

# Oefenopgaven ZUREN en BASEN

havo

Verwijzingen naar tabellen betreft BINAS 7<sup>e</sup> druk.

De naamgeving van zouten is overeenkomstig tabel 66G van BINAS.

## OPGAVE 1

Men lost de volgende zouten op in water:

- (i) dikaliumsulfide,  $K_2S$  (de naam kaliumsulfide is ook goed)
- (ii) trinatriumfosfaat,  $Na_3PO_4$
- (iii) kaliumwaterstofoxalaat,  $KHC_2O_4$

- 01 Geef voor elk van deze zouten de oplosvergelijking.
- 02 Laat met behulp van een reactievergelijking zien of de ontstane oplossingen zuur of basisch zijn. Neem aan dat er steeds één  $H^+$  wordt overgedragen. Maak gebruik van tabel 49.

## OPGAVE 2

Van vier oplossingen, genummerd A, B, C en D, meet men de pH met een pH-meter. Hieronder staan de resultaten.

Opl. A: pH = 8,5    Opl. B: pH = 0,80    Opl. C: pH = 6,0    Opl. D: pH = 13,7

- 03 Leg uit in welke oplossing  $[H^+]$  het grootst is.
- 04 Leg uit in welke oplossing  $[OH^-]$  het grootst is.

## OPGAVE 3

Hieronder staan de formules van een aantal stoffen.

a  $Na_2CO_3$     b  $H_2SO_4$     c  $HCOOH$     d  $CuO$     e  $H_3PO_4$     f  $NH_4Cl$   
g  $Ca(OH)_2$     h  $SO_2$     i  $CH_3OH$     j  $Na_2S$     k  $K_2O$     l  $Mg(NO_3)_2$

Deze stoffen worden in water gebracht.

- 05 Geef de namen van de stoffen.
- 06 Geef voor ieder stof aan of ze in water de pH verhogen, verlagen of niet veranderen.
- 07 Geef voor de deeltjes waarvan jij denkt dat het zuren zijn de ionisatievergelijking.

## OPGAVE 4

In een bekersglas bevindt zich 25 mL 0,10 molair zoutzuur. Men voegt een druppel van de indicator broomthymolblauw toe.

- 08 Welke kleur heeft broomthymolblauw in deze oplossing?

In een ander bekersglas bevindt zich een hoeveelheid 1,0 M natronloog. Men schenkt in het bekersglas met zoutzuur zoveel van de natronloog als nodig is om de pH tot 7,0 te verhogen.

- 09 Verandert de kleur van broomthymolblauw hierdoor? Zo ja, hoe?
- 10 Geef de vergelijking van de reactie die dan plaats vindt.
- 11 Welke deeltjes bevinden zich in het reactiemengsel als de pH 7,0 is geworden?
- 12 Bereken hoeveel mL men van de natronloog nodig om de pH tot 7,0 te verhogen.

## OPGAVE 5

Je kunt op twee manieren natronloog bereiden:

- I. door natriumhydroxide ( $NaOH$ ) in water te brengen;
- II. door dinatriumoxide ( $Na_2O$ ) in water te brengen.

- 13 Geef van beide bereidingswijzen de reactievergelijking.

Peter lost 2,78 gram natriumhydroxide op tot een volume van 50,0 mL.

- 14 Bereken de pH van deze oplossing. Neem aan dat  $pH + pOH = 14,00$ .

Marijke lost 2,78 gram dinatriumoxide op tot een volume van 50,0 mL.

- 15 Bereken de pH van deze oplossing. Neem aan dat  $pH + pOH = 14,00$ .

### OPGAVE 6

In een bekerglas bevindt zich 50 mL 0,10 molair natronloog en een druppel van de indicator fenolrood.

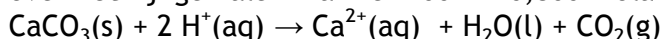
- 16 Bereken de pH van de oplossing.
- 17 Welke kleur heeft fenolrood in deze oplossing? Gebruik tabel 52A van BINAS.

Men schenkt geleidelijk 25 mL 0,10 molair salpeterzuuroplossing bij de natronloog.

- 18 Geef de vergelijking van de reactie die dan plaats vindt.
- 19 Welke deeltjes bevinden zich in de oplossing als alle salpeterzuuroplossing is toegevoegd? Duidelijk uitleggen.
- 20 Bereken de pH van de oplossing nadat alle salpeterzuuroplossing is toegevoegd aan natronloog.
- 21 Leg uit of de kleur van de indicator veranderd is.

### OPGAVE 7

Tamara neemt een stukje marmer ( $\text{CaCO}_3$ ) van 3,42 gram en maalt dit fijn. Vervolgens giet zij over het fijngemalen marmer 100 mL 0,800 molair zoutzuur. De volgende reactie treedt op:



- 22 Bereken de pH van 0,800 molair zoutzuur.
- 23 Toon door middel van een berekening aan dat er een overmaat is van 11,7 mmol zoutzuur.
- 24 Bereken de pH van de oplossing na afloop van de reactie.

