

TOETS

opgave 1

Van een zwak eenbasisch zuur ($K_z = 1,1 \cdot 10^{-3}$) wordt 1085,0 mg opgelost tot een volume van 1,0 l. De pH van deze oplossing bedraagt 2,55.

a Bereken de molmassa van dit zwakke zuur.

Van een ander zwak eenbasisch zuur met dezelfde molmassa wordt 10,85 gram opgelost tot 1,0 l. (als je het antwoord van vraag a niet weet neem dan voor $M = 110 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$).

De K_z van dit tweede zuur bedraagt $1,5 \cdot 10^{-3}$.

b Bereken de pH van de oplossing van dit tweede zuur.

opgave 2

Van een zwak eenbasisch zuur moet de pK_z -waarde bepaald worden. Hiertoe doet iemand de volgende metingen aan een oplossing van dit zuur:

- de pH van de zuur-oplossing wordt gemeten en deze bedraagt 2,00.
- 25,00 ml van de zuur-oplossing wordt getitreerd met $0,0125 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ NaOH-oplossing en hiervan is 40,00 ml nodig.

a Bereken de pK_z van het zwakke zuur.

Van de zuur-oplossing wordt de analytische concentratie nu zo veranderd dat 91,6 % van het zwakke zuur is geprotolyseerd.

b Bereken in dit geval de analytische concentratie van het zwakke zuur.

opgave 3

Een acetaat-buffer wordt als volgt bereid:

100 ml $0,10 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ HCl-oplossing en 1,23 gram natriumacetaat worden gemengd tot een homogene oplossing en daarna met water aangevuld tot 500 ml.

$M(\text{Na-acetaat}) = 82 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$.

a Bereken de pH van de buffer.

b Bereken de pH nadat 10,0 ml $0,10 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ H_2SO_4 -oplossing is toegevoegd.

c Bereken voor de oorspronkelijke buffer de buffercapaciteit voor OH^- .

opgave 4

Op tafel staan twee bekeerglazen met inhoud:

A: 250 ml HCOOH-oplossing (mierzuur)

B: 250 ml $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ -oplossing

De pH van **beide** oplossingen bedraagt 3,00.

a Bereken de analytische concentratie $c(\text{HCOOH})$ in bekeerglas A in $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$. pK_z van $\text{HCOOH} = 3,80$.

b Bereken het aantal mg $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ dat in B is opgelost.

pK_z van $\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_6^{3+} = 2,22$

$M(\text{Fe}(\text{NO}_3)_3) = 242 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$.

UITWERKING TOETS

opgave 1

a $x=[\text{H}_3\text{O}^+]=10^{-2,55}=2,82 \cdot 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$.

$$K_z = \frac{x^2}{c-x} = \frac{(2,82 \cdot 10^{-3})^2}{c - 2,82 \cdot 10^{-3}} = 1,1 \cdot 10^{-3} \rightarrow c = 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}.$$

$$n = Vxc = 1,0 \times 10^{-2} = 10^{-2} \text{ mol.}$$

$$M = m/n = 1,085 \text{ gram} / 10^{-2} \text{ mol} = 108,5 \text{ g.mol}^{-1}.$$

- b Het aantal mol dat nu wordt opgelost bedraagt $m/M = 10,85/108,5 = 0,1 \text{ mol}$. Omdat het volume 1,0 liter bedraagt geldt dus: $c = 0,1 \text{ mol.L}^{-1}$.

$$K_z = \frac{x^2}{c-x} = \frac{x^2}{c} = 1,5 \cdot 10^{-3} \quad (\text{verondersteld dat } \alpha < 0,05)$$

$$x = \sqrt{(0,1 \times 1,5 \cdot 10^{-3})} = 1,225 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}. \quad (\text{controle laat zien dat } \alpha > 0,05, \text{ dus de verwaarlozing was niet toegestaan})$$

dus:

$$K_z = \frac{x^2}{0,1-x} = 1,5 \cdot 10^{-3} \quad x^2 + 1,5 \cdot 10^{-3} \cdot x - 1,5 \cdot 10^{-4} = 0$$

Dit kan met de bekende formule worden opgelost:

$$x_{1,2} = \frac{-1,5 \cdot 10^{-3} \pm \sqrt{[(1,5 \cdot 10^{-3})^2 - 4 \cdot 1 \cdot (-1,5 \cdot 10^{-4})]}}{2 \cdot 1}$$

Een negatieve waarde voor x is onmogelijk, dus:

$$x = 1,15 \cdot 10^{-2} \quad \text{pH} = -\log x = 1,94$$

opgave 2

a $x=[\text{H}_3\text{O}^+]=10^{-\text{pH}}=10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$.

