

## Tentamen ST7041TA - Inleiding Chemie voor Technische Aardwetenschappen - 070202

Let op eenheden en afronding!

1) We maken een oplossing van 8.55 g Ba(OH)<sub>2</sub> in 500 ml water.

a) Wat is de concentratie hydroxide in deze oplossing?

Ba(OH)<sub>2</sub> is 137 + 2\*16 + 2\*1 = 171 g/mol dus 17.10 g/l is 0.10 molair dus [OH<sup>-</sup>] is 0.20 mol/l.

b) Wat is de pH van deze oplossing als we aannemen dat alle activiteitscoëfficiënten 1 zijn?

$$\text{pH} = 14 - \text{pOH} = 14 - (-\log[\text{OH}^-]) = 14 - (-\log 0.20) = 14 - 0.70 = 13.30$$

c) Wat is de ionsterkte van deze oplossing?

$$I = 0.5 \sum c_i z_i^2 = 0.5 \{ (0.10 * 4) + (0.20 * 1) \} = 0.30 \text{ mol/l}$$

d) Wat is de pH van deze oplossing als we de activiteitscoëfficiënten in aanmerking nemen?

$$\text{pH} = 14 - (-\log a(\text{OH}^-)) = 14 - (-\log \{f[\text{OH}^-]\}) = 14 - (-\log (0.71 * 0.20)) = 13.15$$

$$0.1 < I < 0.5 \quad \log f = -0.509 z^2 \left\{ \frac{-1}{1 + \sqrt{I}} - 0.2I \right\}$$

$$\log f = -0.15 \quad (-0.1496)$$

$$f = 0.71 \quad (0.709)$$

Het oplosbaarheidsproduct van bariumsulfaat is  $1.10 * 10^{-10}$ .

e) Hoeveel g bariumsulfaat lost er op in 100 ml water?

Bariumsulfaat is BaSO<sub>4</sub>, dus bij oplossen: BaSO<sub>4</sub> (s) ⇒ Ba<sup>2+</sup> (aq) + SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> (aq)

$$S = [\text{Ba}^{2+}][\text{SO}_4^{2-}]$$

$$[\text{Ba}^{2+}] = [\text{SO}_4^{2-}] = x \text{ dus } 1.10 * 10^{-10} = x^2; x = \sqrt{1.10 * 10^{-10}} = 1.05 * 10^{-5} \text{ mol/l}$$

$$\text{BaSO}_4 = 137 + 32 + 4*16 = 233 \text{ g/mol.}$$

$$1.05 * 10^{-5} \text{ mol} = 2.44 * 10^{-3} \text{ g/l} \text{ maar hier wordt gevraagd naar 100 ml dus } 2.44 * 10^{-4} \text{ g.}$$

f) Hoeveel g bariumsulfaat lost er op in de oplossing van vraag 1a als we aannemen dat alle activiteitscoëfficiënten 1 zijn?

$S = 1.10 * 10^{-10} = [\text{Ba}^{2+}][\text{SO}_4^{2-}]$ . We weten dat  $[\text{Ba}^{2+}] = 0.10 \text{ mol/l}$ , dus de  $1.05 * 10^{-5} \text{ mol/l}$  van alleen BaSO<sub>4</sub> in water is verwaarloosbaar klein.

We moeten dus uitrekenen hoeveel [SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>] er is als  $[\text{Ba}^{2+}] = 0.10 \text{ mol/l}$ , dan weten we hoeveel mol BaSO<sub>4</sub> er nog oplost. Dat moeten we dan nog uitdrukken in g per 500 ml.

$$1.10 * 10^{-10} = 0.10 * [\text{SO}_4^{2-}]$$

$$[\text{SO}_4^{2-}] = 1.10 * 10^{-10} / 0.10 = 1.10 * 10^{-9} \text{ mol/l} = 2.56 * 10^{-7} \text{ g/l} = 1.28 * 10^{-7} \text{ g in 500 ml.}$$

2) Tabel 1 geeft de reactiesnelheidsconstante k van een bepaalde reactie bij verschillende temperaturen.

Tabel 1. Reactiesnelheidsconstante van een reactie bij verschillende temperaturen.

T(K)	k
303	$1.6 * 10^{-4}$
318	$8.5 * 10^{-4}$

Gegeven:  $k = A e^{-E_a/RT}$

a) Hoe groot is de activeringsenergie van deze reactie?

$$\ln k = \ln A - E_a/RT$$

Dus bij 303K:

$$\ln 1.6 \cdot 10^{-4} = \ln A - E_a/2519.1$$

En bij 318K;

$$\ln 8.5 \cdot 10^{-4} = \ln A - E_a/2643.9$$

$\ln A = \ln A$  geeft:

$$-8.74 - (-7.07) = E_a \{(-1/2519.1) + (1/2643.9)\}$$

$$-1.67 = E_a (-1.87 \cdot 10^{-5})$$

$$E_a = -1.67 / -1.87 \cdot 10^{-5} = 8.9 \cdot 10^4 \text{ J mol}^{-1}$$

b) Hoe groot is de pre-exponentiële factor?