De proef wordt herhaald, maar nu met 100 mL 0,800 molair azijnzuur ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ ).

- 25 Welke verschillen zijn er dan ten opzichte van de vorige proef voor wat betreft:
  - I. de snelheid van de reactie
  - II. de hoeveelheid  $\text{CO}_2$  die ontstaat.

### OPGAVE 8

Ten gevolge van zure neerslag komt er in Nederland per jaar  $6,0 \cdot 10^3$  mol  $\text{H}^+$ -ionen terecht op 1,0 hectare ( $= 1,0 \cdot 10^4 \text{ m}^2$ ) grond. We nemen aan dat de ionen  $\text{H}^+$  niet dieper in de grond doordringen dan 15 cm en in opgeloste toestand aanwezig blijven.

- 26 Welke waarde zou de pH van neutrale bodem na een jaar hebben als er geen stoffen in zouden zitten die met de ionen  $\text{H}^+$  reageren?

Indien de bodem kalk ( $\text{CaCO}_3$ ) bevat kunnen de ionen  $\text{H}^+$  hiermee reageren zodat de bodem niet zo sterk verzuurt:  $\text{CaCO}_3(\text{s}) + 2 \text{H}^+(\text{aq}) \rightarrow \text{Ca}^{2+}(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) + \text{CO}_2(\text{g})$

- 27 Bereken hoeveel kg kalk de bovenste laag (15 cm) van 1,0 hectare bodem minimaal moet bevatten om te reageren met alle ionen  $\text{H}^+$ -ionen die er in een jaar in terecht komen.

### OPGAVE 9

WC-eend is een zuur schoonmaakmiddel, bedoel om kalk te verwijderen. Het actieve zuur in WC-eend is het eenwaardige mierenzuur:  $\text{HCOOH}$ .

Aan 5,0 mL WC-eend wordt eerst een indicator toegevoegd en dan wordt 0,080 M natronloog toegedruppeld. Als de kleur van de toegevoegde indicator omslaat is er 7,6 mL natronloog toegevoegd. Alle moleculen  $\text{HCOOH}$  hebben dan met natronloog gereageerd.

- 28 Geef de vergelijking van de reactie tussen mierenzuur en natronloog.
- 29 Bereken de molariteit van mierenzuur in WC-eend.

### OPGAVE 10

Huishoudammonia bevat opgelost  $\text{NH}_3$ . Ter neutralisatie van 25,0 mL huishoudammonia is 9,85 mL 2,00 M zwavelzuur nodig. De 25,0 mL huishoudammonia weegt 24,6 gram.

- 30 Bereken hoeveel mmol  $\text{H}^+$  ionen 9,85 mL 2,00 M zwavelzuur bevat.
- 31 Bereken de molariteit  $\text{NH}_3$  in de huishoudammonia.
- 32 Bereken het massa-%  $\text{NH}_3$  in de huishoudammonia.

### OPGAVE 11

- 33 Geef de vergelijking van de reactie tussen verdund salpeterzuur en krijt ( $\text{CaCO}_3$ ).
- 34 Bereken hoeveel mL salpeterzuur van 1,20 M nodig is om 2,16 gram krijt volledig op te lossen.

### OPGAVE 12

Niet-verontreinigd regenwater heeft een pH van 6,00.

- 35 Bereken hoeveel microgram ( $\mu\text{g}$ )  $\text{H}^+$ -ionen 1,0 liter van dit regenwater bevat.  $1 \mu\text{g} = 10^{-6} \text{ g}$ .

Zure regen wordt voor een belangrijk deel veroorzaakt door  $\text{SO}_2$ -verontreiniging. Bij het ontstaan van zure regen kunnen we drie stappen onderscheiden:

- I. Het ontstaan van  $\text{SO}_2$  door verbranding van zwavelhoudende brandstoffen zoals steenkool en aardolie.
  - II. De omzetting van  $\text{SO}_2$  in  $\text{SO}_3$  door zuurstof uit de atmosfeer.
  - III. Het oplossen van  $\text{SO}_3$  in regenwater waarbij een oplossing van zwavelzuur (zure regen) ontstaat.
- 36 Geef de reactievergelijking voor elke hierboven beschreven stap.

In De Bilt wordt de verzuring van het regenwater regelmatig gemeten. In 1967 werd de grootste gemiddelde verzuring gemeten. In dat jaar bevatte 1,0 liter regenwater gemiddeld  $165 \mu\text{g}$   $\text{H}^+$ -ionen.

- 37 Bereken de gemiddelde pH van het regenwater in 1967.

