
Oplossingen vergelijken

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

- I calciumoxide
- II salmiak (ammoniumchloride)
- III waterstofjodide
- IV mierenzuur

1 Rangschik de oplossingen van lage naar hoge pH. Geef voor de rangschikking een nadere motivering

2 Bereken de pH van oplossing I

3 Bereken de pH van oplossing II

Men voegt $0,25\text{ L}$ van oplossing I bij $0,25\text{ L}$ van oplossing III.

4 Geef de reactievergelijking

5 Beredeneer wat de pH wordt na het samenvoegen van de oplossingen ($\text{pH} < 7$, $\text{pH} = 7$, $\text{pH} > 7$)

pH berekeningen

Devran lost $1,5\text{ mL}$ mierenzuur (HCOOH(l)) op tot 150 mL oplossing.

6 Bereken de pH van deze oplossing. ($\rho_{\text{HCOOH}} = 1,22 \cdot 10^3\text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$)

Aaron mengt $7,5\text{ g}$ loodsulfiet met 130 mL $0,50\text{ M}$ waterstofjodideoplossing

7 Bereken de pH van de oplossing van Aaron.

Voor de liefhebbers: bereken hoeveel gram vast loodjodide er ontstaat

Melkzuur

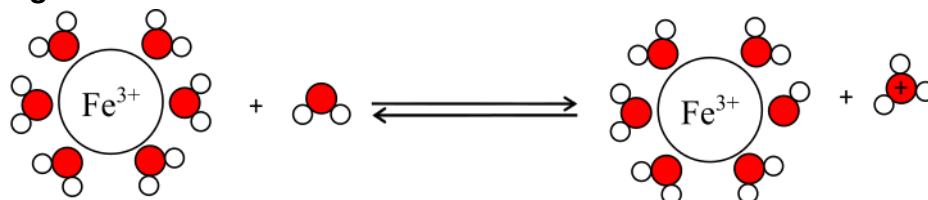
Melkzuur ($\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_3$) is een éénwaardig zuur. Van dit zuur wordt 0,90 gram opgelost in 1,0 liter water. Vervolgens wordt de pH bepaald en deze blijkt 2,7 te zijn.

- 8 Laat met behulp van deze gegevens zien dat melkzuur een zwak zuur is.
- 9 Bereken de $\text{p}K_z$ van melkzuur.

Zure metaalionen

Sommige metaalionen in een waterige oplossing zorgen ook voor zure oplossingen. De gehydrateerde ionen trekken de elektronen van de atoombindingen in de omringende watermoleculen naar zich toe, waardoor de binding tussen waterstof en zuurstof in zo'n watermolecuul ernstig verzwakt wordt. Zo zwak dat één van die watermolecuul een H^+ -ion kan afstaan. Het Fe^{3+} -ion is een voorbeeld van zo'n metaalion en dit wordt in figuur 1 schematisch weergegeven:

figuur 1



Men brengt 7,0 g ijzer(III)sulfaat in een bekersglas en vult aan tot 150 mL water.

- 10 Zoek in Binastabel 49 de zuurconstante op van het complex $\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_6^{3+}$ en bereken de pH van deze oplossing.

Ammonia

Door een bekeerglas met 500 mL water wordt ammoniakgas geborreld. Van het ammoniakgas lost x dm³ op. De pH van de oplossing na het borrelen is 11,69.

- 11 Bereken hoeveel dm³ ammoniakgas is opgelost in het water bij standaardomstandigheden ($p = p_0$, $T = 298$ K). Neem aan dat het volume van de oplossing 500 mL is gebleven.

Azijn

Een oplossing van azijnzuur in water wordt ook wel azijn genoemd.

- 12 Bij welke pH zijn 70% van de azijnzuurmoleculen omgezet in een 0,15 M azijn?

Een titratie

Zoutzuur met een onbekende molariteit wordt getitreerd met 0,104 M natronloog. Het zoutzuur wordt met een pipet (10,00 mL) in een erlenmeyer gebracht. Als indicator wordt een beetje BTB (broomthymolblauw) toegevoegd. De titratie wordt in duplo uitgevoerd en de buretstanden staan in figuur 1.

figuur 1

Meting	Beginstand (mL)	Eindstand (mL)
Titratie 1	45,03	34,02
Titratie 2	34,02	23,06

- 13 Welke kleur heeft de oplossing aan het begin van de titratie?
- 14 Bij welke kleur moet de titratie gestopt worden?
- 15 Bereken de concentratie van het zoutzuur.

