

25,00 mL van een oplossing die formeel 0,040 mol/L is aan HCl en 0,040 mol/L aan HOAc wordt getitreerd met een 0,100 mol/L NaOH-oplossing.

Hoe groot is de pH van de titratie-oplossing nadat

a. 5,00 mL

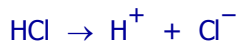
b. 15,00 mL

werd toegevoegd?

$pK_a(\text{HOAc}) = 4,75$

Oplossing

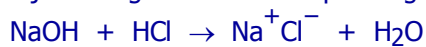
HCl is een sterk zuur, dat volledig geïoniseerd is:



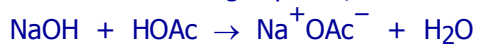
HOAc is een zwak zuur, dat slechts gedeeltelijk geïoniseerd is:



Bij toevoegen van NaOH-oplossing zal het sterke zuur HCl eerst reageren:



Als deze reactie afgelopen is, zal ook het zwakke zuur HOAc met NaOH reageren:



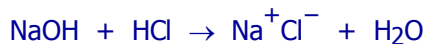
25,00 mL oplossing die

- 0,040 mol/L is aan HCl bevat $0,040 \frac{\text{mol}}{\text{L}} \times 25,00 \cdot 10^{-3} \text{ L} = 1,0 \cdot 10^{-3} \text{ mol HCl}$

- 0,040 mol/L HOAc-oplossing bevat $0,040 \frac{\text{mol}}{\text{L}} \times 25,00 \cdot 10^{-3} \text{ L} = 1,0 \cdot 10^{-3} \text{ mol HOAc}$

a

5,00 mL 0,100 mol/L NaOH -oplossing bevat $0,100 \frac{\text{mol}}{\text{L}} \times 5,00 \cdot 10^{-3} \text{ L} = 5,00 \cdot 10^{-4} \text{ mol NaOH}$.



mol	NaOH	HCl	Na^+Cl^-
Vóór	$5,00 \cdot 10^{-4}$	$1,0 \cdot 10^{-3} = 10,0 \cdot 10^{-4}$	0
Δ	$-5,00 \cdot 10^{-4}$	$-5,00 \cdot 10^{-4}$	$+ 5,00 \cdot 10^{-4}$
Na	0	$5,00 \cdot 10^{-4}$	$5,00 \cdot 10^{-4}$

Na deze reactie is er een mengsel van HCl en Na^+Cl^- aanwezig.

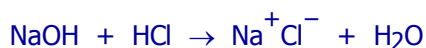
Na^+Cl^- is een neutraal zout: het positieve ion is als zuur te verwaarlozen (geconjugeerde zuur van de sterke base NaOH), het negatieve ion is als base te verwaarlozen (geconjugeerde base van het sterke zuur HCl).

HCl is een sterk zuur.

$$\text{pH} = -\log \frac{5,00 \cdot 10^{-4} \text{ mol}}{30,00 \cdot 10^{-3} \text{ L}} = \mathbf{1,78}$$

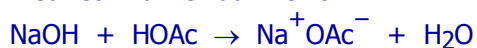
b

15,00mL 0,100 mol/L NaOH -oplossing bevat $0,100 \frac{\text{mol}}{\text{L}} \times 15,00 \cdot 10^{-3} \text{ L} = 1,50 \cdot 10^{-3} \text{ mol NaOH}$.



mol	NaOH	HCl	Na ⁺ Cl ⁻
Vóór	$1,50 \cdot 10^{-3}$	$1,0 \cdot 10^{-3}$	0
Δ	$-1,0 \cdot 10^{-3}$	$-1,0 \cdot 10^{-3}$	$+ 1,0 \cdot 10^{-3}$
Na	$5,0 \cdot 10^{-4}$	0	$1,0 \cdot 10^{-3}$

Na deze reactie is er geen HCl meer aanwezig, terwijl er nog wel NaOH overblijft. Dit zal dan reageren met het zwakke zuur HOAc.



mol	NaOH	HOAc	Na ⁺ OAc ⁻
Vóór	$5,0 \cdot 10^{-4}$	$1,0 \cdot 10^{-3} = 10,0 \cdot 10^{-4}$	0
Δ	$-5,0 \cdot 10^{-4}$	$-5,0 \cdot 10^{-4}$	$+ 5,0 \cdot 10^{-4}$
Na	0	$5,0 \cdot 10^{-4}$	$5,0 \cdot 10^{-4}$

HOAc is een zwak zuur.

Na⁺OAc⁻ is een zout. Het positieve ion is als zuur te verwaarlozen (geconjugeerde zuur van de sterke base NaOH), het negatieve ion is een zwakke base, bovendien de geconjugeerde base van HOAc.

We hebben dus te maken met een buffer.

$$\text{pH} = \text{p}K_a + \log \frac{c_b}{c_z} = 4,75 + \log \frac{\frac{5,0 \cdot 10^{-4} \text{ mol}}{40,0 \cdot 10^{-3} \text{ L}}}{\frac{5,0 \cdot 10^{-4} \text{ mol}}{40,0 \cdot 10^{-3} \text{ L}}} = \mathbf{4,75}$$