

## Melkzuur

Melkzuur ( $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_3$ ) is een éénwaardig zuur. Van dit zuur wordt 0,90 gram opgelost in 1,0 liter water. Vervolgens wordt de pH bepaald en deze blijkt 2,7 te zijn.

- 1 Geef de systematische naam en de structuurformule van melkzuur.
- 2 Leg aan de hand van de structuurformule van melkzuur uit dat het een zwak zuur is.
- 3 Laat met behulp van een berekening zien dat melkzuur een zwak zuur is.

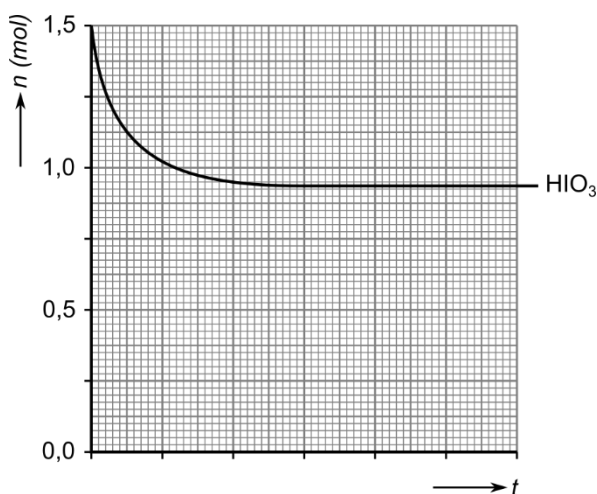
## Waterstofjodaat

In 2,0 liter water wordt 1,5 mol  $\text{HIO}_3$  opgelost.

- 4 Ga met behulp van Binas-tabel 49 na of  $\text{HIO}_3$  een sterk of een zwak zuur is.
- 5 Laat in een reactievergelijking zien hoe deze stof zich gedraagt in water.
- 6 Geef de notatie voor een oplossing van waterstofjodaat.

In onderstaand diagram zie je een schets voor de hoeveelheid  $\text{HIO}_3$  in de tijd.

- 7 Leg uit dat uit het diagram ook blijkt dat het gaat om een zwak zuur.
- 8 Schets in het diagram ook het verloop voor  $\text{H}^+$ .
- 9 Bereken de pH van de ontstane oplossing.

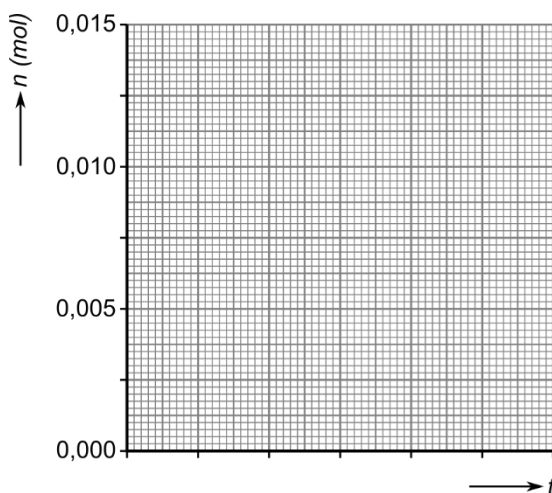


## Natriumfosfaat

---

Tom lost 2,05 g natriumfosfaat op tot 500 mL oplossing. De pH van de ontstane oplossing is 12,16.

- 10 Ga met behulp van Binas-tabel 49 na dat het hier gaat om een zwakke base.
- 11 Laat met reactievergelijkingen zien hoe natriumfosfaat zich gedraagt in water.
- 12 Geef de notatie voor een oplossing van natriumfosfaat.
- 13 Leg met een berekening uit dat de pH van de oplossing ook duidt op een zwakke base.
- 14 Schets in onderstaand diagram een mol-tijd diagram voor  $\text{PO}_4^{3-}$  en voor  $\text{OH}^-$ .  
(Een schets, dus exacte verloop in de tijd is niet nodig, wel begin- en eindwaarden)



## Rangschikken

---

Van de volgende stoffen wordt bij kamertemperatuur ( $T = 298\text{ K}$ ) telkens 0,15 mol opgelost in water en de oplossing wordt aangevuld tot 1,5 liter.

- |     |                            |
|-----|----------------------------|
| I   | calciumoxide               |
| II  | salmiak (ammoniumchloride) |
| III | waterstofiodide            |
| IV  | mierenzuur                 |

- 15 Rangschik de oplossingen van lage naar hoge pH. Geef voor de rangschikking een nadere motivering
- 16 Bereken de pH van oplossing I
- 17 Bereken de pH van oplossing III

Men voegt 0,25 L van oplossing I bij 0,25 L van oplossing IV.