Waterstofjodaat

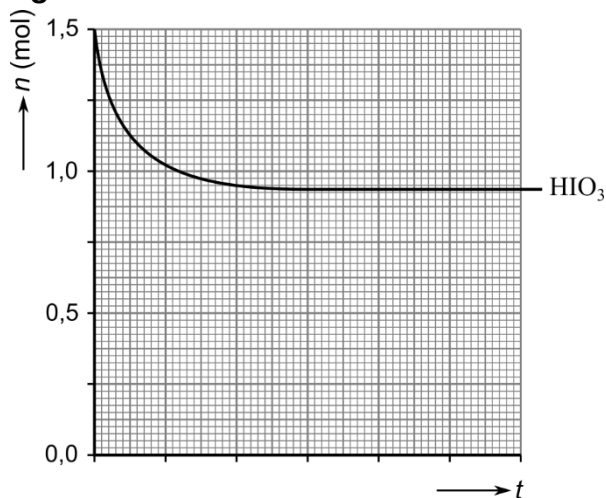
In 2,0 liter water wordt 1,5 mol HIO_3 opgelost.

- 16 Ga met behulp van Binastabel 49 na of HIO_3 een sterk of een zwak zuur is.
- 17 Laat in een reactievergelijking zien hoe deze stof zich gedraagt in water.
- 18 Geef de notatie voor een oplossing van waterstofjodaat.

In figuur 1 zie je een schets voor de hoeveelheid HIO_3 in de tijd.

- 19 Leg uit dat uit het diagram ook blijkt dat het gaat om een zwak zuur.
- 20 Schets in het diagram ook het verloop voor H_3O^+ .
- 21 Bereken de pH van de ontstane oplossing.

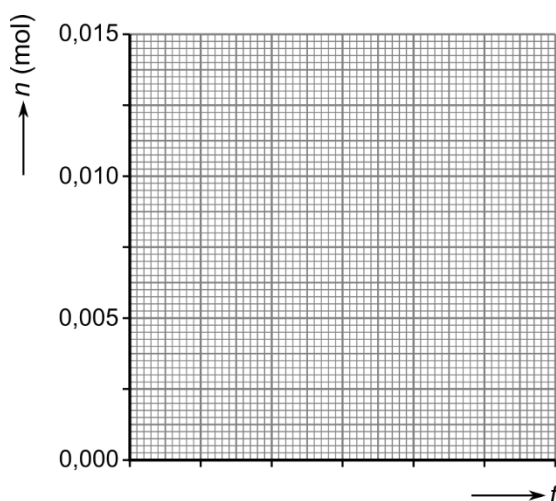
figuur 1



Natriumfosfaat

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

- 22** Ga met behulp van Binastabel 49 na dat het hier gaat om een zwakke base.
- 23** Laat met reactievergelijkingen zien hoe natriumfosfaat zich gedraagt in water.
- 24** Geef de notatie voor een oplossing van natriumfosfaat.
- 25** Leg met een berekening uit dat de pH van de oplossing ook duidt op een zwakke base.
- 26** Schets in onderstaand diagram een mol-tijd diagram voor PO_4^{3-} en voor OH^- .
(Een schets, dus exacte verloop in de tijd is niet nodig, wel begin- en eindwaarden)



Uitwerkingen

- 1 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 O^{2-} en dat is de sterkste base van het rijtje, dus hoogste pH.

II Salmiakoplossing geeft NH_4^+ en Cl^- ionen. Cl^- is zo'n zwakke base, die draagt niet bij aan pH, NH_4^+ is een zwak zuur.

IV Mierenzuur is ook een zwak zuur, maar sterker dan NH_4^+ .

- 2 pH = 13,30

- 3 pH = 5,13

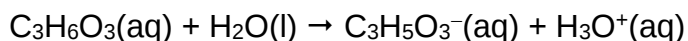
- 4 $H_3O^+(aq) + OH^-(aq) \rightarrow 2 H_2O(l)$

- 5 Er is twee keer zoveel OH^- als H_3O^+ , dus OH^- is in overmaat. Dus na de reactie is nog OH^- over, dus er ontstaat een basische oplossing, dus pH > 7.

- 6 pH = 2,17

- 7 pH = 1,00 en er ontstaat 12 g PbI_2 .