**Hieronder staan nog extra opgaven speciaal om te oefenen met ZUUR-BASEREACTIES**

### OPGAVE 13

- 38 Geef van onderstaande reacties de reactievergelijking. Let hierbij vooral op de notatie van de deeltjes (ion, molecuul, vaste stof etc.). De opgaven zijn (enigszins) opklimmend in moeilijkheidsgraad.
- a Salpeterzuur en natriumfluoride-oplossing.
  - b Zwavelzuur en natriumwaterstofcarbonaatoplossing.
  - c Salpeterzuur en dinatriumsulfide-oplossing (of natriumsulfide-oplossing).
  - d Ammonia en zoutzuur.
  - e Zwavelzuur en ijzeroxide (of ijzer(II)oxide).
  - f Dikaliumoxide (of kaliumoxide) en water.
  - g Magnesiumbis(hydroxide) (of magnesiumhydroxide) en zoutzuur.
  - h Salpeterzuur en trizinkbis(fosfaat) (of zinkfosfaat).
  - j Zwavelzuur en kopercarbonaat.
  - k Koolstofdioxide leiden in overmaat natronloog.
  - l Koolstofdioxide leiden in overmaat bariumbis(hydroxide)-oplossing. Er ontstaat een troebeling. Verklaar dit met behulp van tabel 45A.
  - m Ammoniumchloride-oplossing en kaliloog.
  - n Natriumwaterstofoxalaatoplossing ( $\text{NaHC}_2\text{O}_4$ ) en natronloog.
  - o Natriumwaterstofoxalaatoplossing en salpeterzuur.
  - p Methaanzuur en natronloog.
  - q Waterstoffluoride-oplossing en zinkbis(hydroxide) (of zinkhydroxide).
  - r Azijnzuur en ammonia.

## UITWERKINGEN

## OPGAVE 1

- 01 (i)  $K_2S(s) \rightarrow 2 K^+(aq) + S^{2-}(aq)$   
 (ii)  $Na_3PO_4(s) \rightarrow 3 Na^+(aq) + PO_4^{3-}(aq)$   
 (iii)  $KHC_2O_4(s) \rightarrow K^+(aq) + HC_2O_4^-(aq)$
- 02 (i)  $S^{2-}(aq) + H_2O(l) \rightarrow HS^-(aq) + OH^-(aq)$ ; basisch  
 (ii)  $PO_4^{3-}(aq) + H_2O(l) \rightarrow HPO_4^{2-}(aq) + OH^-(aq)$ ; basisch  
 (iii)  $HC_2O_4^-(aq) \rightarrow H^+(aq) + C_2O_4^{2-}(aq)$  zuur

*Opmerking bij (iii):  $HC_2O_4^-$  zou als negatief ion ook een base kunnen zijn. Volgens tabel 49 is  $HC_2O_4^-$  als zuur sterker dan als base (als zuur ongeveer halverwege de eerste kolom en als base vier plaatsen onder  $H_2O$ ).*

## OPGAVE 2

- 03 De oplossing die het zuurst is, heeft de grootste  $[H^+]$  en de laagste pH: oplossing B.  
 04 De oplossing die het meest basisch is, heeft de grootste  $[OH^-]$  en de hoogste pH: D.

## OPGAVE 3

*Opmerking bij de namen van zouten: Volgens de examennormen voor het examen vanaf 2025 worden voor zouten de namen gebruikt die in tabel 66G uitgelegd zijn. Deze namen wijken af van de leerboeken die nog niet op deze naamgeving zijn aangepast. De naamgeving die tot en met 2024 toegepast werd wordt op het examen nog steeds toegestaan. Deze naam staat in deze opgave als tweede vermeld, tenzij die hetzelfde is.*

- 05 a dinatriumcarbonaat; natriumcarbonaat g calciumbis(hydroxide); calciumhydroxide  
 b zwavelzuur h zwaveldioxide  
 c methaanzuur i methanol  
 d koperoxide j dinatriumsulfide; natriumsulfide  
 e fosforzuur k kaliumhydroxide  
 f ammoniumchloride l magnesium(bis)nitraat; magnesiumnitraat
- 06 a  $CO_3^{2-}$  is een base, dus de pH wordt hoger.  
 b  $H_2SO_4$  is een sterk zuur, dus de pH wordt lager.  
 c  $HCOOH$  is een zwak zuur, dus de pH wordt lager.  
 d  $CuO$  is een slecht oplosbaar zout, dus de pH verandert niet.  
 e  $H_3PO_4$  is een zwak zuur, dus de pH wordt lager.  
 f  $NH_4Cl$  bevat ionen  $NH_4^+$  en dit is een (zeer) zwak zuur, dus de pH daalt (enigszins).  
 g Volgens tabel 45A lost  $Ca(OH)_2$  matig op. Er ontstaat de base  $OH^-$ , dus de pH wordt hoger.  
 h  $SO_2$  in water wordt het zwakke zuur  $H_2SO_3$ , dus de pH wordt lager.  
 i  $CH_3OH$  is noch zuur, noch base dus de pH verandert niet.  
 j  $Na_2S$  bevat de base  $S^{2-}$ , dus de pH wordt hoger.  
 k Er ontstaat  $K^+$  en de base  $OH^-$ , dus de pH wordt hoger.  
 l Er is geen zuur of base aanwezig, dus de pH verandert niet.
- 07 b  $H_2SO_4 \rightarrow 2 H^+ + SO_4^{2-}$ .  
 c  $HCOOH \rightleftharpoons H^+ + HCOO^-$ . Zwakke zuren vormen een evenwicht, maar je hoeft  
 e  $H_3PO_4 \rightleftharpoons H^+ + H_2PO_4^-$ . niet per se de evenwichtspijl te vermelden.  
 f  $NH_4^+ \rightleftharpoons H^+ + NH_3$ .  
 h  $SO_2 + H_2O \rightarrow H_2SO_3$  en  $H_2SO_3 \rightleftharpoons H^+ + HSO_3^-$ .