- 18 Geef de reactievergelijking.  
*Denk om de juiste notaties van de twee oplossingen!*

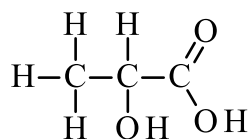
Men voegt 0,25 L van oplossing I bij 0,25 L van oplossing III.

- 19 Geef de reactievergelijking.
- 20 Beredeneer wat de pH wordt na het samenvoegen van de oplossingen.  
( $\text{pH} < 7$ ,  $\text{pH} = 7$ ,  $\text{pH} > 7$ )

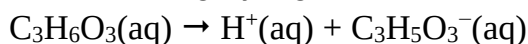
## Uitwerkingen

---

- 1 Melkzuur is volgens Binas-tabel 66A: 2-hydroxypropaanzuur:



- 2 Melkzuur is een carbonzuur en *alle* carbonzuren zijn zwakke zuren.
- 3 Als melkzuur een sterk zuur zou zijn, *dan* zou het volledig ioniseren volgens de reactievergelijking:



$$\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_3: m = 0,90 \text{ g}$$

$$M = 90,078 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$n = \frac{m}{M} = \frac{0,90}{90,078} = 0,010 \text{ mol}$$

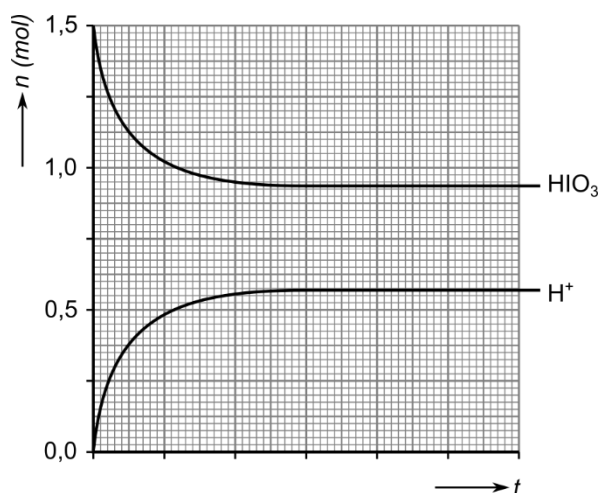
Bij volledige ionisatie zou dat 0,010 mol  $\text{H}^+$  geven en

$$\text{dan is } [\text{H}^+] = \frac{0,010}{1,0} = 0,010 \text{ M} \Rightarrow \text{pH} = 2,00$$

Aangezien de pH van de melkzuuroplossing hoger is (2,7) is de oplossing minder zuur. Het is dus niet volledig geïoniseerd, dus melkzuur is een zwak zuur.

- 4  $\text{HIO}_3$  is een zwak zuur, het staat in Binas-tabel 49 onder  $\text{H}_3\text{O}^+$ , dus bij de zwakke zuren.
- 5  $\text{HIO}_3(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{H}^+(\text{aq}) + \text{IO}_3^-(\text{aq})$
- 6 Aangezien het een zwak zuur is, is het  $\text{HIO}_3$  het meest voorkomende deeltje, dus:  $\text{HIO}_3(\text{aq})$
- 7 Als  $\text{HIO}_3$  sterk zou zijn, zou de lijn helemaal naar 0,0 gaan. Er blijft  $\text{HIO}_3$  over, dus zwak zuur.

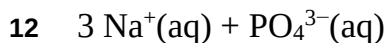
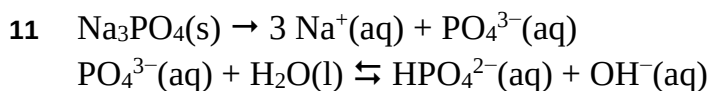
- 8  $\text{HIO}_3$  neemt met 0,5625 mol af, dus ontstaat er 0,5625 mol  $\text{H}^+$



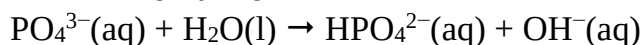
| mol       | $\text{HIO}_3$ | $\text{H}^+$ | $\text{IO}_3^-$ |
|-----------|----------------|--------------|-----------------|
| Begin     | 1,5            | 0,0          | 0,0             |
| Reactie   | -0,5625        | +0,5625      | +0,5625         |
| Evenwicht | 0,93           | 0,5625       | 0,5625          |

9  $[\text{H}^+] = \frac{0,5625}{2,0} = 0,28 \text{ M} \Leftrightarrow \text{pH} = -\log(0,28) = \underline{\underline{0,55}}$

- 10  $\text{PO}_4^{3-}$  staat net boven  $\text{OH}^-$ , dus is een zwakke base.