Bij 303:

$$\ln 1.6 \cdot 10^{-4} = \ln A - 8.9 \cdot 10^4/2519.1$$

$$\ln A = -8.74 + 35.3 = 26.6$$

$$A = 3.7 \cdot 10^{11} \text{ mol}^{-1} \text{ l min}^{-1}$$

Bij 318K:

$$\ln 8.5 \cdot 10^{-4} = \ln A - 8.9 \cdot 10^4/2643.9$$

$$\ln A = -7.07 + 33.7 = 26.6$$

$$A = 3.7 \cdot 10^{11} \text{ mol}^{-1} \text{ l min}^{-1}$$

3)

a) Teken een galvanische cel met een zink electrode in een zinksulfaat oplossing en een koper electrode in een kopersulfaat oplossing.

Zie boek p 801 of compendium p 66.

b) Wat zijn de halfreacties die aan de electrodes plaatsvinden en hun standaardpotentialen?



c) Aan welke electrode vindt bij stroomlevering reductie plaats en hoe kom je tot die conclusie?

Aan de Cu electrode; die heeft de hoogste standaardpotentiaal.

d) De oplossingen in de compartimenten bevatten 16.15 g zinksulfaat resp. 31.90 g kopersulfaat per 2 liter. Wat zijn de concentraties zink en koper?

ZnSO<sub>4</sub>: molmassa = 65.5 + 32 + 4\*16 = 161.5 dus 16.15 g is 0.100 mol in 2 l dus 0.050 mol/l dus [Zn<sup>2+</sup>] = 0.05 M.

CuSO<sub>4</sub>: molmassa = 63.5 + 32 + 4\*16 = 159.5 dus 31.90 g is 0.200 mol in 2 l dus 0.100 mol/l dus [Cu<sup>2+</sup>] = 0.100 M.

e) Wat is de potentiaal (EMK) van de cel als alle activiteitscoëfficiënten gelijk worden gesteld aan 1?

$$\begin{aligned} \text{EMK} &= E_{\text{Cu}} - E_{\text{Zn}} = E^0_{\text{Cu}} + (RT/2F)\ln [\text{Cu}^{2+}] - (E^0_{\text{Zn}} + (RT/2F)\ln [\text{Zn}^{2+}]) \\ &= 0.3419 + (RT/2F)\ln 0.100 - (-0.7618 + (RT/2F)\ln 0.050) \\ &= 0.3419 - 0.0295 - (-0.7618 - 0.0383) = 0.3124 - (-0.8001) = 1.1125 \end{aligned}$$

f) We gebruiken de cel als batterij. Wat is de gewichtsverandering van de koperstaaf als er gedurende 34 minuten een stroomsterkte van 0.064 A geleverd is?

$$\text{Aantal molen Cu} = 60 \text{ t i} / 2 F = (60 \cdot 34 \cdot 0.064) / (2 \cdot 96500) = 6.76 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$$

$$\text{Molmassa Cu} = 63.5 \text{ dus grammen Cu} = 63.5 \cdot 6.76 \cdot 10^{-4} = 0.043 \text{ g toename.}$$

4)

a) Teken de titratiecurve van de titratie van een zwak éénwaardig zuur met een sterke éénwaardige base.

Zie boek p 715 fig 16.10

b) Teken de titratiecurve van de titratie van een zwakke éénwaardige base met een sterk éénwaardig zuur.

Zie boek p 715 fig 16.11

..c) Teken de titratiecurve van de titratie van een zwak driewaardig zuur met een sterke éénwaardige base. Geef hierbij ook aan waar de 3 pKa waardes gevonden kunnen worden.

Zie boek p 718 fig 16.13

5) Voor azijnzuur (HAc) geldt:  $pK_a = 4.75$ .

a) Wat is de pH van een oplossing die 0.0040 M NaAc en 0.080 M HAc bevat?

pH = 4.45 (dit is voorbeeld 16.8 op p 725 van het boek)

b) We lossen 1.2 g NaOH op in 500 ml van deze oplossing. Wat is nu de pH?

pH = 5.45 (dit is voorbeeld 16.9 op p 726 van het boek)

c) We lossen 0.0050 mol HCl op in 250 ml van de oplossing die bij vraag a gemaakt is.

Wat is nu de pH?

pH = 4.1 (dit is self-test 16.11A op p 727 van het boek)

d) Welke verhouding NaAc/HAc moeten we gebruiken om een buffer te krijgen met pH = 5.25?

3.2 (dit is self-test 16.13A op p 729 van het boek)

6)

a) Hoe heet figuur 1?

Het Eh-pH diagram van ijzer.

b) Wat betekent lijn 1 en waarom loopt deze horizontaal?