- 8 Als melkzuur een sterk zuur zou zijn, dan zou het volledig ioniseren volgens de reactievergelijking:



$C_3H_6O_3$: $m = 0,90$ g

$M = 90,078$ g·mol⁻¹

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

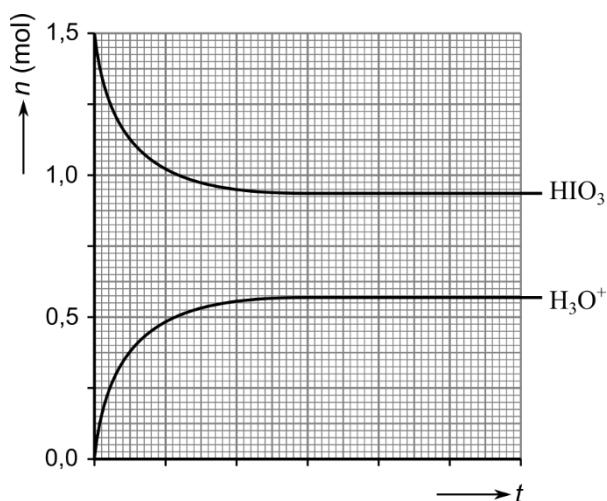
Bij volledige ionisatie zou dat 0,010 mol H_3O^+ geven en dan is

$$[H_3O^+] = \frac{0,010}{1,0} = 0,010 \text{ M} \Rightarrow \text{pH} = 2$$

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

- 9 $pK_z = 3,3$

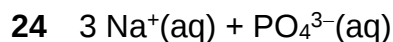
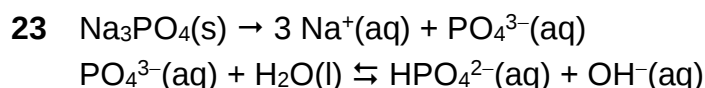
- 10 $\text{pH} = 1,75$
- 11 $V = 16 \text{ dm}^3$ ammoniak
- 12 $\text{pH} = 5,14$
- 13 Aan begin geldt $\text{pH} < 6,6$, dus oplossing is geel.
- 14 Bij omslagpunt geldt $\text{pH} = 7$, dus omslagtraject, dus kleur gaat van geel naar blauw (groenig).
- 15 $c = 0,114 \text{ M}$
- 16 HIO_3 is een zwak zuur, het staat in Binastabel 49 onder H_3O^+ , dus bij de zwakke zuren.
- 17 $\text{HIO}_3(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+(\text{aq}) + \text{IO}_3^-(\text{aq})$
- 18 Aangezien het een zwak zuur is, is het HIO_3 het meest voorkomende deeltje, dus: $\text{HIO}_3(\text{aq})$
- 19 Als HIO_3 sterk zou zijn, zou de lijn helemaal naar 0,0 gaan. Er blijft HIO_3 over, dus zwak zuur.
- 20 HIO_3 neemt met 0,57 mol af, dus ontstaat er 0,57 mol H_3O^+ (en 0,57 mol IO_3^-):



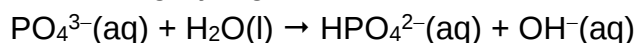
mol	HIO_3	H_3O^+	IO_3^-
Begin	1,5	0,0	0,0
Reactie	-0,57	+0,57	+0,57
Evenwicht	0,93	0,57	0,57

21 $[\text{H}_3\text{O}^+] = \frac{0,57}{2,0} = 0,29 \text{ M} \Leftrightarrow \text{pH} = -\log(0,29) = \underline{\underline{0,55}}$

22 PO_4^{3-} staat net boven OH^- , dus is een zwakke base.



25 Als PO_4^{3-} een sterke base zou zijn, dan zou het volledig ioniseren volgens de reactievergelijking:



Na_3PO_4 : $m = 2,05 \text{ g}$

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

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

PO_4^{3-} : $n = 0,0125 \text{ mol}$ (1 : 1)

Bij volledige ionisatie zou dat 0,0125 mol OH^- geven en

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

Omdat de pH van de fosfaatoplossing lager is (12,16), is de oplossing minder basisch. Het is dus niet volledig geïoniseerd, dus PO_4^{3-} is een zwakke base.

26 $\text{pH} = 12,16 \Leftrightarrow \text{pOH} = 1,84 \Leftrightarrow [\text{OH}^-] = 10^{-1,84} = 0,014 \text{ M}$

Wanneer het evenwicht zich heeft ingesteld,

zit er in de 500 mL dus $0,014 \cdot 0,500 = 0,0072 \text{ mol OH}^-$:

mol	PO_4^{3-}	OH^-	HPO_4^{2-}
Begin	0,0125	0,0	0,0
Reactie	-0,0072	+0,0072	+0,0072
Evenwicht	0,0053	0,0072	0,0072