#### OPGAVE 4

08 Zie tabel 52 bij een  $\text{pH} < 7$ : geel.

09 Als de  $\text{pH}$  7,0 is heeft broomthymolblauw een kleur tussen geel en blauw in: groen(achtig).

10 Zoutzuur is een oplossing van  $\text{HCl}$  in water (tabel 66A). Het is een sterk zuur (tabel 49), dus volledig gesplitst in ionen:  $\text{H}^+$  en  $\text{Cl}^-$ .

Natronloog is een oplossing van natriumhydroxide in water (tabel 66A). Het is een goed oplosbaar zout (tabel 45A), dus volledig gesplitst in ionen:  $\text{Na}^+$  en  $\text{OH}^-$ .

Reactievergelijking:  $\text{H}^+ + \text{OH}^- \rightarrow \text{H}_2\text{O}$  (de ionen  $\text{Na}^+$  en  $\text{OH}^-$  reageren niet)

11 Ionen  $\text{Na}^+$  (van natronloog) en  $\text{Cl}^-$  (van zoutzuur), want deze hebben niet gereageerd.

12 Er is 0,10 molair zoutzuur. Dat betekent: 0,10 mol per liter of 0,10 mmol per mL. In 25 mL is dan  $25 \text{ mL} \times 0,10 \text{ mmol mL}^{-1} = 2,5 \text{ mmol}$  zoutzuur  $\cong 2,5 \text{ mmol H}^+$  aanwezig.

Volgens de reactievergelijking reageert dit met 2,5 mmol  $\text{OH}^-$  (molverhouding = 1 : 1).

Er is 1,0 M natronloog. Dit betekent: 1,0 mol per liter of 1,0 mmol per mL. Voor 2,5 mmol  $\text{OH}^-$

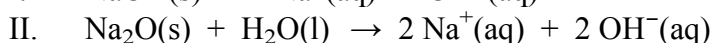
is dan  $\frac{2,5 \text{ mmol}}{1,0 \text{ mmol mL}^{-1}} = 2,5 \text{ mL}$  nodig.

Andere manier:

Natronloog en zoutzuur reageren in molverhouding 1 : 1. Omdat de molariteit van natronloog 10 keer zo groot is als die van zoutzuur, heb je 10 keer zo weinig natronloog nodig: 2,5 mL.

#### OPGAVE 5

13 Natronloog is een oplossing van natriumhydroxide in water (tabel 66A).



14  $M(\text{NaOH}) = 39,997 \text{ gram mol}^{-1}$ .  $50,0 \text{ mL} = 0,0500 \text{ L}$ .

$$\frac{2,78}{39,997} = 6,95 \cdot 10^{-2} \text{ mol NaOH in } 0,0500 \text{ L} \rightarrow [\text{OH}^-] = \frac{6,95 \cdot 10^{-2} \text{ mol}}{0,0500 \text{ L}} = 1,39 \text{ M}$$

$$\text{pOH} = -\log [\text{OH}^-] = -\log 1,39 = -0,143. \quad \text{pH} = 14,00 - (-0,143) = 14,143$$

15  $M(\text{Na}_2\text{O}) = 61,979 \text{ gram mol}^{-1}$

$$\frac{2,78}{61,979} = 4,49 \cdot 10^{-2} \text{ mol Na}_2\text{O} \times 2 \text{ (zie reactievergelijking)} = 8,97 \cdot 10^{-2} \text{ mol OH}^- \text{ in } 0,0500 \text{ L}$$

$$[\text{OH}^-] = \frac{8,97 \cdot 10^{-2} \text{ mol}}{0,0500 \text{ L}} = 1,79 \text{ M} \quad \rightarrow \text{pOH} = -\log [\text{OH}^-] = -\log 1,79 = -0,253.$$

$$\text{pH} = 14,00 - (-0,253) = 14,253.$$

#### OPGAVE 6

16 Natronloog is een oplossing van natriumhydroxide ( $\text{NaOH}$ ) in water (tabel 66A).

Het gaat om een basische oplossing, dus rekenen via de  $\text{pOH}$ .