- 13 Als  $\text{PO}_4^{3-}$  een sterke base zou zijn, dan zou het volledig ioniseren volgens de reactievergelijking:



$\text{Na}_3\text{PO}_4$ :  $m = 2,05 \text{ g}$

$M = 163,94 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$

$$n = \frac{m}{M} = \frac{2,05}{163,94} = 0,0125 \text{ mol}$$

$\text{PO}_4^{3-}$ :  $n = 0,0125 \text{ mol} \quad (1 : 1)$

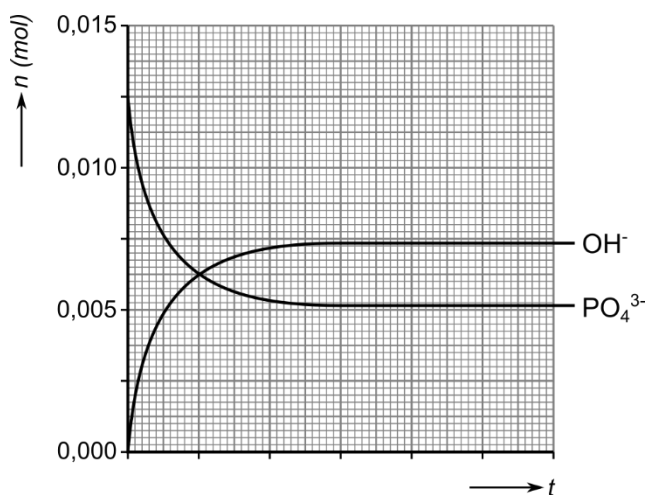
Bij volledige ionisatie zou dat 0,0125 mol  $\text{OH}^-$  geven en

dan is  $[\text{OH}^-] = \frac{0,0125}{0,500} = 0,0250 \text{ M} \Rightarrow \text{pH} = 12,40$

Aangezien de pH van de fosfaatoplossing lager is (12,16) is de oplossing minder basisch. Het is dus niet volledig geïoniseerd, dus  $\text{PO}_4^{3-}$  is een zwakke base.

- 14  $\text{pH} = 12,16 \Leftrightarrow \text{pOH} = 1,84 \Leftrightarrow [\text{OH}^-] = 10^{-1,84} = 0,014 \text{ M}$   
 Wanneer het evenwicht zich heeft ingesteld,  
 zit er in de 500 mL dus  $0,014 \cdot 0,500 = 0,0072 \text{ mol OH}^-$ :

| mol       | $\text{PO}_4^{3-}$ | $\text{OH}^-$ | $\text{HPO}_4^{2-}$ |
|-----------|--------------------|---------------|---------------------|
| Begin     | 0,0125             | 0,0           | 0,0                 |
| Reactie   | -0,0072            | +0,0072       | +0,0072             |
| Evenwicht | 0,0053             | 0,0072        | 0,0072              |



- 15 De juiste volgorde is:

Lage pH III

IV

II

Hoge pH I

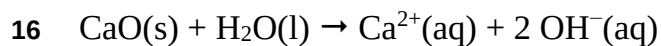
Motivering:

III HI is het sterkste zuur van het rijtje, dus laagste pH.

I CaO geeft bij oplossen  $\text{O}^{2-}$  en dat is de sterkste base van het rijtje, dus hoogste pH.

II Salmiakoplossing geeft  $\text{NH}_4^+$  en  $\text{Cl}^-$  ionen.  $\text{Cl}^-$  is zo'n zwakke base, die draagt niet bij aan pH,  $\text{NH}_4^+$  is een zwak zuur.

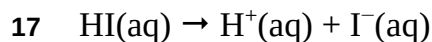
IV Mierenzuur is ook een zwak zuur, maar sterker dan  $\text{NH}_4^+$ .



0,15 mol CaO in 1,5 L water geeft 0,30 mol  $\text{OH}^{-}$  ionen (1 : 2).

$$[\text{OH}^{-}] = \frac{0,30}{1,5} = 0,20 \text{ M}$$

$$\text{pOH} = -\log(0,20) = 0,70 \Rightarrow \text{pH} = \underline{\underline{13,30}}$$



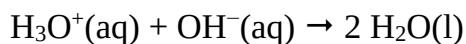
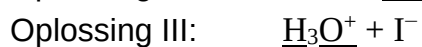
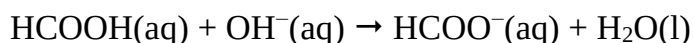
0,15 mol HI in 1,5 L water geeft 0,15 mol  $\text{H}^{+}$ -ionen:

$$[\text{H}^{+}] = \frac{0,15}{1,5} = 0,10 \text{ M}$$

$$\text{pH} = -\log(0,10) = \underline{\underline{1,00}}$$



Oplossing III:  $\underline{\text{HCOOH}}$  (zwak zuur, dus deze notatie in reactievergelijking!)



20 Er is twee keer zoveel  $\text{OH}^{-}$  als  $\text{H}_3\text{O}^{+}$ , dus  $\text{OH}^{-}$  is in overmaat. Dus na de reactie is nog  $\text{OH}^{-}$  over, dus er ontstaat een basische oplossing, dus  $\text{pH} > 7$ .