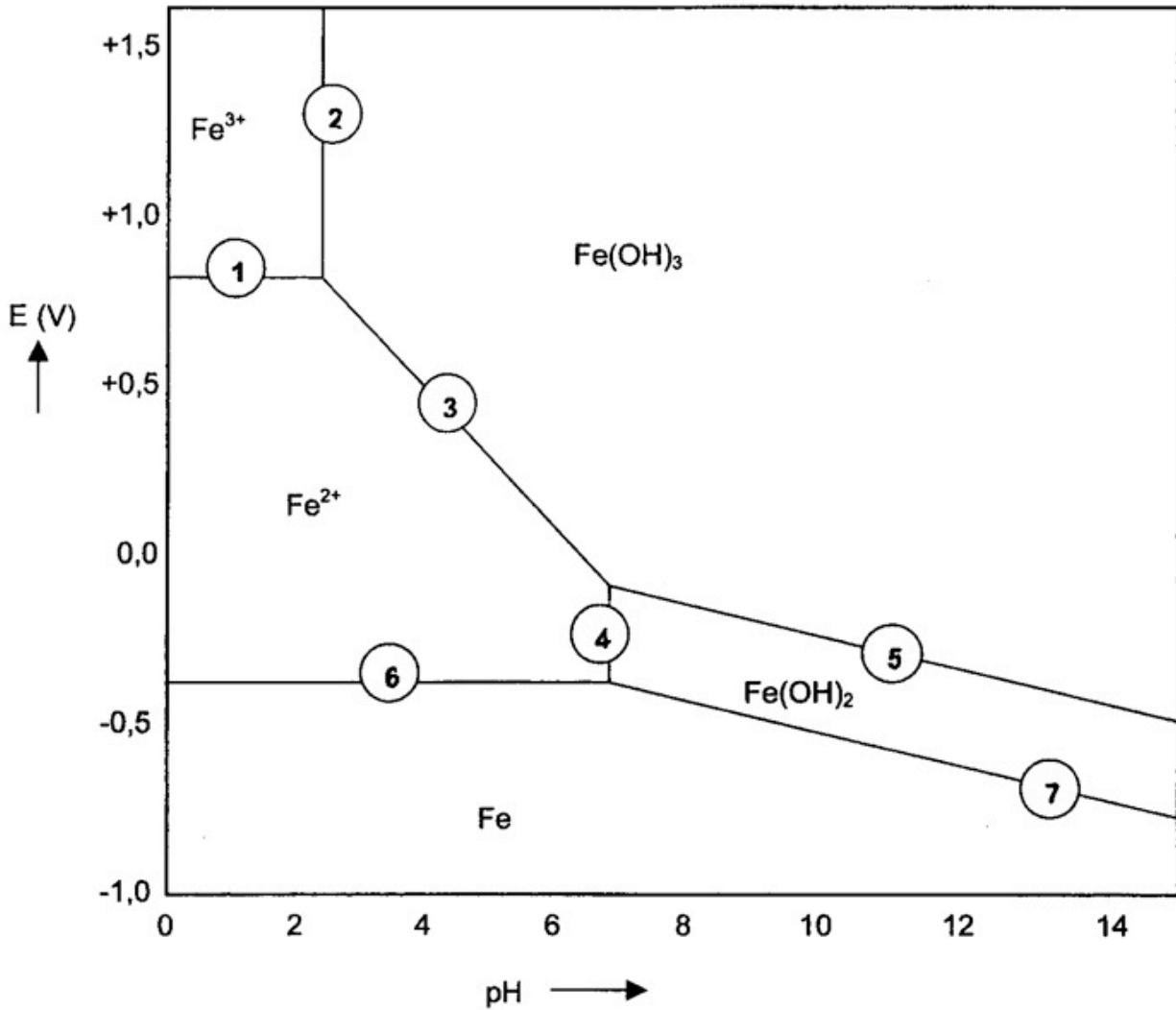
Dit is het redox evenwicht tussen  $Fe^{3+}$  en  $Fe^{2+}$ . Het is een horizontale lijn omdat de pH hier geen invloed op heeft ( $OH^-$  en  $H^+$  komen niet in de reactie voor) en dus alleen de waarde van E belangrijk is.

c) Wat betekent lijn 4 en waarom loopt deze verticaal?

Dit is het oplos evenwicht van  $Fe(OH)_2$ . Het is een verticale lijn omdat de potentiaal hier geen invloed op heeft ( $Fe^{2+}$  verandert niet van oxidatie toestand) en dus alleen de pH belangrijk is.

d) Wat betekent lijn 5 en waarom loopt deze schuin?

Dit is het evenwicht tussen  $Fe(OH)_3$  en  $Fe(OH)_2$ . Het is een schuine lijn omdat zowel de potentiaal (het redox evenwicht tussen  $Fe^{3+}$  en  $Fe^{2+}$ ) als de pH (oplos evenwichten van  $Fe(OH)_3$  en  $Fe(OH)_2$ ) invloed hebben.



Figuur 1.

7)

a) Leg uit waarom vuurwerk kleur heeft.

De atomen worden door het verbranden aangeslagen en zenden bij terugvallen naar de grondtoestand licht uit van specifieke golflengtes. Dit licht heeft dus een kleur behorende bij de specifieke elektronische overgang.

b) In welke karakteriserings technieken wordt hetzelfde principe gebruikt?

AES; evt AAS, XPS, UV-VIS, IR.

c) Schets op atomair niveau wat daarbij gebeurt.

Zie fig 7.11 op p 275