0,10 molair betekent: 0,10 mol  $\text{NaOH}$  per liter  $\cong 0,10 \text{ mol OH}^-$  per liter  $\rightarrow [\text{OH}^-] = 0,10 \text{ M}$ .

$$\text{pOH} = -\log [\text{OH}^-] = -\log 0,10 = 1,00.$$

$$\text{pH} + \text{pOH} = 14,00, \text{ dus } \text{pH} = 13,00.$$

- 17 Zie tabel 52A: rood.
- 18 Salpeterzuur =  $\text{HNO}_3$  (tabel 66B). Het is een sterk zuur (tabel 49), dus volledig gesplitst in ionen. Hiervan reageert alleen  $\text{H}^+$ . Reactievergelijking:  $\text{H}^+ + \text{OH}^- \rightarrow \text{H}_2\text{O}$ .
- 19 Er is 25 mL 0,10 M salpeterzuur toegevoegd aan 50 mL 0,10 M natronloog. Er is dus een overmaat natronloog  $\rightarrow$  er blijft  $\text{OH}^-$  over en alle  $\text{H}^+$  (van salpeterzuur) verdwijnt. Aanwezige deeltjes:  $\text{NO}_3^-$  (van salpeterzuur),  $\text{Na}^+$  (van natronloog),  $\text{OH}^-$  (vanwege de overmaat).
- 20 We hadden: 50 mL 0,10 M NaOH-oplossing.  
 0,10 M betekent: 0,10 mol per liter of 0,10 mmol per mL.  
 Er was  $50 \text{ mL} \times 0,10 \text{ mmol mL}^{-1} = 5,0 \text{ mmol OH}^-$  aanwezig.  
 We hebben toegevoegd: 25 mL 0,10 M  $\text{HNO}_3$ -oplossing.  
 Er is dan  $25 \text{ mL} \times 0,10 \text{ mmol mL}^{-1} = 2,5 \text{ mmol H}^+$  aanwezig.  
 Omdat  $\text{H}^+$  en  $\text{OH}^-$  in de molverhouding 1 : 1 reageren, blijft er  $5,0 - 2,5 = 2,5 \text{ mmol OH}^-$  over in een oplossing van  $50 + 25 = 75 \text{ mL}$ .  
 $[\text{OH}^-]$  na de reactie is  $\frac{2,5 \text{ mmol}}{75 \text{ mL}} = 3,3 \cdot 10^{-2} \text{ M}$ , dus  $\text{pOH} = -\log [\text{OH}^-] = -\log 3,3 \cdot 10^{-2} = 1,50$ .  
 $\text{pH}$  na de reactie is  $14,00 - 1,50 = 12,50$ .
- 21 De kleur is *niet* veranderd, want dat gebeurt pas onder  $\text{pH} = 8,0$ .

#### OPGAVE 7

- 22 Zoutzuur is een oplossing van HCl in water (tabel 66A). HCl is een sterk zuur (tabel 49), dus volledig gesplitst in ionen. In 0,800 M zoutzuur geldt dus:  $[\text{H}^+] = 0,800 \text{ M}$ .  
 $\text{pH} = -\log 0,800 = 0,097$ .
- 23 Aanwezig aan zoutzuur:  $100 \text{ mL} \times 0,800 \text{ mmol mL}^{-1} = 80,0 \text{ mmol}$ .  
 Aanwezig aan marmer ( $M = 100,09 \text{ g mol}^{-1}$ ):  $\frac{3,42 \text{ g}}{100,09 \text{ g mol}^{-1}} = 0,0342 \text{ mol} = 34,2 \text{ mmol}$ .  
 Dit reageert met  $2 \times 34,2 = 68,3 \text{ mmol}$  zoutzuur (zie molverhouding in reactievergelijking).  
 Er is  $80,0 - 68,3 = 11,7 \text{ mmol}$  zoutzuur te veel.
- 24 Na afloop is 11,7 mmol zoutzuur over in 100 mL oplossing  $\rightarrow$   
 $[\text{H}^+] = \frac{11,7 \text{ mmol}}{100 \text{ mL}} = 0,117 \text{ M}$ .  
 $\text{pH} = -\log 0,117 = 0,932$ .
- 25 I. De reactie met zoutzuur verloopt sneller omdat daar  $[\text{H}^+]$  groter is. Zoutzuur is een sterk zuur en ioniseert volledig. Azijnzuur is een zwak zuur en ioniseert gedeeltelijk. Bij gelijke molariteit zal in zoutzuur  $[\text{H}^+]$  groter zijn dan in azijnzuur.  
 II. Beide zuren zijn eenwaardig. Het aantal mol zuur is gelijk en het is een overmaat. De hoeveelheid  $\text{CO}_2$  die ontstaat wordt dus bepaald door de hoeveelheid marmer. Die is in beide proeven gelijk, dus ontstaat er evenveel  $\text{CO}_2$  in beide proeven.

