

Voor een zwak zuur  $H_3X$  zijn de zuurconstanten:

Dit zuur wordt getitreerd met NaOH.

a

Hoeveel bedraagt de pH na toevoegen van respectievelijk 0,5 , 1 , 1,5 , 2 en 2,5 stoichiometrische hoeveelheden NaOH?

b

Schets de titratiecurve

$H_3X$
$pK_{a,1} = 3,00$
$pK_{a,2} = 6,20$
$pK_{a,3} = 9,10$

## Oplossing

a

Tijdens de titratie hebben achtereenvolgens volgende reacties plaats:

- (1)  $H_3X + NaOH \rightarrow Na^+ H_2X^- + H_2O$
- (2)  $Na^+ H_2X^- + NaOH \rightarrow Na^+_2 HX^{2-} + H_2O$
- (3)  $Na^+_2 HX^{2-} + NaOH \rightarrow Na^+_3 X^{3-} + H_2O$

Na toevoegen van ... stoichiometrische hoeveelheden	Wat is er aanwezig?	Karakter?	pH
0	$H_3X$	Zwak zuur $pK_a = 3,00$ $K_a = 10^{-3}$	Kan niet exact berekend worden: de concentratie van het zwakke zuur is niet gekend. $pH \approx 2$
0,5	$H_3X$ (50 mol-%) + $H_2X^-$ (50 mol-%)	Buffer	$pH = pK_a + \log \frac{C_{base}}{C_{zuur}}$ $pH = pK_a$ <b>pH = 3,00</b>
1	$H_2X^-$	Amfolyt $pK_{a'} = 6,20$ $pK_a = 3,00$	$pH = \frac{1}{2}(pK_a + pK_{a'})$ $pH = \frac{1}{2}(6,20 + 3,00)$ <b>pH = 4,60</b>
1,5	$H_2X^-$ (50 mol-%) + $HX^{2-}$ (50 mol-%)	Buffer	$pH = pK_a + \log \frac{C_{base}}{C_{zuur}}$ $pH = pK_a$ <b>pH = 6,20</b>
2	$HX^{2-}$	Amfolyt $pK_{a'} = 9,10$ $pK_a = 6,20$	$pH = \frac{1}{2}(pK_a + pK_{a'})$ $pH = \frac{1}{2}(9,10 + 6,20)$ <b>pH = 7,65</b>
2,5	$HX^{2-}$ (50 mol-%) + $X^{3-}$ (50 mol-%)	Buffer	$pH = pK_a + \log \frac{C_{base}}{C_{zuur}}$ $pH = pK_a$ <b>pH = 9,10</b>

3	$X^{3-}$	Zwakke base $pK_b = 4,90$ $K_b = 1,26 \cdot 10^{-3}$	Kan niet exact berekend worden: de concentratie van de zwakke base is niet gekend. $pH \approx 10$
---	----------	--	---

**b**

De titratiecurve ziet eruit als volgt:

