.
25. Er wordt kalk gebruikt, dus zijn ionen Ca^{2+} aanwezig. In basisch milieu ($\text{pH} \approx 10$) wordt CO_2 omgezet in CO_3^{2-} volgens: $\text{CO}_2 + 2 \text{OH}^- \rightarrow \text{CO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O}$.
 Gevolgd door: $\text{Ca}^{2+} + \text{CO}_3^{2-} \rightarrow \text{CaCO}_3$.
26. Het gaat om het tweede evenwicht dat bij onderdeel 23 staat. Hiervoor geldt:

$$K_z = 5,6 \cdot 10^{-10} = \frac{[\text{NH}_3] \times [\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{NH}_4^+]}$$
 met $[\text{NH}_3] = [\text{H}_3\text{O}^+] = x$
 Aantal mol N = aantal mol NH_4^+ = $\frac{80 \text{ g}}{14,01 \text{ g mol}^{-1}} = 5,7 \text{ mol}$. Per liter, dus $[\text{NH}_4^+] = 5,7 \text{ M}$.
 Invullen: $5,6 \cdot 10^{-10} = \frac{x^2}{5,7} \Leftrightarrow x = [\text{H}_3\text{O}^+] = 5,6 \cdot 10^{-5} \text{ M}$
 $\text{pH} = -\log 5,6 \cdot 10^{-5} = 4,25$
27. Voorbeelden van een juist antwoord zijn:
- Het geleidingsvermogen van de oplossing; dat moet gelijk zijn aan dat van een (standaard)oplossing van ammoniumsulfaat met 80 g N per liter.
 - De dichtheid van de oplossing; die moet gelijk zijn aan die van een (standaard)oplossing van ammoniumsulfaat met 80 g N per liter.
 - De kooktemperatuur / het kookpunt van de oplossing; die/dat moet gelijk zijn aan die van een (standaard)oplossing van ammoniumsulfaat met 80 g N per liter.

28.





30. Bij E = 0,65 aflezen uit grafiek: 4,6 massa-ppm N.

10 mL oplossing P weegt 10 gram. Hierin is $\frac{4,6}{10^6} \times 10 = 4,6 \cdot 10^{-5}$ g N aanwezig.

$$\text{Aantal mol NH}_3 \triangleq \text{aantal mol N} = \frac{4,6 \cdot 10^{-5} \text{ g}}{14,01 \text{ g mol}^{-1}} = 3,3 \cdot 10^{-6} \text{ mol NH}_3.$$

Er is 1,0 mL vloeibare mest genomen. Verdund met zoutzuur tot 1,0 L en hiervan is 10,0 mL genomen. De meting is dus uitgevoerd met 10,0 mL van een 1000× verdunde oplossing.

In 1,0 mL vloeibare mest was dus $\frac{3,3 \cdot 10^{-6}}{10} \times 1000 = 3,3 \cdot 10^{-2}$ mol NH_3 aanwezig.

Uit 120 m^3 vloeibare mest kan $120 \cdot 10^6 \times 3,3 \cdot 10^{-2} = 3,9 \cdot 10^4$ mol NH_3 gevormd worden.

Dit reageert met zwavelzuur (H_2SO_4) in de verhouding 2 : 1.

Er is dus $\frac{1}{2} \times 3,9 \cdot 10^4 = 2,0 \cdot 10^4$ mol zwavelzuur nodig van 15 mol per liter.

Volume zwavelzuur: $\frac{2,0 \cdot 10^4 \text{ mol}}{15 \text{ mol L}^{-1}} = 1,3 \cdot 10^3 \text{ L} = 1,3 \text{ m}^3$ zwavelzuur.