### OPGAVE 8

- 26 Eerst de inhoud berekenen:

$$\text{oppervlakte} \times \text{hoogte} = 1,0 \cdot 10^4 \text{ m}^2 \times 0,15 \text{ m} = 1,5 \cdot 10^3 \text{ m}^3 = 1,5 \cdot 10^6 \text{ L}.$$

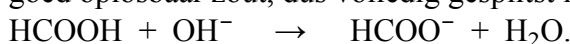
$$\text{Dan concentratie: } [\text{H}^+] = \frac{6,0 \cdot 10^3 \text{ mol}}{1,5 \cdot 10^6 \text{ L}} = 4,0 \cdot 10^{-3} \text{ mol L}^{-1}.$$

$$\text{Dan de pH: } \text{pH} = -\log [\text{H}^+] = -\log 4,0 \cdot 10^{-3} = 2,40.$$

- 27 Molverhouding  $\text{CaCO}_3 : \text{H}^+ = 1 : 2$ , dus moet er  $\frac{1}{2} \times 6,0 \cdot 10^3 = 3,0 \cdot 10^3$  mol  $\text{CaCO}_3$  reageren.  
Molaire massa  $\text{CaCO}_3 = 100,09 \text{ g mol}^{-1}$ , dus  $3,0 \cdot 10^3$  mol  $\text{CaCO}_3$  weegt:  
 $3,0 \cdot 10^3 \text{ mol} \times 100,09 \text{ g mol}^{-1} = 3,0 \cdot 10^5 \text{ gram} = 3,0 \cdot 10^2 \text{ kg CaCO}_3$ .

### OPGAVE 9

- 28 Natronloog is een oplossing van natriumhydroxide ( $\text{NaOH}$ ) in water (tabel 66A).  $\text{NaOH}$  is een goed oplosbaar zout, dus volledig gesplitst in ionen. Alleen  $\text{OH}^-$  reageert met mierenzuur:



- 29 Toegevoegd:  $7,6 \text{ mL} \times 0,080 \text{ mmol mL}^{-1} = 0,608 \text{ mmol OH}^-$ .  
Dit reageert met  $0,608 \text{ mmol HCOOH}$ . Dit was aanwezig in  $5,0 \text{ mL WC-eend}$ .

$$\text{Molariteit HCOOH} = \frac{0,608 \text{ mmol}}{5,0 \text{ mL}} = 0,12 \text{ M}.$$

### OPGAVE 10

- 30 Zwavelzuur =  $\text{H}_2\text{SO}_4$  (tabel 66B) en mag beschouwd worden als een tweewaardig sterk zuur:



2,00 M betekent: 2,00 mol  $\text{H}_2\text{SO}_4$  per liter of 2,00 mmol  $\text{H}_2\text{SO}_4$  per mL.

$$\text{Aantal mmol H}_2\text{SO}_4: 9,85 \text{ mL} \times 2,00 \text{ mmol mL}^{-1} = 19,7 \text{ mmol},$$

$$\text{Aantal mmol H}^+: 2 \times 19,7 = 39,4 \text{ mmol H}^+$$

- 31 Reactievergelijking:  $\text{NH}_3 + \text{H}^+ \rightarrow \text{NH}_4^+$ .

Aantal mmol  $\text{NH}_3$  (in 25,0 mL ammonia): 39,4 mmol  $\text{NH}_3$ , want  $\text{NH}_3 : \text{H}^+ = 1 : 1$ .

$$\text{Molariteit NH}_3 = \frac{39,4 \text{ mmol}}{25,0 \text{ mL}} = 1,58 \text{ M}$$

- 32 Molaire massa  $\text{NH}_3 = 17,031 \text{ g mol}^{-1}$  (tabel 98).

Massa  $\text{NH}_3$  in 25,0 mL ammonia:

$$39,4 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \times 17,031 \text{ g mol}^{-1} = 0,671 \text{ g}$$

$$\text{Massa-\%} = \frac{0,671}{24,6} \times 100\% = 2,73 \text{ massa-\%}.$$

### OPGAVE 11

- 33 Salpeterzuur =  $\text{HNO}_3$  (tabel 66B). Het is een sterk zuur (tabel 49) en dus volledig gesplitst in ionen. Alleen de ionen  $\text{H}^+$  reageren met krijt.



*Opmerking: Er ontstaat in eerste instantie  $\text{H}_2\text{CO}_3$ . Dit is een instabiel zuur en valt uiteen in  $\text{CO}_2(\text{g})$  en  $\text{H}_2\text{O}$ .*

$$34 \quad \frac{2,16 \text{ g CaCO}_3}{100,09 \text{ g mol}^{-1}} = 0,0216 \text{ mol CaCO}_3 \rightarrow \text{molverhouding CaCO}_3 : \text{H}^+ = 1 : 2 \rightarrow$$

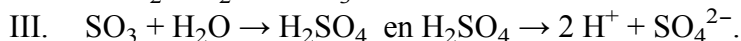
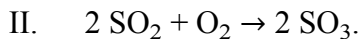
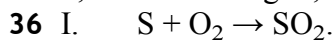
Er is  $2 \times 0,0216 = 0,0432 \text{ mol H}^+$  nodig, dus ook  $0,0432 \text{ mol HNO}_3 \cong 43,2 \text{ mmol} \rightarrow$

$$\frac{43,2 \text{ mmol}}{1,20 \text{ mmol mL}^{-1}} = 36,0 \text{ mL HNO}_3\text{-opl.}$$