$$c(\text{zuur}) = V(\text{OH}^-)xc(\text{OH}^-) = 40,00 \times 0,0125 = 0,5 \text{ mol.L}^{-1}.$$

$$K_z = \frac{x^2}{c-x} = \frac{10^{-4}}{0,5 - 10^{-2}} = 2,04 \cdot 10^{-4} \quad K_z = 3,69.$$

- b $\alpha = 0,916$ dus $x = 0,916 c$

$$2,04 \cdot 10^{-4} = \frac{(0,916c)^2}{c - 0,916c} = \frac{0,839 \cdot c^2}{0,084 \cdot c} = 2,04 \cdot 10^{-4} \quad c = 2,04 \cdot 10^{-5} \text{ mol.L}^{-1}.$$

opgave 3

- a $n(\text{H}_3\text{O}^+) = V \times c = 100 \times 0,10 = 10 \text{ mmol}$.
 $n(\text{CH}_3\text{COO}^-) = m/M = 1,23/82 = 0,015 \text{ mol} = 15 \text{ mmol}$.

Door toevoegen van H_3O^+ -ionen wordt een gedeelte van de CH_3COO^- -ionen omgezet in CH_3COOH . De veranderingen zijn uitgewerkt in tabel (uitgedrukt in mmol).

	$n(\text{H}_3\text{O}^+)$	$n(\text{CH}_3\text{COO}^-)$	$n(\text{CH}_3\text{COOH})$
vóór reactie	10	15	0
tijdens reactie (+/-)	-10	-10	+10
na reactie	0	5	10

Met de bufferformule:

$$\text{pH} = 4,77 - \log \frac{n(\text{CH}_3\text{COOH})}{n(\text{CH}_3\text{COO}^-)} = 4,77 - \log \frac{10}{5} = 4,47$$

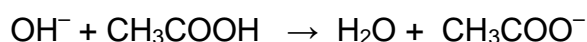
- b Door toevoegen van nog meer H_3O^+ -ionen ($2 \times 10,0 \times 0,1 = 2 \text{ mmol}$) wordt nog een gedeelte van de CH_3COO^- -ionen omgezet in CH_3COOH . Zie tabel (uitgedrukt in mmol).

	$n(\text{H}_3\text{O}^+)$	$n(\text{CH}_3\text{COO}^-)$	$n(\text{CH}_3\text{COOH})$
vóór reactie	2	5	10
tijdens reactie (+/-)	-2	-2	+2
na reactie	0	3	12

Met de bufferformule:

$$\text{pH} = 4,77 - \log \frac{n(\text{CH}_3\text{COOH})}{n(\text{CH}_3\text{COO}^-)} = 4,77 - \log \frac{12}{3} = 4,17$$

- c We noemen de gevraagde hoeveelheid $x \text{ mmol}$. Door het toevoegen van $x \text{ mmol OH}^-$ stijgt de pH naar 5,47 (volgens de definitie). De reactie die verloopt is:



Na toevoegen van x mol OH⁻ geldt:

$$5,47 = 4,77 - \log \frac{[\text{CH}_3\text{COOH}]}{[\text{CH}_3\text{COO}^-]} = 4,77 - \log \frac{10 - x}{5+x}$$

$$\log \frac{10 - x}{5+x} = -0,70 \quad \frac{10 - x}{5+x} = 0,20 \quad x = 7,5 \text{ mmol OH}^-.$$

De buffercapaciteit is 7,5 mmol OH⁻/500 ml buffer = 15 mmol OH⁻.l⁻¹.

opgave 4

a K_z van HCOOH = $10^{-pK} = 10^{-3,80} = 1,58 \cdot 10^{-4}$.
 $x = [\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-pH} = 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$.

$$K_z = \frac{x^2}{c - x} = \frac{10^{-6}}{c - 10^{-3}} = 1,58 \cdot 10^{-4} \quad c = 7,33 \cdot 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}.$$

b K_z van Fe(H₂O)₆³⁺ = $10^{-2,22} = 6,03 \cdot 10^{-3}$

$$K_z = \frac{x^2}{c - x} = \frac{10^{-6}}{c - 10^{-3}} = 6,03 \cdot 10^{-3} \quad c = 1,166 \cdot 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}.$$

$$n = V \times c = 0,250 \times 1,166 \cdot 10^{-3} = 2,91 \cdot 10^{-4} \text{ mol.}$$

$$m = n \times M = 0,291 \text{ mmol} \times 242 \text{ mg.mmol}^{-1} = 70,5 \text{ mg.}$$