### OPGAVE 12

$$35 \quad [\text{H}^+] = 10^{-\text{pH}} = 1,0 \cdot 10^{-6} \text{ mol per liter.}$$

$1,0 \text{ mol H}^+$  weegt  $1,0 \text{ gram}$ . Dus  $1,0 \cdot 10^{-6} \text{ mol H}^+$  weegt  $1,0 \cdot 10^{-6} \text{ gram} = 1,0 \mu\text{g}$ .



$$37 \quad 165 \cdot 10^{-6} \text{ gram H}^+ \text{ komt overeen met } 165 \cdot 10^{-6} \text{ mol H}^+.$$

Dit zit in  $1,0 \text{ liter}$ , dus  $[\text{H}^+] = 165 \cdot 10^{-6} \text{ M} = 1,65 \cdot 10^{-4} \text{ M}$ .

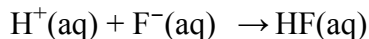
$$\text{pH} = -\log[\text{H}^+] = -\log(1,65 \cdot 10^{-4}) = 3,78.$$

### OPGAVE 13

$$38 \quad a \quad \text{Salpeterzuur} = \text{HNO}_3 \text{ (tabel 66B).}$$

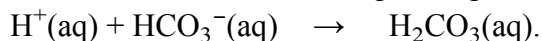
Het is een sterk zuur (tabel 49), dus volledig gesplitst in ionen.

Natriumfluoride = NaF. Het is een goed oplosbaar zout (tabel 45A), dus gesplitst in ionen.



$$b \quad \text{Zwavelzuur} = \text{H}_2\text{SO}_4 \text{ (tabel 66B). Het is een sterk zuur (tabel 49), dus gesplitst in ionen.}$$

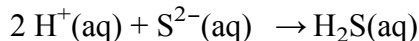
Natriumwaterstofcarbonaatoplossing bevat de ionen  $\text{Na}^+$  en  $\text{HCO}_3^-$ .



$\text{H}_2\text{CO}_3(\text{aq})$  is niet stabiel en valt uiteen in  $\text{H}_2\text{O}$  en  $\text{CO}_2$ :  $\text{H}_2\text{CO}_3(\text{aq}) \rightarrow \text{H}_2\text{O}(\text{l}) + \text{CO}_2(\text{g})$ .

$$c \quad \text{Salpeterzuur: zie onderdeel a.}$$

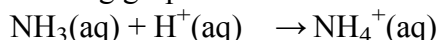
Dinatriumsulfide =  $\text{Na}_2\text{S}$ . Het is een goed oplosbaar zout (tabel 45A), dus losse ionen.



*Opmerking: De lading 2- van sulfide bepaalt dat er 2  $\text{H}^+$  nodig is.*

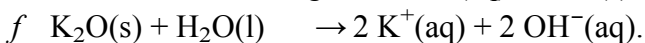
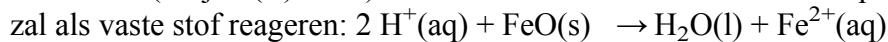
$$d \quad \text{Ammonia is een oplossing van ammoniak in water (tabel 66A). Ammoniak} = \text{NH}_3 \text{ (66B).}$$

Zoutzuur is een oplossing van HCl in water (tabel 66A). HCl is een sterk zuur (tabel 49), dus volledig gesplitst in ionen.



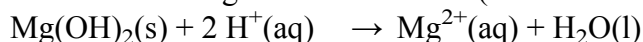
$$e \quad \text{Zwavelzuur: zie onderdeel b.}$$

Ijzeroxide (of ijzer(II)oxide) = FeO of  $\text{Fe}^{2+}\text{O}^{2-}$ . Het is een slecht oplosbaar zout (tabel 45A) en zal als vaste stof reageren:  $2 \text{H}^+(\text{aq}) + \text{FeO}(\text{s}) \rightarrow \text{H}_2\text{O}(\text{l}) + \text{Fe}^{2+}(\text{aq})$



Deze reactie verklaart de 'r' in tabel 45A bij de combinatie  $\text{K}^+$  en  $\text{O}^{2-}$ .

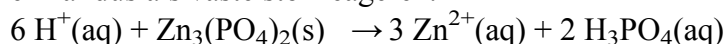
$$g \quad \text{Magnesiumbis(hydroxide)} = \text{Mg}(\text{OH})_2. \text{ Het is een slechts oplosbaar zout (tabel 45A) en zal dus als vaste stof reageren met zoutzuur (zie onderdeel d)}$$



*Opmerking: In  $\text{Mg}(\text{OH})_2$  is twee keer  $\text{OH}^-$  aanwezig, dus moet er 2  $\text{H}^+$  reageren.*

$$h \quad \text{Salpeterzuur: zie onderdeel a.}$$

Trizinkbis(fosfaat) (of zinkfosfaat) =  $\text{Zn}_3(\text{PO}_4)_2$ . Het is een slecht oplosbaar zout (tabel 45A) en zal dus als vaste stof reageren.



*Opmerking: In  $\text{Zn}_3(\text{PO}_4)_2$  komt 2 keer het ion  $\text{PO}_4^{3-}$  voor. Ieder ion  $\text{PO}_4^{3-}$  kan 3  $\text{H}^+$  opnemen, dus in totaal zijn 6  $\text{H}^+$  nodig.*



- h* Salpeterzuur: zie onderdeel *a*.  
 Trizinkbis(fosfaat) (of zinkfosfaat) =  $Zn_3(PO_4)_2$ . Het is een slecht oplosbaar zout (tabel 45A) en zal dus als vaste stof reageren.  
 $6 H^+(aq) + Zn_3(PO_4)_2(s) \rightarrow 3 Zn^{2+}(aq) + 2 H_3PO_4(aq)$   
*Opmerking: In  $Zn_3(PO_4)_2$  komt 2 keer het ion  $PO_4^{3-}$  voor. Ieder ion  $PO_4^{3-}$  kan 3  $H^+$  opnemen, dus in totaal zijn 6  $H^+$  nodig.*
- j* Zwavelzuur: zie onderdeel *b*.  
 Kopercarbonaat =  $CuCO_3$  of  $Cu^{2+}CO_3^{2-}$ . Het is een slecht oplosbaar zout (tabel 45A) en zal dus als vaste stof reageren.  
 $2 H^+(aq) + CuCO_3(s) \rightarrow Cu^{2+}(aq) + H_2O(l) + CO_2(g)$  (zie opmerking bij *b*).
- k* Natronloog is een oplossing van natriumhydroxide (NaOH) in water (tabel 66A). NaOH is een goed oplosbaar zout en volledige gesplitst in ionen.  
 $CO_2$  in water vormt het zuur  $H_2CO_3$ , dat vervolgens met  $OH^-$  in natronloog reageert:  
 $CO_2(g) + H_2O(l) (= 'H_2CO_3) + 2 OH^-(aq) \rightarrow 2 H_2O(l) + CO_3^{2-}(aq)$ .
- l* Zelfde soort reactie als bij *k*. Volgens tabel 45A vormen ionen  $Ba^{2+}$  en  $CO_3^{2-}$  een slecht oplosbaar zout. Dit zorgt voor de troebeling in de vorm van  $BaCO_3(s)$ .  
 $CO_2(g) + H_2O(l) + Ba^{2+}(aq) + 2 OH^-(aq) \rightarrow 2 H_2O(l) + BaCO_3(s)$ .
- m* Kaliloog is een oplossing van kaliumhydroxide (KOH) in water (tabel 66A). KOH is een goed oplosbaar zout en is volledig gesplitst in ionen.  
 Ammoniumchloride =  $NH_4Cl$ . Het is een goed oplosbaar zout (tabel 45A), dus losse ionen. De ammoniumionen ( $NH_4^+$ ) kunnen zich als zuur gedragen:  
 $NH_4^+(aq) + OH^-(aq) \rightarrow NH_3(aq) + H_2O(l)$ .
- n* Natronloog: zie onderdeel *k*.  
 Natriumwaterstofoxalaatoplossing bevat de ionen  $Na^+$  en  $HC_2O_4^-$ . In aanwezigheid van ionen  $OH^-$  in natronloog zullen de ionen  $HC_2O_4^-$  zich als *zuur* gedragen.  
 $HC_2O_4^-(aq) + OH^-(aq) \rightarrow C_2O_4^{2-}(aq) + H_2O(l)$ .
- o* Salpeterzuur: zie onderdeel *a*. In aanwezigheid van ionen  $H^+$  zullen de ionen  $HC_2O_4^-$  zich als *base* gedragen.  
 $H^+(aq) + HC_2O_4^-(aq) \rightarrow H_2C_2O_4(aq)$ .
- p* Natronloog: zie onderdeel *k*. Methaanzuur = HCOOH (basiskennis). Het is een zwak zuur (tabel 49) en zal in water niet in ionen splitsen.  
 $HCOOH(aq) + OH^-(aq) \rightarrow HCOO^-(aq) + H_2O(l)$ .
- q* Waterstoffluoride = HF. Het is een zwak zuur (tabel 49) en zal in water niet in ionen splitsen.  
 Zinkbis(hydroxide) (of zinkhydroxide) =  $Zn(OH)_2$ . Het is een slecht oplosbaar zout (tabel 45A) en zal als vaste stof reageren.  
 $2 HF(aq) + Zn(OH)_2(s) \rightarrow Zn^{2+}(aq) + 2 F^-(aq) + 2 H_2O(l)$
- r* Azijnzuur = ethaanzuur (tabel 66A) =  $CH_3COOH$  (basiskennis). Het is een zwak zuur (tabel 49) en zal in water niet in ionen splitsen.  
 Ammonia: zie onderdeel *d*.  
 $CH_3COOH(aq) + NH_3(aq) \rightleftharpoons CH_3COO^-(aq) + NH_4^+(aq)$ .

Vragen of opmerkingen over de opgaven / uitwerkingen via [mjwbeck\(at\)hotmail.com](mailto:mjwbeck(at)hotmail.com).